

Ecuador – septiembre 2017 - ISSN: 1696-8352

APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN LA MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES

Mishell A. Yerovi Huaca¹
mayerovih@utn.edu.ec

Leandro L. Lorente Leyva²
lllorente@utn.edu.ec

Ramiro V. Saraguro Piarpuezan³
rvsaraguro@utn.edu.ec

Yakcleem Montero Santos⁴
ymontero@utn.edu.ec

Robert M. Valencia Chapi⁵
rmvalencia@utn.edu.ec

Universidad Técnica del Norte - UTN,
Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Ingeniería Industrial,
Ecuador

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Mishell A. Yerovi Huaca, Leandro L. Lorente Leyva, Ramiro V. Saraguro Piarpuezan, Yakcleem Montero Santos y Robert M. Valencia Chapi⁵ (2017): “Aplicación de herramientas de la metodología Lean Manufacturing en la mejora del proceso de producción de puertas enrollables”, Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ecuador, (septiembre 2017). En línea:
<http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/ec/2017/metodologia-lean-manufacturing.html>

CONTENIDO

Resumen	3
Abstract	3
1.INTRODUCCIÓN	3
1.1. Industria Metalmecánica.....	5
1.2. Industria Metalmecánica en Ecuador	5
1.3. Lean Manufacturing.....	5
1.3.1.Beneficios.....	6
1.4. Despilfarro, Desperdicio o Muda.	6
1.5. Herramientas utilizadas	6
1.5.1. Gestión Visual	7

¹ Ingeniera Industrial por la Universidad Técnica del Norte, UTN - Ecuador.

² Magister en CAD/CAM por la Universidad de Holguín, UHO – Cuba.

³ MBA por la Universidad San Francisco de Quito, USFQ - Ecuador.

⁴ Magister en Ingeniería Industrial por la Universidad de Holguín, UHO – Cuba.

⁵ Magister en Ingeniería de la Energía por la Universidad Politécnica de Madrid, UPM – España.

1.5.2. Valúe Stream Mapping (VSM).....	7
1.5.3. Kanban	7
1.5.4. Cambio rápido de modelo (SMED)	8
1.5.5. Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	8
1.5.6. Las 9'S.....	8
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	9
2.1. Resultados Diagramas de Flujo y VSM.....	11
2.2. Mapa de la Cadena de Valor Actual (VSM).....	11
2.3. Propuesta 9'S	15
3. ANÁLISIS COMPARATIVO.....	17
a) Por Herramientas Lean Manufacturing	17
b) Por Indicadores de Producción	22
b) Por Indicadores de Producción	23
CONCLUSIONES.....	23
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en una empresa metalmeccánica, la cual presenta como problemática principal el retraso en la entrega del producto terminado (puertas enrollables) al cliente, generando reclamos e inconformidades.

Por esta razón, surge la necesidad de realizar una propuesta de mejora en su proceso productivo, que permita disminuir el tiempo de entrega del producto a sus clientes y que garantice su eficiencia y productividad, mediante la utilización de herramientas de la metodología Lean Manufacturing.

Para desarrollar esta propuesta de mejora se utilizaron las siguientes herramientas metodología Lean Manufacturing 9'S, SMED, TPM, KANBAN, que contemplan los siguientes posibles resultados, el tiempo total del proceso productivo mejoraría un 6.10%, el tiempo de valor agregado un 2.13%, el ritmo del proceso (talk time) de 315 minutos donde se elaboraban 24 puertas al mes, aumentaría un minuto más es decir 316 minutos pero para elaborar 26 puertas al mes, dando una mejora de 7.4%, y principalmente, el tiempo de entrega disminuiría de 590 a 554 minutos, con una reducción del 6.10%, todos estos resultados conllevan a entregas más rápidas y eficientes al cliente.

Palabras Claves: Lean Manufacturing - 9'S – Kanban - TPM - SMED.

Clasificación JEL: L23, L61, O3, Y4

ABSTRACT

This research was developed in a metallurgical enterprise, it has like a main problem the inefficiency at the moment of delivering the final product (roller shutters) to the customer, generating complains and many problems.

For this reason, a proposal to develop the productive process is needed; it will allow decreasing the times of delivering the product to the customers and guarantee its efficiency and productivity, by the use of tools of the methodology called Lean Manufacturing.

The development of the proposal, tools of the methodology called Lean Manufacturing such as 9'S, SMED, TPM, KANBAN were used. Those tools contributed to improve the total timing of the productive process. It will improve in 6.10% from the aggregated value in 2.13% and mainly that the process pace (talk time) of 315 minutes where 24 doors were made monthly, will increase one more minute, in other words 316 minutes to make 26 doors per month, enhancing the production in 7, 4%, all these results lead to faster deliveries to the customers who are very satisfied with the service.

Keywords: Lean Manufacturing - 9'S – Kanban - TPM - SMED.

JEL classification: L23, L61, O3, Y4

1. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos el hombre ha trabajado metales, desarrollando materiales y herramientas, que han marcado el progreso de los pueblos. (Ilici, 2012). El sector Metalmeccánico ha llegado a convertirse en una de las principales actividades económicas del mundo. (Guerrero, 2012).

El comercio internacional de productos Metalmeccánicos supera los 4.000 billones de dólares, representando más del 30% del total mundial. Dentro de esta industria, casi un 40% corresponde al

sector de bienes de capital, un 20% a la industria automotriz y otro tanto al sector componentes electrónicos y artefactos eléctricos, completando el resto los demás sectores Metalmecánicos. (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2013) En este sentido, las economías exportadoras más importantes son los países de la Unión Europea (Alemania, Francia, Italia), China, Estados Unidos, Japón y los países del sudeste asiático (principalmente Corea del Sur). (Burgos, 2010)

En Latinoamérica los países con mayor influencia son Brasil, Argentina, Chile y Colombia, para el 2012 la CEPAL (Comisión económica para América Latina y el Caribe) pronosticó un crecimiento de 3,7% de la industria metalmecánica en la toda la región incluyendo América latina y el Caribe, (Instituto de Desarrollo Industrial Tecnológico y de Servicios (IDITS), 2011)

En Ecuador la industria Metalmecánica constituye un pilar fundamental en la cadena productiva del país. De esta manera se justifica su transversalidad con los sectores alimenticio, textil y confecciones, maderero, de la construcción, etc. (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones [PROECUADOR], 2013)

El sector metalmecánico - siderúrgico es un pilar fundamental en el desarrollo de proyectos estratégicos y gran generador de empleo ya que necesita de operarios, mecánicos, técnicos, herreros, soldadores, electricistas, torneros e ingenieros en su cadena productiva.

Para muchas Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes) Ecuatorianas ubicadas en la industria Metalmecánica, el principal obstáculo que presentan es la falta de disponibilidad de fondos, los cuales son requeridos por la rápida evolución de los procesos industriales la cual las obliga al desarrollo de maquinaria y líneas de producción que incorporen modernas tecnologías a la empresa. (Guerrero, 2012).

A partir del análisis realizado, se presupone como *Problema Científico*: el retraso en la entrega del producto terminado (puertas enrollables) al cliente.

Para dar solución al problema investigativo se planteó como *Objetivo General*: Realizar una propuesta de mejora del proceso de producción de puertas enrollables en la empresa metalmecánica HIALUVID, que permita disminuir los tiempos de entrega del producto a sus clientes y garantice la eficiencia y productividad, mediante la utilización de herramientas de la metodología Lean Manufacturing.

Métodos empleados para dar cumplimiento a las tareas:

Métodos Teóricos:

Análisis-Síntesis: Se utilizó para procesar la información teórica sobre la caracterización del problema a partir de la búsqueda bibliográfica, el objeto de estudio y el campo de acción. Permitió descomponer el objeto de estudio como un todo en partes para su mejor análisis y comprensión.

Método Analítico: Este método permite analizar detenidamente las causas generadoras de problemas dentro del sistema de producción de la empresa, logrando así dar soluciones más claras y precisas para la minimización de estos problemas suscitados.

Método Descriptivo: La utilización de este método ayudará en el estudio de las causales de problemas que presenta la empresa ya que este permite recoger, organizar, y analizar el resultado de las observaciones obtenidas, lo que implica la recopilación y presentación sistemática de datos arrojados por el control estadístico de procesos para tener una idea clara de la situación, además se lo utilizará por su

tiempo de empleo y duración.

Histórico – lógico: Para elaborar las etapas por las cuales ha transitado el estudio de la producción de puertas enrollables en la empresa metalmecánica, luego sintetizar uniendo estas partes previamente analizadas.

Métodos Empíricos:

Entrevista: Mediante la entrevista la cual es una conversación dirigida que se va a mantener con el gerente de la empresa, se intenta recolectar la mayor información posible de la misma e identificar principalmente los problemas que inciden en la calidad del producto final y por ende en la satisfacción del cliente.

Observación de campo: La observación es otra técnica útil para el analista en su proceso de investigación ya que consiste en observar a los trabajadores cuando efectúan su labor, mediante la misma se podrá conocer su proceso productivo, manejo de materiales, cadena de valor y demás especificaciones que la empresa emplea para la elaboración de puertas enrollables. Esta observación tiene como propósito determinar que se está haciendo, como y quien lo hace, cuando se lleva a cabo, cuánto tiempo toma, donde y porque se hace, preguntas de vital importancia para solucionar los problemas encontrados dentro de la empresa.

Los métodos y técnicas empleados coherentemente, elegidos para la investigación, posibilitaron establecer el marco teórico, metodológico y valorativo de este trabajo para poder estructurar la propuesta del proceso de producción de puertas enrollables.

1.1. Industria Metalmecánica

La Industria Metalmecánica es una actividad económica que tiene como objetivo transformar los recursos naturales en materias primas semielaboradas o elaboradoras en bienes de consumo y producción. De esta manera se justifica su transversalidad con los sectores alimenticio, textil y confecciones, maderero, de la construcción, etc. Esta industria es gran generadora de empleo ya que necesita de operarios, mecánicos, técnicos, herreros, soldadores, electricistas, torneros e ingenieros en su cadena productiva (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones [PROECUADOR], 2013)

1.2. Industria Metalmecánica en Ecuador

El sector de la metalmecánica en Ecuador, lastimosamente, no posee un gran desarrollo, por el contrario, dicho sector tiene un carácter todavía más artesanal que industrial. La industria metalmecánica ecuatoriana se desarrolla principalmente en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Guayas, Azuay y Loja, donde se ha ido desarrollando esta actividad con gran éxito, ofreciendo una amplia gama de productos y servicios a las industrias relacionadas con el sector analizado. (PROECUADOR, 2013).

1.3. Lean Manufacturing

Es una filosofía de trabajo basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios (Cuatrecasas, 2006)

1.3.1. Beneficios

La implantación del sistema Lean Manufacturing es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera son:

- Reducción de 50% en costos de producción
- Reducción del tiempo de entrega (Lead time)
- Mejor Calidad
- Menos mano de obra
- Disminución de los desperdicios

- Sobreproducción

- Tiempo de espera (los retrasos)

- Transporte

- Proceso

- Inventarios

- Movimientos

- Mala calidad (Hernández, J., Vizán, A., 2013)

Los tipos de desperdicios que se pueden apreciar en la empresa metalmecánica HIALUVID se refieren a tiempos de espera de los proveedores que no cumplen con los plazos establecidos de entrega de materia prima, lo que no permite que inicie el proceso productivo y los movimientos innecesarios por parte de los trabajadores que alargan el tiempo de ciclo.

1.4. Despilfarro, Desperdicio o Muda.

Cualquier recurso que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo del trabajador, que son absolutamente esenciales para agregar valor al producto. La palabra japonesa muda significa desperdicio o despilfarro, pero tiene una connotación mucho más profunda. (Rajadell, M., García, J., 2010)

Taiichi Ohno en el 2000, clasificó la muda según las siete categorías siguientes:

1. Sobreproducción
2. Tiempo de Espera
3. Transporte
4. Exceso de procesado
5. Exceso de Inventarios
6. Movimientos Innecesarios
7. Productos Defectuosos (Ohno, 2000)

1.5. Herramientas utilizadas

El Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de herramientas, muy diferentes entre sí, que se han ido implementado con éxito en empresas de muy

diferentes sectores y tamaños. (Liker, 2010)

Estas herramientas pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características específicas de cada caso. Su aplicación debe ser objeto de un diagnóstico previo que establezca la hoja de ruta idónea. (Cuatrecasas, 2006)

1.5.1. Gestión Visual

Visual Management (VM) o gestión visual es una rama dedicada a visualizar todo tipo de señales, estados y datos en un entorno de producción con el objetivo de mejorar y hacer más fácil y efectivo el control y la gestión.

El control visual como una herramienta Lean es muy poderosa porque se expresa en el lenguaje que el cerebro humano es especialmente potente al procesar: el lenguaje visual. (Rajadell, M., García, J., 2010)

1.5.2. Valúe Stream Mapping (VSM)

Es el proceso de identificar y detallar en gráficas los flujos de información, procesos y mercancía a través de toda la cadena de proveedores, desde el que provee la materia prima hasta llegar a la posesión del cliente. El Mapa de Valor es una herramienta básica de planeación para identificar los desperdicios, diseñar soluciones, y comunicar conceptos de Lean Manufacturing. (Hernández, J., Vizán, A., 2013)

Beneficios

- Identificación de dependencias.
- Identificación de oportunidades para la aplicación de herramientas y estrategias específicas.
- Un mejor entendimiento de los sistemas altamente complejos.
- Actividades de mejoramiento continuo sincronizado y con prioridad. (Cuatrecasas, 2006)

1.5.3. Kanban

Es un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés Kanban, aunque pueden ser otro tipo de señales), que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores, y estos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica, y estos con la línea de montaje final. (Rajadell, M., García, J., 2010)

Ventajas

1. Reducción de los niveles de inventario.
2. Reducción de WIP (Work in Process).
3. Reducción de tiempos caídos.
4. Flexibilidad en la calendarización de la producción y la producción en sí.
5. El rompimiento de las barreras administrativas.

6. Trabajo en equipo.
7. Limpieza y mantenimiento.
8. Provee información rápida y precisa.
9. Evita sobreproducción.
10. Minimiza desperdicios. (Hernández, J., Vizán, A., 2013)

1.5.4. Cambio rápido de modelo (SMED)

SMED significa "Cambio de modelo en minutos de un sólo dígito", Son técnicas para realizar las operaciones de cambio de modelo en menos de 10 minutos. Desde la última pieza buena hasta la primera pieza buena en menos de 10 minutos. El sistema SMED nació por necesidad para lograr la producción Justo a Tiempo. Este sistema fue desarrollado para acortar los tiempos de preparación de máquinas, posibilitando hacer lotes más pequeños de tamaño. Los procedimientos de cambio de modelo se simplificaron usando los elementos usados habitualmente. (Hernández, J., Vizán, A., 2013)

1.5.5. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye "cero accidentes, cero defectos y cero fallos" en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos. (Hernández, J., Vizán, A., 2013)

1.5.6. Las 9'S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 9'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana 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 9'S, aunque no nos demos cuenta. (Pineda, 2010)

Las 9'S provienen de términos japoneses:

1. **Seiri:** Clasificar
2. **Seiton:** Organizar
3. **Seiso:** Limpieza
4. **Seiketsu:** Bienestar Personal
5. **Shitsuke:** Disciplina
6. **Shikari:** Constancia
7. **Shitsukoku:** Compromiso

8. **Seisho:** Coordinación

9. **Seido:** Estandarizar (Liker, 2010)

Tabla 1: Principios de la calidad en el ambiente de trabajo

Etapas	Japonés	Significado	Comience en su sitio de trabajo
Con las cosas	Seiri	Clasificar	Mantener solo lo necesario
	Seiton	Organizar	Mantenga todo en orden
	Seiso	Limpieza	Mantenga todo limpio
Y ahora... ¿Cómo está usted?			
Con usted mismo	Seiketsu	Bienestar Personal	Cuide su salud física y mental
	Shitsuke	Disciplina	Mantenga un comportamiento confiable
	Shikari	Constancia	Persevere en los buenos hábitos
	Shitsukoku	Compromiso	Vaya hasta el final de las tareas
Pero... ¡No lo haga solo!			
Con la empresa	Seisho	Coordinación	Actúe en equipo con sus compañeros

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso inicia cuando el cliente realiza el pedido en la empresa, luego se registran las medidas que se requieren para la puerta enrollable y el lugar donde se instalará. La empresa cuenta con dos trabajadores, cerrajero y ayudante. En la Ilustración 1 se observa el diagrama de flujo del proceso de elaboración de puertas enrollables.

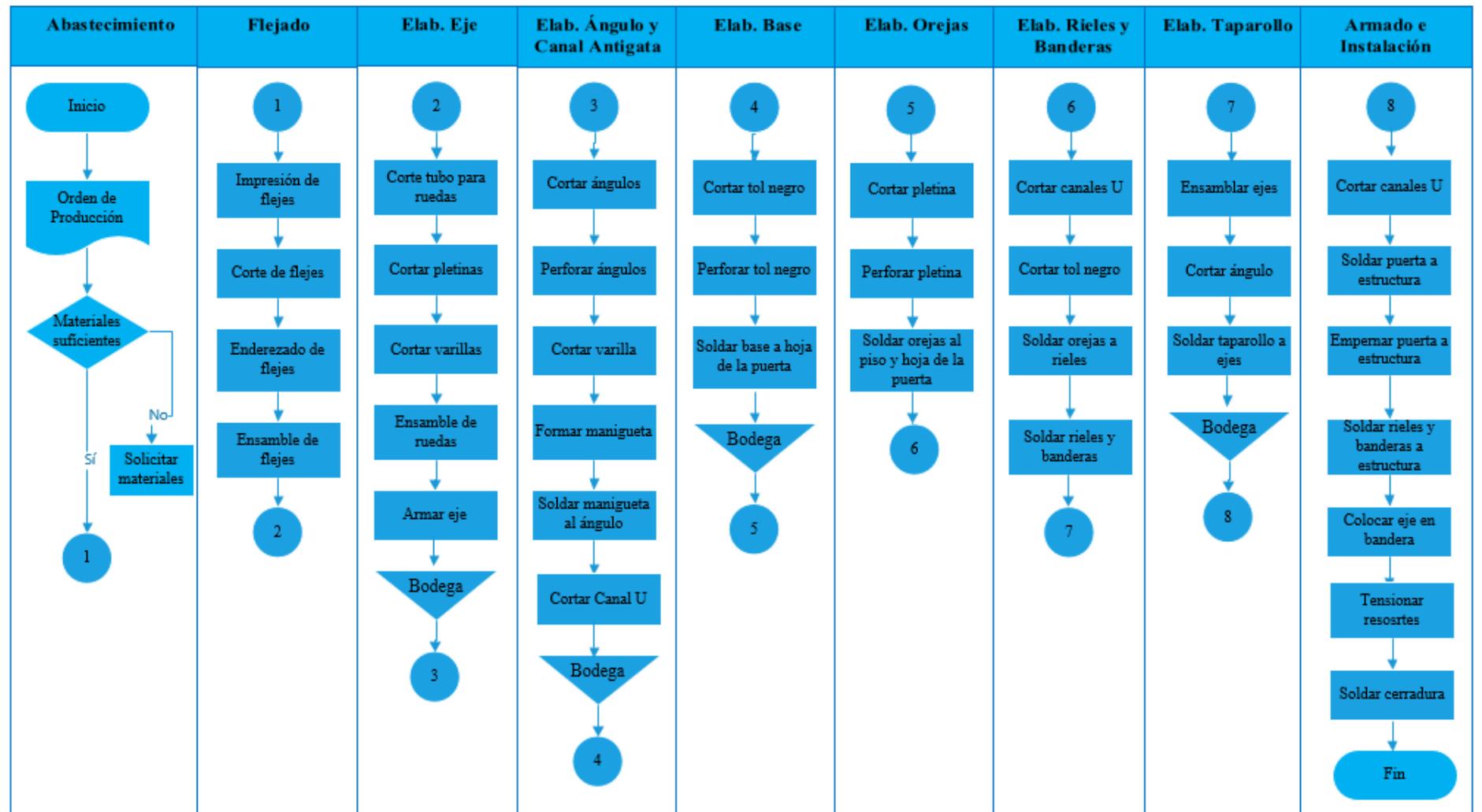


Ilustración 1: Diagrama de Flujo de Elaboración de Puertas Enrollables, Visio 2016

2.1. Resultados Diagramas de Flujo y VSM

Como se observa en la tabla 2, los resultados de los tiempos obtenidos mediante el estudio de los diferentes diagramas de cada proceso y el VSM para la elaboración de puertas enrollables son los siguientes:

Tabla 2: Resultados de Tiempos del VSM

N°	Proceso	Tiempo Total (min)	Tiempo que Agrega Valor (min)	Tiempo que No Agrega Valor (min)
1	Abastecimiento	320	-	-
2	Flejado	140	110	30
3	Elab. del eje	19	12	7
4	Elab. de ángulo y canal antigata	16	11	5
5	Elab. de la base	13	11	2
6	Elab. de orejas	4	3.5	0.5
7	Elab. de rieles y banderas	13	9	4
8	Elab. de taparollo	7	6	1
9	Armado e Instalación	58	25	33
TOTAL		590	187.5	82.5

Fuente: Metalmecánica HIALUVID

Se observa que existen 187.5 minutos que agregan valor productivo al proceso, pero el tiempo que no agrega valor es 82.5 minutos, una cantidad de tiempo considerable de actividades innecesarias dentro del proceso productivo, es por ello que se hace necesario este estudio.

2.2. Mapa de la Cadena de Valor Actual (VSM)

Para conocer el funcionamiento del sistema productivo de puertas enrollables es necesario realizar el Mapa de la Cadena de Valor Actual, el cual muestra cómo funcionan actualmente los procesos, y además indica las oportunidades de mejora que se podrían aplicar al proceso. La Ilustración 2 muestra el Mapa de Cadena de Valor del proceso de fabricación de las puertas enrollables.

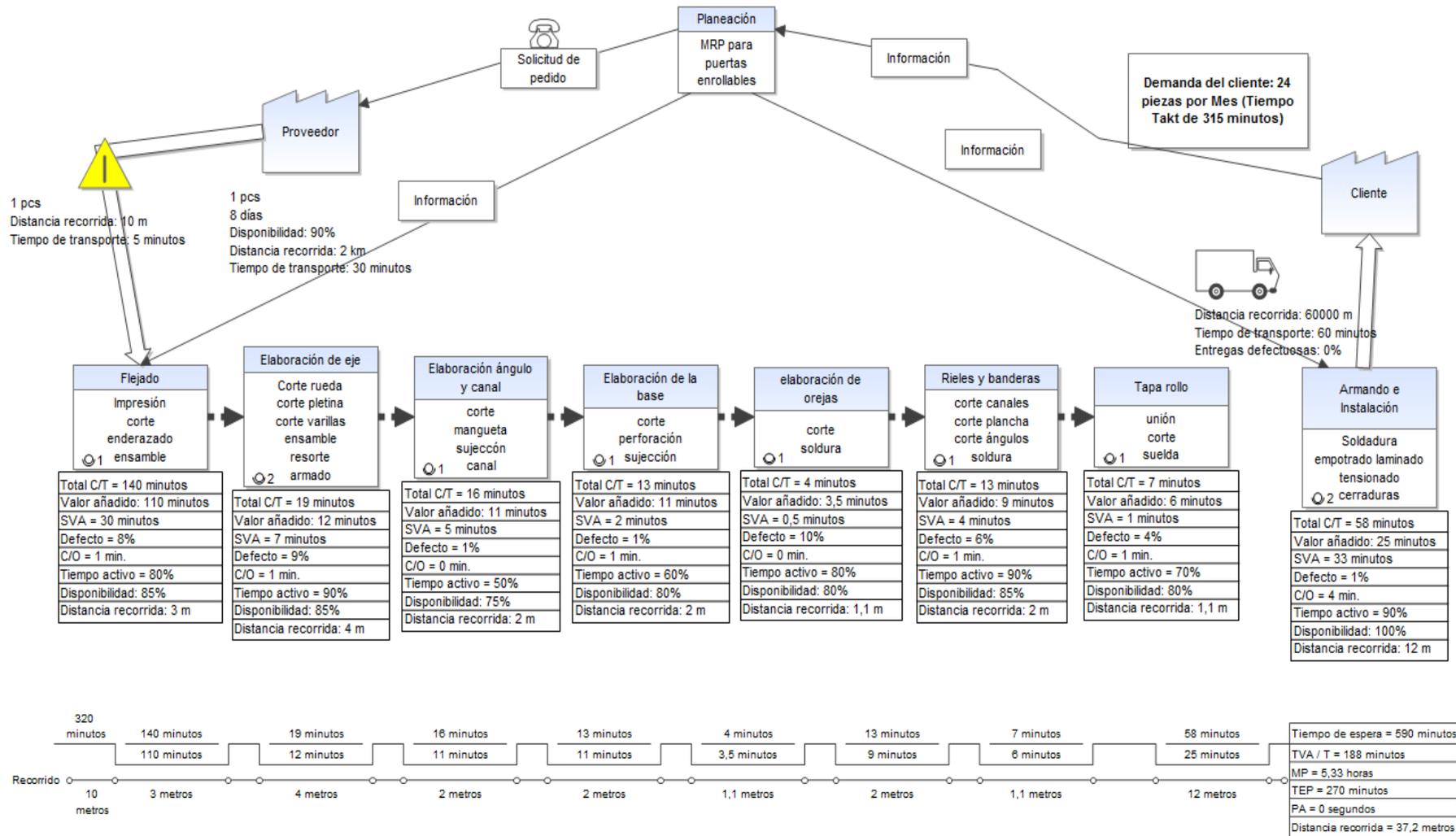
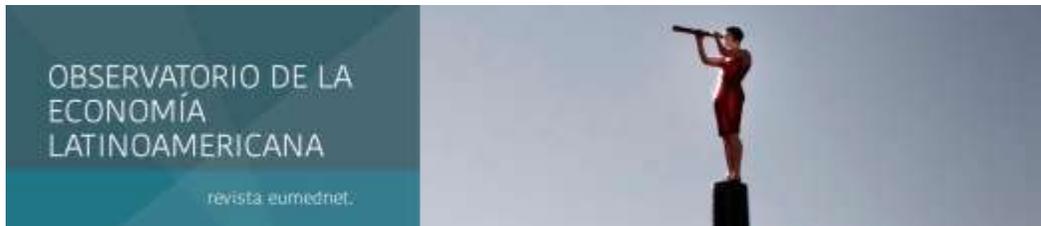


Ilustración 2: VSM actual



Ecuador – septiembre 2017 - ISSN: 1696-8352

- **Inspección Inicial 9'S**

Además debido a la **falta de orden y limpieza que presenta la empresa** los trabajadores realizan más movimientos en búsqueda de material y herramientas porque no las encuentran fácilmente. En la tabla 3 y en la Ilustración 3, se muestra los resultados del diagnóstico sobre las 9'S que se aplicó en la empresa.

Tabla 3: Resultados Check List 9'S

9'S	Calificación	Máximo	%
Clasificar	6	20	30%
Ordenar	4	20	20%
Limpiar	6	20	30%
Bienestar Personal	9	20	45%
Disciplina	6	20	30%
Constancia	6	20	30%
Compromiso	7	20	35%
Coordinación	8	20	40%
Estandarización	8	20	40%
Puntaje Total	60	180	33%

Fuente: Dorbessan, J. (2008)

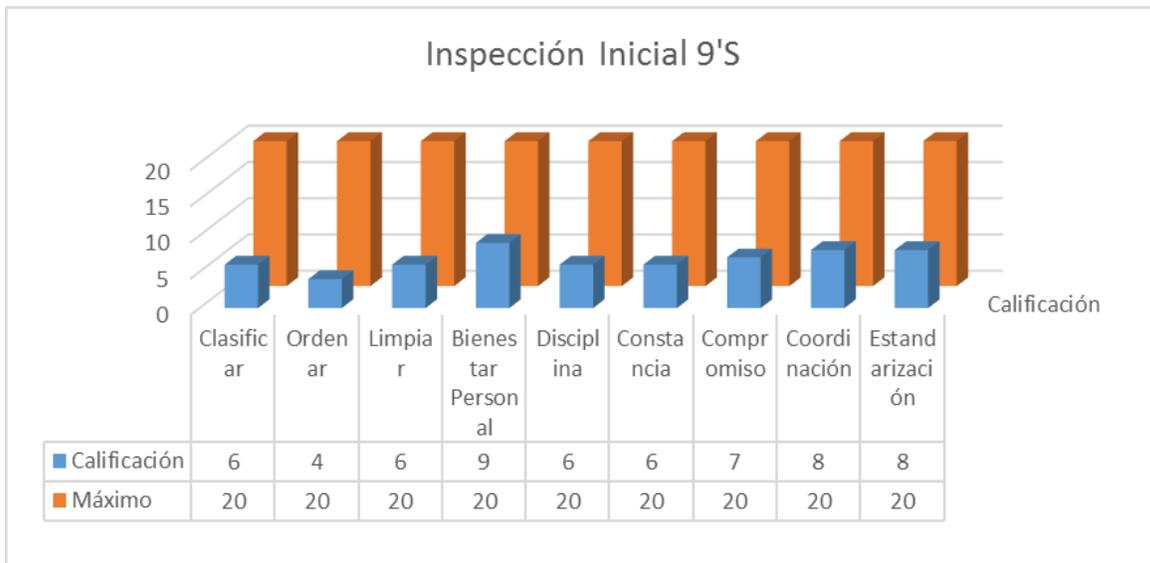


Ilustración 3: Resultados Check List 9'S

Fuente: Dorbessan, J. (2008)

La empresa obtuvo un total de 60 puntos sobre 180 lo cual nos indica que es necesaria una intervención en cuanto a orden y limpieza para solucionar esta problemática, el pilar con mayor puntaje es Bienestar Personal con 45% y el pilar con menor puntaje es el de Orden un 20%, principalmente debido a que no existen indicadores de lugares adecuados para materia prima, herramientas y máquinas, ocasionando este puntaje tan bajo.

Tabla 4: Tabla Resumen de Desperdicios.

Desperdicio	Detalle	Proceso	Estrategia	Herramienta
Sobreproducción	N/A	N/A	N/A	N/A
Espera	Pérdida de tiempo en búsqueda de insumos y herramientas. Paros de producción por daños en la maquinaria. Desabastecimiento de materiales e insumos. Pérdida de tiempo verificación de medidas y correcciones de procesos.	Abastecimiento, Flejado, tapa rollo, armado e instalación	Organizar a la empresa, en cuanto a limpieza y organización. Elaborar un programa de mantenimiento preventivo. Diseñar un plan gestión de abastecimiento.	9'S, Kanban, Formatos para Gestión de compras
Transporte	El transporte del material no es el adecuado, debido a la incorrecta distribución en planta actual	Flejado, ejes, ángulo y canal U, rieles y banderas, tapa rollo.	Mejorar la distribución en planta.	Lay Out Propuesto, 9'S

Proceso	Paros de producción por daños en la maquinaria. Verificación de medidas y correcciones de procesos.	Flejado, ejes, ángulo y canal U, orejas, base, rieles y banderas, tapa rollo.	Elaborar un programa de mantenimiento preventivo.	9'S, SMED
Inventario	Desabastecimiento de materiales e insumos. No existe un formatos para Gestión de compras	Abastecimiento	Elaborar un Formato para Gestión de compras Elaborar un plan de gestión de abastecimiento	9'S, Kanban, Control Visual, Formatos para Gestión de compras
Movimientos	Pérdida de tiempo en búsqueda de insumos y herramientas. Falta de estandarización del proceso	Flejado, ejes, ángulo y canal U, orejas, base, rieles y banderas, tapa rollo.	Mejorar la distribución en planta	9'S, Kanban, Control Visual, SMED
Productos defectuosos	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Metalmecánica HIALUVID

2.3. Propuesta 9'S

Para desarrollar esta herramienta enfocada a la mejora del ambiente de trabajo con lo relacionado al orden, seguridad y limpieza se llevaran a cabo la capacitación al personal acerca del tema 9'S por parte del gerente de la empresa, donde se hablará acerca de la importancia de mantener el área de trabajo limpia y organizada. Mediante la aplicación de esta herramienta se consigue una mejor motivación del personal, por ende su desempeño laboral aumentará, y además se logrará mantener un lugar de trabajo agradable y de calidad. En la tabla 38 se detallan las actividades que se realizaran para implementar esta herramienta.

Tabla 5: Plan de Implementación 9'S.

10	Objetivo	Actividades	Herramientas	Indicador	Participantes	Fecha
Seiri - Clasificar	Realizar un diagnóstico a la empresa, tratar de que exista en la empresa únicamente artículos necesarios y los innecesarios	Registro fotográfico de todas las áreas de la empresa Criterios de evaluación artículos necesarios e innecesarios Elaborar y aplicar tarjetas rojas Informe de tarjetas rojas	Tarjetas rojas, verde y amarilla Fotografías	Check List 9'S	Cerrajero Ayudante	Semana 1

	eliminarlos.	Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo. Eliminar los elementos innecesarios.				
Seiton - Ordenar	Asignar un determinado lugar para cada cosa que presenta en la empresa sea materia prima, insumos, maquinas o herramientas.	Utilizar los artículos necesarios. Ubicar los elementos según su uso y utilidad Rotular el sitio de ubicación de cada elemento, para disminuir el tiempo de búsqueda y por ende el ciclo de producción Demarcar las áreas de trabajo, para una mejor distribución de la empresa.	Fotos Lay Out Estanterías	Check List 9'S	Cerrajero Ayudante	Semana 2
Seiso - Limpiar	Establecer un programa de limpieza para la metalmecánica	Limpiar cuando se ensucia cada área de trabajo Limpiar periódicamente. Verificar sistemáticamente los puestos de trabajo. Definir frecuencia de limpieza en máquinas Definir norma de entrega-recepción de máquinas áreas	Artículos de limpieza	Check List 9'S	Cerrajero Ayudante	Semana 3
Seiketsu - Bienestar Personal	Crear un ambiente de trabajo donde el orden, la limpieza y disciplina sean bien recibidos por los trabajadores.	Capacitación al personal acerca del bienestar personal Análisis de posibles riesgos laborales.	Motivación del personal	Check List 9'S	Gerente Cerrajero Ayudante	Semana 3
Shitsuke - Disciplina	Crear un hábito dentro de los empleados acerca de la implementación de las 9'S	Realizar un control diario en cada área de la empresa. Colocar cada material y herramienta en su lugar luego de haber sido utilizado Fomentar la capacitación de los empleados. Limpiar cada vez que se ensucia. Utilizar los EPP'S y	Motivación del personal	Check List 9'S	Gerente Cerrajero Ayudante	Semana 4

		seguir las normas de seguridad establecidas				
Shikari - Constancia	Establecer un plan de acción de las primeras eses y practicarlo con constancia.	Implementación de órdenes de trabajo. Registro de control de orden y limpieza.	Practicar con el ejemplo. Motivación del personal	Check List 9'S	Gerente Cerrajero Ayudante	Semana 4
Shitsukoku - Compromiso	Trabajar con todos los puestos de trabajo de la organización.	Crear políticas de responsabilidad para los empleados. Disciplina desde el nivel más alto hasta el más bajo de la organización.	Practicar con el ejemplo. Motivación del personal	Check List 9'S	Gerente Cerrajero Ayudante	Semana 5
Seishoo - Coordinación	Mantener un sistema de comunicación bidireccional en todos los niveles de la organización.	Registro de acciones en las etapas menos desarrolladas.	Practicar con el ejemplo. Motivación del personal.	Check List 9'S	Gerente Cerrajero Ayudante	Semana 5
Seido - Estandarizar	Establecer métodos de trabajo, que mejoren sus procesos.	Definir métodos de orden y limpieza. Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo. Colocar fotografías en las áreas y maquinas sobre las condiciones optimas	Check List 9'S Manual de limpieza	Check List 9'S	Gerente	Semana 6

3. ANÁLISIS COMPARATIVO

Se debe considerar aspectos generales que se lograran en la empresa cuando se decida implementar esta propuesta y que se detallan a continuación.

a) Por Herramientas Lean Manufacturing

Para determinar el análisis comparativo se utilizaron las herramientas VSM, SMED y TPM pertenecientes a la metodología Lean Manufacturing.

1. Value Stream Mapping VSM

Del VSM propuesto y el VSM actual se tiene un análisis comparativo como el mostrado en la ilustración 5.

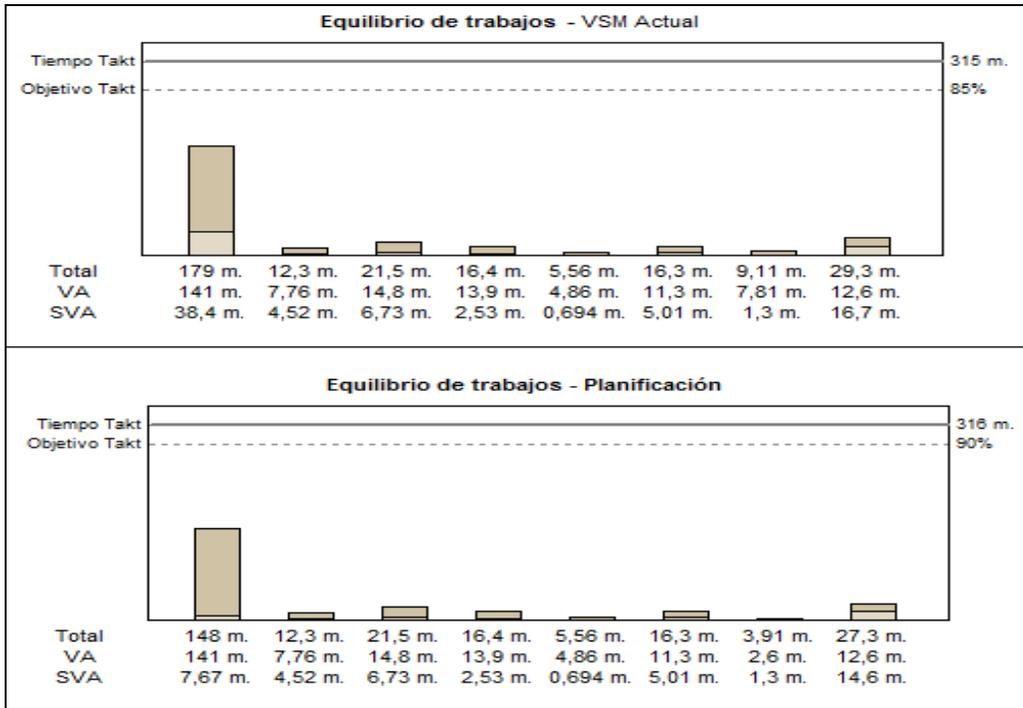


Ilustración 52: Análisis Comparativo.

En la ilustración 50 se compara el tiempo de elaboración de cada proceso, considerando los tiempos que agregan valor y los que no lo hacen, denotando las mejoras en la barra 1, 7 y 8, las cuales representan los procesos respectivos del VSM.

Con el modelo propuesto, se pueden recuperar 37 minutos del tiempo total. A su vez si se comparan el VSM actual vs el VSM propuesto, se tendrán 315 minutos vs 316 minutos de takt time respectivamente, pero la producción aumentará de 24 puertas mensuales a 26, con el mismo ritmo de trabajo. Adicionalmente se debe considerar que el flujo de información y posibilidades de errores en la planificación de la producción se reducirán al tener un movimiento de datos más acertado.

De esta forma, se tiene una mejora en el proceso productivo en parámetros de tiempo de 6,10% y un aumento en la producción del 8,33%. Consiguiendo que estas dos variables (tiempo y producción) mejoren al mismo tiempo, sin aumentar el esfuerzo (ritmo de trabajo), lo cual garantiza que el clima laboral no se verá afectado.

Tabla6: Comparación de mejoras del proceso.

Análisis Comparativo VSM

Descripción	VSM Actual (min)	VSM propuesto (min)	Mejora (%)
Tiempo total del proceso productivo	590	554	6,10 %
Tiempo de valor agregado	188	184	2,13%
Flujo de Materia Prima	319,80	316,20	1,13%
Tiempo en proceso	270	238	11,85%
Distancia	37,20 m	37,20 m	0
Ritmo del proceso (takt time)	315 para 24 puertas	316 para 26 puertas	7,40%

Fuente: Investigación directa.

En la tabla 6 se detallan las mejoras obtenidas según la planificación propuesta. El ritmo del proceso es de 315 minutos para 24 puertas, por lo tanto, para 26 puertas enrollables con el mismo sistema de trabajo se tendría un ritmo de 316,25 minutos.

2. SMED

Al estandarizarse los procesos se logrará aumentar la capacidad de producción de la empresa debido a que el proceso de elaboración se vuelve más eficiente.

Tabla 3: Análisis Comparativo SMED

Análisis Comparativo - Actividades Internas				
N°	Actividad	Actual (min)	Propuesta (min)	Reducción (%)
1	Colocar bobinas de tol negro en flejadora	5	3	60%
2	Búsqueda de flexómetro	8	2	25%
3	Búsqueda de sierra manual	5	2	40%
4	Búsqueda de punta y combo	7	2	29%

5	Colocar carrete de alambre en resortera	5	3	60%
6	Contar vueltas del resorte	10	5	50%
7	Cambio de brocas	15	6	40%
8	Guardar herramientas utilizadas	20	10	50%
9	Reparación de la maquinaria	360	-	
10	Mantenimiento de la maquinaria	240	120	50%
TOTAL		675	153	45%

La tabla 7 muestra que aplicada la propuesta de mejora de 675 minutos que se empleaban en actividades internas que aumentan el tiempo total del proceso de elaboración de puertas enrollables, pasa a 153 minutos, lo que indica una mejora de 45% en el tiempo empleado para estas actividades aplicando la herramienta SMED.

3. Mantenimiento Total Productivo TPM

Con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo, se busca disminuir el tiempo total del proceso productivo de elaboración de puertas enrollables.

Tabla 8: Análisis Comparativo TPM

Análisis Comparativo TPM			
Maquinaria	Mtto. Correctivo (Min)	Mtto. Preventivo (Min)	Reducción (%)
Maquina flejadora redonda	185	64	35%
Maquina flejadora plana	155	60	39%
Maquina resortera	86	47	55%
Taladro de pedestal	39	15	38%
Esmeril de banco	15	8	53%
Amoladora	15	8	53%
Soldadora	45	18	40%
Compresor	60	20	33%

TOTAL	600	240	43%
--------------	------------	------------	------------

Como se observa en la tabla 8 existe un porcentaje de reducción de 43% del tiempo que se empleaba para reparar la maquinaria (Mantenimiento Correctivo), aplicando el TPM se propone este porcentaje de reducción del tiempo de reparación de equipos por mantenimiento preventivo. Con la aplicación de esta herramienta se busca disminuir el tiempo de entrega del producto al cliente al evitar paradas innecesarias de la maquinaria.

4. 9'S

Para ello se considera un de 85% de los 180 puntos, es decir 153 puntos sobre 180, que se considera adecuado para cualquier tipo de empresa, en el resultado de su evaluación de Check List 9'S, es por ello que se realizó la siguiente comparación en base a este puntaje y el puntaje inicial que obtuvo la empresa en el diagnóstico, dando un porcentaje de mejora de 39% como se observa en la tabla 9 e ilustración 6.

Tabla 9: Análisis comparativo Check List 9'S

9'S	Actual (Puntos)	Propuesto (Puntos)	Mejora %
Clasificar	6	17	35%
Ordenar	4	17	24%
Limpiar	6	17	35%
Bienestar Personal	9	17	53%
Disciplina	6	17	35%
Constancia	6	17	35%
Compromiso	7	17	41%
Coordinación	8	17	47%
Estandarización	8	17	47%
Puntaje Total	60	153	39%

Fuente: (Dorbessan, J., 2010)

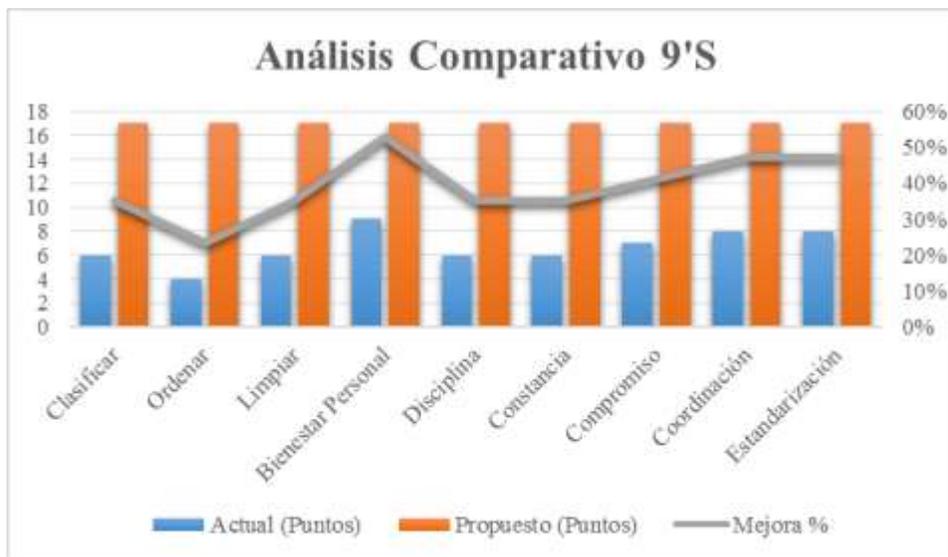


Ilustración 6: Resultados Check List 9'S

En la tabla 10 se visualiza un resumen del análisis comparativo de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing al proceso de elaboración de puertas enrollables, donde se puede observar un porcentaje de mejora de 39% con respecto al Check List Inicial.

Tabla 10: Indicadores Cualitativos Lean en HIALUVID

INDICADORES LEAN EN HIALUVID				
N°	Indicador	Frecuencia	Sin Lean	Con Lean
1	Control de mantenimiento de la maquinaria	Mensual	Eventual	Planificado
2	Áreas de trabajo	Diario	No establecidas	Señalizadas
3	Manejo de herramientas	Diario	Inadecuado	Adecuado

b) Por Indicadores de Producción

La tabla 11 muestra los datos comparativos de la producción en caso de implementarse esta propuesta de mejora.

Tabla 114: Indicadores Cualitativos Lean en HIALUVID

INDICADORES LEAN EN HIALUVID				
N°	Indicador	Frecuencia	Sin Lean	Con Lean
1	Control de mantenimiento de la maquinaria	Mensual	Eventual	Planificado
2	Áreas de trabajo	Diario	No establecidas	Señalizadas

3	Manejo de herramientas	Diario	Inadecuado	Adecuado
---	------------------------	--------	------------	----------

b) Por Indicadores de Producción

La tabla 75 muestra los datos comparativos de la producción en caso de implementarse esta propuesta de mejora.

Tabla12: Comparación Cálculos de Producción y Lean Manufacturing

Comparación Cálculos de Producción y Lean Manufacturing			
Descripción	Actual	Propuesto	Mejora (%)
Días de trabajo al mes	20	20	-
Horas de trabajo al día	8	8	-
Horas de trabajo al mes	160	160	-
N° puertas enrollables	24	26	8.33
Tiempo de ciclo minutos/puertas enrollable	270	238	11.85
Tiempo de ciclo minutos	14160	13776.8	2.71
Tiempo de ciclo horas	236	229.6	2.71
N° de trabajadores	2	2	-
Productividad Laboral (puertas/hora-trabajador)	0.10	0.11	9.09
Productividad General (puertas/hora)	0.20	0.22	14.28
Capacidad de producción mensual	28	31	10.71
Lead Time minutos	590	554	6.10
Takt Time minutos	315	316	7.40
Eficiencia	69.44%	77.31 %	7.87

La distancia recorrida en transcurso de fabricación de las puertas enrollables no se vio alterado, debido a que las mejoras y el rango de movimiento dentro de la empresa no es extenso.

CONCLUSIONES

La realización del presente trabajo permitió arribar a las siguientes conclusiones:

- El sistema Lean Manufacturing busca el aseguramiento de la calidad del servicio y de los productos ofertantes por las empresas que implementen esta metodología, a través de la mejora del ambiente del trabajo y la eliminación de los siete desperdicios clásicos presentes en cualquier industria, todo esto se determinó mediante la revisión de bases científicas y teóricas.

- Al realizarse el diagnóstico inicial del proceso de elaboración de puertas enrollables en HIALUVID, se determinaron como problemas existentes, la falta de organización y limpieza de la empresa, falta de un programa de mantenimiento preventivo, inadecuada organización en planta, inadecuada gestión de abastecimiento, causas generadoras que el producto final no sea entregado en el tiempo acordado al cliente.
- Se diseñó la propuesta de mejora del proceso de elaboración de puertas enrollables con la aplicación de herramientas (9'S, Kanban, TPM, VSM, SMED) utilizadas en la metodología Lean Manufacturing, logrando el mejoramiento del proceso productivo, al eliminar las actividades que no generan valor, tiempos por reparación de maquinaria, esperas de materia prima e insumos, obteniendo como consecuencia mayor satisfacción al cliente, y disminución de los tiempos de entrega del producto terminado.
- Con la implementación de la propuesta de mejora, se obtiene un tiempo total de producción de 554 minutos, tiempo que agrega valor de 184 minutos, takt time de 316 minutos, para elaborar 26 puertas por mes, dos por encima de las que se venían produciendo y principalmente el tiempo de entrega al cliente (Lead Time) disminuyó a 554 minutos con una reducción del 6.10%, garantizando que el producto será entregado en un tiempo adecuado al cliente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amaya, C. (2011). Aplicación de las técnicas y tecnologías asociadas con la Ingeniería Simultánea en el sector manufacturero de Barranquilla. *Revista científicas de ingeniería y desarrollo* (19), 146-161.
2. Casanovas, A. y Cuatrecasas, L., 2005, "Metodología para el diseño estratégico de la cadena de suministro, Lean Managment and Suply Chain Managment", IX Congreso de Ingeniería de Organización, USA.
3. Chamorro, E., & Cruz, C., Diseño de un Plan Estratégico para el reposicionamiento de la Microempresa Metalmecánica Hialuvid de la ciudad de Ibarra, PUCESI, Ibarra.
4. Cuatrecasas, Ll.,(2006). Deslocalización o producción ajustada. X Congreso de Ingeniería en Organización (ADINGOR). Valencia.
5. Hernández, J., & Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación. Madrid: Fundación EOI
6. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones [PROECUADOR]. (29 de Abril de 2016). Obtenido de http://www.proecuador.gob.ec/?page_id=151 (2012). 2.
7. Ilici, S. (Abril de 2012). Modalidad de Metal Mecánica Industrial . Obtenido de <http://sebastianiicijm.blogspot.com/>
8. Manuel Rajadell, Jose Luis García. (2010). Lean Manufacturig: La evidencia de una necesidad. Madrid: Diaz de Santos.
9. Qualiplus, 2005, "Lean Production Taller para manejo de Flujo de valor", Editorial Qualiplus, Ecuador.
10. Shingo, S. (1993). El Sistema de Producción de Toyota: desde el punto de vista de la Ingeniería. Madrid: Tecnologia de Gerencia y Producción.
11. Taiichi, O., 1998, "Toyota Production System: Beyond large scale production"

Editorial Productivity Press, Oregon, USA.

12. Taiichi Ohno. El sistema de producción de Toyota más allá de la producción a gran escala. Ediciones Gestión 2000 España 1991
13. Venegas, R., 2005, "Manual de las 5'S", <http://www.gestiopolis.com/recursos5/docs/ger/cincos.htm>, (Marzo 2010)
14. Womack, J. y Jones, D., 2007, "Soluciones Lean", primera edición, Ediciones Gestión 2000, Barcelona.