

Desarrollo de una Metodología para Mejorar la Productividad del Proceso de Elaboración de Tubos Plásticos

Jorge L. Jurado Mayorga
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
jjurado@espol.edu.ec

Ph.D. Kleber Barcia Villacreses
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
kbarcia@espol.edu.ec

Resumen

El presente proyecto busca mejorar la productividad de una línea de producción que elabora tubos plásticos. Mediante la implementación de metodologías basadas en la producción esbelta se eliminarán los desperdicios encontrados en la línea de producción que provocan el bajo rendimiento de los procesos. El objetivo general es de implementar una metodología basada en los principios y técnicas de la producción esbelta con el fin de mejorar la productividad en el proceso de elaboración de tubos plásticos. Para el cumplimiento de tal objetivo se identificaron los problemas que se presentaban en el proceso productivo mediante una entrevista al jefe de planta, seleccionando y priorizando los problemas que serán eliminados o minimizados. Así mismo al personal involucrado en las operaciones de la línea de producción se les realizó entrevistas con el propósito de obtener información de los desperdicios encontrados en las operaciones. Así mismo se analizó y priorizó los desperdicios que representaban mayor impacto negativo para el rendimiento de la línea con el fin de eliminarlos.

Palabras Claves: *Producción esbelta, desperdicios, técnicas lean, entrevistas, productividad.*

Abstract

The current project looks for the enhancement of the productivity of a line of production that elaborates plastic pipes. Waste in the line of production that causes low development in the process will be eliminated through the application of methods based in the lean manufacturing. The main aim is to apply a methodology based in the principles and techniques of the lean manufacturing in order to improve the productivity in the process of plastic pipes manufacturing. To accomplish this aim, the problems presented in the manufacturing process were identified through an interview to the manager of the factory, selecting and prioritizing the problems to be eliminated or minimized. The people involved with the operations in the line of production were interviewed in order to obtain information about the waste found in the operations. The waste that represented a bigger negative impact for the performance of the line was analyzed and prioritized in order to eliminate it.

Key Words: *Lean Manufacturing, wastes, lean techniques, interviews, productivity.*

1. Introducción

En el mundo hoy en día las empresas fabricantes de productos plásticos cada vez andan buscando soluciones de mejoramiento continuo para sus procesos, de tal manera que constantemente produzcan de acuerdo al requerimiento del cliente en busca de la perfección y de eso modo mantener una ventaja competitiva frente a un mercado cada vez más competitivo con nuevas tecnologías que desarrollan productos de mayor calidad y de bajo costo.

Las pequeñas fábricas de plásticos en el Ecuador se han visto muy golpeadas económicamente por la apertura del comercio chino en el país. Ciertos productos plásticos de origen chino son mucho más baratos que los productos ecuatorianos, ocasionando que la demanda de productos plásticos hechos en el país, caigan significativamente, amenazando con la estabilidad de las fábricas por sus bajos márgenes de utilidad. Sin embargo el producto chino no es de tan buena calidad, lo cual representa una ventaja hacia el producto ecuatoriano, el cual se pueda utilizar para desarrollar métodos más eficientes que abaraten los costos de producción, manteniendo o mejorando la calidad de los productos, y así vencer al mercado chino.

La empresa que se va a estudiar es una manufacturera de plástico que produce distinta clases de productos hechos de tal material. La fábrica presenta diversos problemas que afectan en la productividad y rendimiento, tanto de sus máquinas como de su personal. El desorden, la suciedad y la desorganización son evidentes en toda la instalación, provocando un ambiente inseguro para sus empleados. Este desorden es originado por la no existencia de un lugar especial para almacenar temporalmente el producto terminado, ya que una vez que sale el producto de la línea, esta es almacenado primero en una mesa, para ser contados y luego cierta cantidad es almacenada en fundas, que son colocados junto a las máquinas, de manera desordenada, provocando que los espacios entre máquinas queden reducidos. Así mismo los pasillos son ocupados por fundas de productos terminados causando que los operarios no tengo el suficiente espacio para poder movilizarse. Esta desorganización también provoca que no se pueda realizar la debida limpieza de los pasillos y de las máquinas, además de ser un foco de condiciones inseguras que podrían convertirse en accidentes de trabajo.

2. Objetivos

Definir los problemas que tiene el proceso de elaboración de tubos plásticos con el fin de seleccionar y priorizar los problemas que van a ser eliminados o minimizados.

Identificar la presencia de desperdicios en el proceso mediante una entrevista a los empleados del

área de producción, y mediante la interpretación de sus resultados y eliminar los desperdicios encontrados en el proceso, utilizando técnicas lean, e implementarlo mediante un cronograma.

Realizar mediciones y evaluaciones de la metodología implementada con el fin de monitorear los cambios antes y después de las mejoras.

3. Metodología

La metodología comienza con la definición de los problemas en el proceso de elaboración de tubos hechos a base de plástico, el cual se lo realiza con una breve conversación con el jefe de producción de la fábrica, en donde se busca información acerca de los principales problemas que afectan en el rendimiento tanto de sus máquinas como del personal. Los problemas enunciados que van a ser eliminados o minimizados se los selecciona y se los prioriza.

Luego se realiza la identificación de los desperdicios que existan en el proceso, el cual se lo hace con una entrevista exhaustiva realizada a los operarios que manejan las máquinas que realizan tal producto. La entrevista consiste en encontrar las fallas que ellos observan cuando se realizan las operaciones en cada estación de trabajo.

El siguiente paso es la eliminación de los desperdicios identificados en el proceso, que se realiza mediante un plan de implementación en donde se utilizarán las técnicas esbeltas necesarias a utilizar para poder eliminar tales desperdicios. Este plan es desarrollado junto el jefe de producción e involucra a todo el personal de la fábrica.

Se realiza la medición y evaluación de las mejoras, para observar si los objetivos propuestos en el plan se han cumplido satisfactoriamente. Mediante una comparación de mediciones antes y después de la implementación del plan, se puede evaluar si los objetivos fueron cumplidos.

Para finalizar la metodología, se realiza un análisis costo-beneficio donde se detalla cuánto ahorra la empresa y que beneficios consigue, si se mantiene la metodología desarrollada.

4. Producción Esbelta

La manufactura esbelta es el sistema de fabricación desarrollado por Toyota que busca la optimización a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de pérdidas y persigue incorporar la calidad en el proceso de fabricación reconociendo al mismo tiempo el principio de la reducción de costes [1].

Los primeros en implantarla fueron los fabricantes de automóviles norteamericanos y aunque originalmente la metodología fue utilizada únicamente en este sector y exclusivamente en las áreas de manufactura, en la actualidad su aplicación se ha extendido a todos los procesos empresariales de un

negocio y no solamente en empresas industriales, sino incluso en empresas de servicios.

El término “lean” o “esbelto” se aplica a todos los métodos que contribuyen a lograr operaciones con el mínimo costo y con cero desperdicios.

En resumen, el principio fundamental de la metodología Esbelta está en la localización de desperdicios y su posterior eliminación o al menos reducción, entendiéndose por “desperdicio” todo aquello que no incrementa el valor del producto tal y como lo percibe el cliente (es decir, todo aquello por lo que el cliente no está dispuesto a pagar).

4.1 Desperdicios (“Muda”)

Las actividades que no agregan valor se denominan “Muda”, es el término tradicional japonés que se le da a todo tipo de desperdicio que se presenta en los procesos. Son actividades por las que el cliente no está dispuesto a pagar ya que NO agregan valor comercial, ni mejoran la forma o el funcionamiento, o simplemente son innecesarias [1].

Los Principales Desperdicios según Taiichi Ohno:

Sobreproducción: producir más de lo que se necesita, producir antes o más rápido de lo necesario ya que implican [2].

Espera: Toda demora entre el final de un proceso y el inicio del siguiente. La falta de coordinación, la falta de materiales, la ausencia de materiales en condiciones de ser usada, los tiempos excesivos de preparación, la ausencia de obreros o de supervisores, debido a factores climáticos, y la rotura o falta de máquinas y/o herramientas genera desperdicios por espera.

Transportes innecesarios: Transportar partes, materiales y productos terminados por la planta. Constituidos por los desperdicios debidos tanto a la falta de planeamiento en el traslado de materiales, como a los métodos a usar.

Sobre-procesamiento: Uso de más energía o actividad de la que se necesita para producir un producto – o agregar más valor por el que el cliente pagará.

Inventarios: Cualquier inventario en proceso que rebase lo que se requiere para satisfacer las necesidades del cliente.

Movimientos innecesarios: Movimiento innecesario de personas, tales como caminar, levantar, alcanzar y estirar.

Productos defectuosos o re-trabajos: Cualquier producción que requiera re-trabajo o que sea scrap.

5. Descripción del proceso

Para la fabricación de los tubos plásticos se requiere de las siguientes operaciones:

Molino: En esta operación la materia prima (polipropileno reciclado) es ingresada a un molino que tritura el material plástico hasta dejarlo en un estado

similar al aserrín. El molino tritura una cantidad de 20 Kg. en una hora.

Extrusión del polipropileno: En esta operación el polipropileno triturado es insertado en la máquina extrusora, que por medio de las altas temperaturas de la máquina, derrite el material plástico por medio de tornillos, formando al final de la operación una especie de resina de polipropileno.

Bomba de vacío: En esta operación la resina plástica que salió de la máquina extrusora, pasa a través de un tubo metálico el cual se lo calibra para darle el diámetro requerido por el cliente. En este caso se calibra el tubo metálico con un diámetro de 14 milímetros.

Enfriado: En esta operación simplemente el producto pasa a través de unos cubos de enfriado que se los utiliza para bajar la temperatura de los tubos.

Puller – Jalador: En esta actividad el tubo plástico que continua en el proceso, recibe el espesor que pide el cliente. Este espesor se lo calibra según la velocidad que se le dé al jalado.

Cortado: Para finalizar el proceso un operario corta el tubo plástico según la longitud que requiera el cliente. En este caso de 3 metros de largo.

5.1 Definición de los problemas del proceso.

Mediante una entrevista al jefe de planta se determinó los problemas que presentaba la línea de producción, se los clasificó según el tipo de problema, sea de cultura, de proceso o de tecnología. En la Tabla 1 se presentan las respuestas del jefe de planta junto a su clasificación según los problemas antes mencionados.

Tabla 1. Clasificación de los problemas

RESPUESTAS DEL JEFE DE PLANTA	CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS
Las decisiones solo la toma el Jefe de Planta.	PROBLEMA DE CULTURA
Poca comunicación entre el Jefe de Planta y los trabajadores.	PROBLEMA DE CULTURA
Ausentismo e interrupciones en el proceso por falta de experiencia.	PROBLEMA DE CULTURA/PROBLEMA DE PROCESO
Existe falta de organización en el requerimiento de materia prima.	PROBLEMA DE CULTURA/PROBLEMA DE PROCESO
Existe mucho material obstaculizando el movimiento del personal por el desorden en la planta.	PROBLEMA DE CULTURA/PROBLEMA DE PROCESO
Existe producto defectuoso que debe ser reprocesado.	PROBLEMA DE CULTURA/PROBLEMA DE TECNOLOGÍA
Existen paros de máquinas por daños y fallas.	PROBLEMA DE CULTURA/PROBLEMA DE TECNOLOGÍA
No está establecida una política de producción.	PROBLEMA DE CULTURA
Poco conocimiento en el uso de los equipos de trabajo.	PROBLEMA DE TECNOLOGÍA

Se ordenó los problemas de cultura, proceso y tecnología de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia, desde alta, hasta baja frecuencia. Se consideró la ocurrencia de un problema si este ocurre por lo menos una vez. Los problemas de alta prioridad son problema de alta frecuencia. Son problemas de alta

frecuencia los que existen igual o más del 50 % del total de problemas existentes en el proceso. En la tabla 2 muestra la frecuencia de ocurrencia de los problemas encontrados en el proceso. El proceso de cultura por ser el de mayor frecuencia de más del 50 % del total de los problemas, se lo determina como el problema de mayor prioridad a ser eliminado o minimizado en el proceso.

Tabla 2. Frecuencia de los problemas

CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS	FRECUENCIA
PROBLEMA DE CULTURA	8
PROBLEMA DE TECNOLOGÍA	3
PROBLEMA DE PROCESO	3

5.2 Identificación de los desperdicios

Una vez identificados los problemas, se procedió a identificar los desperdicios por medio de un formato de preguntas seleccionadas que se les realizó al personal involucrado en la línea de producción.

En la tabla 3 se muestra los resultados de las entrevistas en donde se analizó las respuestas y se clasificó los resultados según el tipo de desperdicio, tabulando el porcentaje de cada desperdicio.

Tabla 3. Tabla de porcentajes de los desperdicios

Desperdicio	Total	%
CULTURA		
RR. HH	16	80%
Proceso	3	20%
Defecto	2	40%
Espera	2	20%
PROCESO		
RR. HH	2	40%
Sobreproducción	0	0%
Proceso	3	20%
Espera	0	0%
Movimiento	7	70%
Transporte	1	20%
TECNOLOGÍA		
RR. HH	1	20%
Proceso	5	33%
Espera	7	35%
Inventario	1	20%

Luego se priorizó como desperdicio de alta frecuencia al que presentaba un porcentaje de presencia mayor al 50%. En este caso fue el desperdicio de CULTURA-RRHH y el de PROCESO-Movimiento a los que se les calificó como de alta prioridad para ser eliminados.

Para el caso del desperdicio de CULTURA-RRHH se determinó utilizar la técnica de Trabajo en equipo con el fin de mejorar el aspecto cultural de los

operadores ya que se ha visto deteriorada por el sentimiento que ellos tienen de no ser tomados en cuenta en las decisiones que se realicen en la planta.

En el caso del tipo de desperdicio PROCESO-Movimiento se utilizó la técnica lean de 5s, con el fin de mejorar en organización y orden el sitio de trabajo.

6. Eliminación de los desperdicios

6.1 Trabajo en equipo

Para establecer una cultura de trabajo en equipo en el área que se está estudiando, se recurrió a la teoría de las 5c que se detalla a continuación [3]:

Complementariedad: cada miembro domina un espacio determinado del proyecto. Todos estos conocimientos son necesarios para sacar el trabajo adelante.

Coordinación: el grupo de empleados, con un líder a la cabeza, debe actuar de forma organizada con vista a sacar el proyecto adelante.

Comunicación: el trabajo en equipo exige una comunicación abierta entre todos sus miembros, esencial para poder coordinar las distintas actuaciones individuales.

Confianza: cada persona confía en el buen hacer del resto de sus compañeros. Esta confianza le lleva a aceptar anteponer el éxito del equipo al propio lucimiento personal.

Compromiso: cada miembro se compromete a aportar lo mejor de sí mismo, a poner todo su empeño en sacar el trabajo adelante.

El primer paso es de introducir al equipo de trabajo, en este caso el equipo a formar son las personas directamente involucradas en el proceso de elaboración de tubos de media que son los 3 operadores de la línea de producción, el jefe de planta, la asistente de producción y la asistente de administración. Una vez establecidos sus miembros es necesario definir con claridad cuáles van a ser sus obligaciones y cuáles los objetivos a alcanzar.

En función de la tarea determinada hay que asignar a personas con capacidades y experiencia suficiente para cubrir adecuadamente las distintas facetas del trabajo encomendado. De acuerdo a las habilidades de cada colaborador se les asignó las responsabilidades que deberán de cumplir para lograr el objetivo final.

El jefe de planta (líder del equipo), que es la persona quien delega, tendrá que asegurarse previamente de que quien recibe la delegación cuenta con la preparación necesaria para hacer un buen uso de la misma.

Comunicación

El principal recurso para el buen funcionamiento de un trabajo en equipo es la comunicación. Para que un equipo funcione de forma eficaz es fundamental que exista un gran nivel de comunicación dentro del mismo. El trabajo en equipo exige ante todo

coordinación y esto sólo se logra con una comunicación fluida entre sus miembros.

Reuniones del equipo

El mantener reuniones periódicas es una buena oportunidad de fomentar la comunicación dentro del equipo. Una comunicación fluida entre los integrantes del equipo se favorece cuando existe una buena relación personal entre ellos.

Para establecer las reuniones de trabajo se estableció los siguientes lineamientos:

- Fijar un orden del día
Todos los asistentes deben conocer, permitiéndoles preparar aquellos temas que se vayan a tratar. El orden del día se establece con la intención de respetarlo, lo que no impide cierta flexibilidad para poder tratar algún asunto que pueda surgir sobre la marcha.
- Se debe fijar un tiempo estimado para la reunión que hay que tratar de respetar, si no las reuniones se terminan eternizando y se termina abordando asuntos de escasa trascendencia.
- Hay que evitar fijar las reuniones en horarios "inconvenientes". (Lunes a primerísima hora de la mañana, viernes por la tarde, o cualquier otro día muy avanzada la tarde, etc.).
- La sala de reuniones debe ser cómoda, amplia, bien iluminada, con la temperatura adecuada, sin ruido, etc.
- El jefe del equipo se preocupará de la participación de todos los miembros, evitando que algunos puedan acaparar la reunión mientras que otros apenas participan.
- Durante las reuniones la asistente de administración debe ir tomando notas de los asuntos tratados, decisiones adoptadas, posibles actuaciones encomendadas a algunos miembros, etc.
- Una vez finalizada la reunión, la asistente de administración presentará el resumen las medidas adoptadas que fueron discutidas en la reunión.
- En la próxima reunión la asistente de administración debe dar a conocer los puntos que fueron tratados anteriormente, quiénes participaron y cuáles fueron los acuerdos, etc.

Para el problema de habilidades no utilizadas se resolvió crear un manual de funciones para cada puesto que ocupen los miembros del equipo.

En el problema acerca de la falta de entrenamiento cruzado se propone a la empresa de realizar capacitaciones a los operadores de la línea de producción con el fin de expandir sus habilidades y ayudar a entender los trabajos de los demás. Se propone crear los siguientes programas de capacitación:

Programa 1

Dirigido a: Operadores de la línea de producción de tubos de media.

Objetivo: Conocer el mantenimiento técnico del puller.

Duración: 2 horas teóricas y 2 horas prácticas.

Módulos Teóricos:

- Explicación del sistema eléctrico del puller.
- Explicación del sistema de lubricación (piñones, rulimanes).

Módulos Prácticos:

- Directrices a seguir en caso de falla eléctrica.
- Limpieza en el interior del puller.

Programa 2

Dirigido a: Operadores de la línea de producción.

Objetivo: Conocer la actividad de la extrusora.

Duración: 2 horas teóricas y 2 horas prácticas.

Módulos Teóricos:

- Explicación del sistema eléctrico de la extrusora.
- Abastecimiento de la tolva.

Módulos Prácticos:

- Directrices a seguir en caso de falla eléctrica.
- Directrices a seguir para la lubricación del motor de la extrusora.

6.2 5S

El sistema 5s busca un arreglo seguro, limpio y ordenado del área de trabajo que proporcione un lugar específico para cada cosa, y elimine cualquier cosa que no sea necesaria con la finalidad de eliminar desperdicios que alteren la productividad del proceso [4].

Se conversó con el jefe de planta acerca la implementación del sistema de 5s, se le proyectó los beneficios que se adquirirán en el proceso de implementación. Se concordó los días en los cuales se iba a capacitar a los empleados involucrados en el proceso de producción de tubos de media, sin alterar mucho en la realización de sus tareas laborales diarias.

6.2.1 Seiri

La implementación del primer pilar de las 5s consiste en identificar los artículos o stocks que son innecesarios para el proceso y separarlos de los necesarios que de alguna u otra forma obstruye en el proceso.

Las tarjetas rojas son utilizadas para etiquetar todo objeto innecesario que obstruya el proceso de producción. Se realiza la implementación de las tarjetas rojas para una eficaz identificación de los elementos innecesarios presentes en las operaciones del proceso.

La tarjeta roja que se creó para este propósito es como la que se muestra en la figura 1. La tarjeta tiene un tamaño de carta comercial.

TARJETA ROJA	
ÁREA:	
CATEGORÍA	(1) EQUIPO (2) ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS (3) MATERIA (4) PIEZAS (5) PRODUCTO TERMINADO (6) MATERIAL DE OFICINA
NOMBRE DEL ELEMENTO:	CANTIDAD:
RAZÓN	(1) NO NECESARIO (2) DEFECTUOSO (3) NO NECESARIO PRONTO (4) MATERIAL DE DESECHO (5) USO NO CONOCIDO
MÉTODO DE DESCARTE:	
FECHA ACTUAL:	
LLENADO POR:	

Figura 1. Tarjeta roja

En la tabla 4 se resumió los resultados de las tarjetas rojas que se colocó de acuerdo a los elementos innecesarios encontrados por área.

Vemos que el área que se colocó mayor cantidad de tarjetas rojas es en el molino por lo que se debe dar mayor énfasis en los métodos de organización que se darán en tal área.

Tabla 4. Resumen de las tarjetas rojas

ÁREA	NÚMERO DE TARJETAS ROJAS	CANTIDAD DE ELEMENTOS
MOLINO	7	50
EXTRUSIÓN	6	29
BOMBA DE VACÍO	2	2
ENFRIAMIENTO	2	5
PULLER	4	5
CORTADO	5	46
TOTAL	26	137

Una vez identificado los elementos innecesarios y de haberles colocado las tarjetas rojas, se procedió a efectuar los métodos de descarte que se determinó para cada objeto. Logrando esto la línea de producción estará equipada de los elementos y herramientas necesarias para sus funciones.

6.2.2 Seiton

Dentro del sistema 5s, se implemente el Orden para identificar el lugar adecuado para los artículos identificados en la primera s, como necesarios para el proceso. Para un buen orden de los elementos se requiere que todo esté visible y accesible, además de definir límites al inventario.

Para el proceso de implementación de Seiton se utilizarán la estrategia de los indicadores y la estrategia de pintura.

Estrategia de indicadores

La estrategia de los indicadores es un método para mostrar claramente qué elementos necesarios, se situarán en cuáles localizaciones y en qué cantidades, conforme se hace más ordenada la planta.

Se armó estanterías y armarios como se presenta en la figura 2, para los elementos con uso ocasional, el

cual se los colocó en una distancia adecuada que no obstruya el paso de los operadores dentro del área de trabajo.



Figura 2. Estantería para herramientas de uso ocasional.

En el caso del armario que se armó para los accesorios y herramientas que se utilizan para mantenimiento y que son de baja frecuencia de uso, se puso a cada cajón un letrero como se indica en la figura 3.

HERRAMIENTAS PARA MANTENIMIENTO		
FAMILIA:	CANTIDAD:	RESPONSABLE:

Figura 3. Formato del letrero para gavetas

Para los elementos frecuentes como por ejemplo herramientas de uso diario se los colocó en un armario de vidrio en donde estén visibles los objetos. Se colocó un cartón prensado con huecos para colgar los materiales en el armario, además se dibujó el borde de cada elemento en el cartón para indicar el lugar asignado para guardar la herramienta tal como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Elementos frecuentes

6.2.3 Seiso

El tercer pilar del sistema 5s consiste en limpiar y eliminar toda fuente de suciedad dentro de la planta, que además de generar riesgos a la salud de los operadores, puede también provocar deterioro a las máquinas y herramientas de trabajo que se encuentran en la fábrica.

Una buena limpieza requiere de la colaboración de todos los empleados en una planta, y se busca que la limpieza sea rutinaria y no esperar que se llame la atención para hacerlo. El tercer pilar de las 5s también define a la limpieza como una limpieza de inspección ya que se busca que los trabajadores sean capaces de ver anomalías en las máquinas en las cuales están trabajando, y por último darle las capacidades necesarias a los operadores para tengan iniciativa en la reparación inmediata en caso de alguna avería encontrada en el momento de la inspección.

En la planta se determinan metas para el proceso de la limpieza, en donde se propuso la cooperación de los trabajadores involucrados en el proceso de producción, además del jefe de planta, en convertir en un hábito disciplinado el proceso de limpieza con el fin de minimizar las fuentes de desperdicio y prolongar la vida de los elementos utilizados en la planta.

6.2.4 Seiketsu

El cuarto pilar de las 5s implica crear las reglas necesarias para mantener y controlar las primeras 3s. Es un estado y no una actividad ya que enseña a diseñar las formas de evitar que la desorganización vuelva y el polvo y la suciedad se acumulen.

Una manera de mantener los pilares implementados es la aplicación del mapa 5s. El mapa 5s permitirá que los trabajadores involucrados en el proceso participen dando sugerencias de mejora para la línea de producción. Se colocará una vista de la planta en donde se muestren las áreas de la fábrica tal como se ve en la figura 5, con el fin de que los trabajadores escriban sugerencias de mejora en las etiquetas de mejora que elaboraron para el mapa 5s y las peguen en el área donde creen que se deba realizar la mejora.

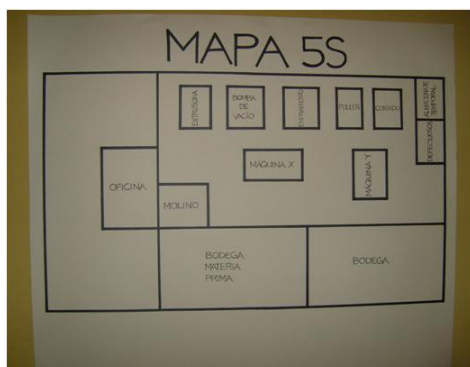


Figura 5. Mapa 5s

6.2.5 Shitsuke

El último y quinto pilar del sistema 5s se lo define como “hacer un hábito de los procedimientos correctos de mantenimiento”. La disciplina está relacionada directamente con el cambio cultural de las personas, es por eso que sólo la conducta demuestra su presencia, sin embargo se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

Es por eso que se presentó programas que motivaran al personal y que los estimule a seguir practicando la aplicación del sistema 5s, y que se involucren de tal manera que ellos formen parte de las decisiones que mejoren continuamente el proceso.

Tales eventos se los realizará en el transcurso del año. En el caso de la patrulla 5s se evaluará el desarrollo total del sistema, y se lo hará para cada área. En este caso la patrulla será conformada por el jefe de planta, la asistente de planta y la asistente administrativa de la empresa. Ellos tendrán el deber de evaluar por área la implementación total del sistema. Como se acordó con el jefe de planta, esta actividad se la realizará una vez por semana todo esto con el fin de ayudar a detener algún retroceso en las condiciones 5s.

7. Resultados

Una vez que el proceso de producción ha sido mejorado, es necesario realizar nuevas mediciones con el fin de observar si las expectativas se cumplieron.

Las expectativas que se planteó en la empresa en cuanto al aumento de la productividad eran de mejorar en un 40%, lo cual se cumplió satisfactoriamente gracias a los cambios que se propuso como solución de mejoras a problemas encontrados en la planta.

En la tabla 5 se muestra los indicadores que se midieron en el capítulo 3 junto a las expectativas que se planteó junto al jefe de planta, y las medidas alcanzadas luego de las mejoras.

Tabla 4. Resumen de las tarjetas rojas

MEDIDAS	ACTUAL	EXPECTATIVA	MEDIDAS ALCANZADAS
Cantidad de producto terminado	600 tubos/día	Incrementar 40%	840 tubos/día
Tiempo de Ciclo	1min/tubo	Reducir 40%	0,6 min/tubo

7.1 Análisis costo beneficio

La inversión que se realizó para implementar la metodología estudiada en la presente tesis se detalla en la tabla 5.

Para sacar la inversión horas-hombre se tomó el tiempo que se requirió del personal de planta que estaba involucrado en el proceso a mejorar. Tanto para la capacitación como en la implementación de las 5s se requirió casi una hora al día de los trabajadores de la línea de producción.

Tabla 5. Inversión realizada

INVERSIÓN	
Inversión Horas-Hombre	229,35
Papelería para capacitación	14,5
Cartuchos de impresión	45
Material para tarjetas rojas	5,4
Material para estrategia de indicadores	5,8
Material para estrategia de pinturas	32,5
Equipo para limpieza	21
Juego de cuchillas del molino	120
Juego de sierras para la operación de cortado	45
Total de la Inversión	\$ 518,55

Tal inversión es justificada por los beneficios que va recibir la empresa luego de realizar las mejoras en la línea de producción de tubos de media.

Con la implementación de la metodología de mejora, solo en el primer mes existe un beneficio de \$297. A partir del siguiente mes ya se justifica la inversión de \$518,55 que se realizó, ya que el beneficio hasta el segundo mes llega a la cifra de \$594.

A pesar de aumentar la productividad de la línea de producción de tubos de media, ésta seguirá produciendo la misma cantidad al mes, con la diferencia de que se fabricarán los tubos sin necesidad de utilizar horas extras.

La diferencia de los valores de utilidad neta se debe a la disminución de los gastos operativos, ya que las horas extras que se realizaban en la planta ya no serán necesarias debido a que el tiempo de transformación de un tubo disminuyó en un 40%, permitiendo que la empresa cumpla con el pedido del cliente sin la necesidad de recurrir a las jornadas suplementarias, que se habían convertido en un gasto innecesario para la planta.

8. Conclusiones y Recomendaciones

8.1 Conclusiones

Una vez implementado las metodologías de producción esbelta al proceso en estudio, se concluye con la mejora en la productividad de la línea de producción de tubos plásticos por medio de técnicas de eliminación de desperdicios.

Se definió los problemas que acarreaban en el proceso de producción de tubos de media, seleccionando y priorizando los que presentaban mayor impacto negativo en las operaciones, con el fin de eliminarlos o minimizarlos.

Se identificó los tipos de desperdicios que presentaba la línea de producción mediante una entrevista a los trabajadores involucrados en el proceso, priorizando aquellos que representaban mayor problema.

Se eliminó los desperdicios encontrados en el proceso mediante las técnicas sugeridas en la presente tesis como son el desarrollo del mapeo de la cadena de valores y las técnicas lean propuestas, siguiendo el cronograma establecido.

Se realizó el análisis costo-beneficio del proyecto realizado mediante un análisis financiero que demuestra los beneficios que la empresa recibe a partir del tercer mes de la implementación de la metodología desarrollada en la presente tesis, cubriendo la inversión realizada en los 2 primeros meses.

8.2 Recomendaciones

Se recomienda promover motivación permanente con el fin de que no decaiga el ánimo ni el entusiasmo de los trabajadores de la planta, proveyendo charlas y oportunidades para la interacción social entre los empleados.

El jefe de planta deberá de dar todo el soporte necesario para que el programa 5S se vuelva una cultura en todo el personal de la empresa. Además deberá de participar de todas las actividades que se propusieron a realizarse, en especial en aquellas donde se vayan a evidenciar los resultados de los pilares 5S.

Se recomienda realizar un análisis de la distribución de la planta, con el fin de obtener mejores resultados en cuanto a la movilidad de los objetos, la dificultad que existe al despachar el producto terminado al camión que transporta los tubos al cliente, se debe a que no se realizó el respectivo diseño de planta previo a la instalación de la fábrica.

Finalmente se recomienda que se continúe con el proceso de eliminación de los desperdicios encontrados, a pesar de que los desperdicios son de bajo impacto para la planta

9. Referencias

- [1] Womack, The Machine That Changed The World : The Story of Lean Production . J. Harper Perennial, New York, USA. 1991.
- [2] Lefcovich M. "El Kaizen aplicado a la industria de la construcción". Universidad Nacional Autónoma de México, www.tuobra.unam.mx/publicadas/040911121849-1_.html, Diciembre, 2008.
- [3] Del Castillo M. "Trabajo en equipo: Dos es mejor que uno". Instituto Tecnológico de Sonora, http://biblioteca.itson.mx/oa/educacion/oa5/trabajo_en_equipo_dos_es_mejor_que_uno/p5.htm, Octubre, 2009.
- [4] Hirano, H. 5 Pilares De La Fábrica Visual. Productivity Press, 1º edición, Oregon, USA, 1995.