



Mejoramiento de Una Línea de Producción de Estanterías de Almacenaje para Uso Industrial Mediante La Técnica 5S

(1) Chile, Luís; (2) Barcia, Kleber

(1) Ingeniería de la Administración y Producción Industrial 2008; email: lexluischile@hotmail.com

(2) Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, email: kbarcia@espol.edu.ec.

Resumen

El presente artículo desarrolla un plan de mejoras para una empresa metalmeccánica que desea implementar un sistema que mejore toda la línea de producción de las estanterías metálicas y consecuentemente reduzca en forma porcentual los desperdicios generados que inicialmente se encontraban en la planta de producción de la empresa. Además esta mejora permitió una mejor atención al cliente en cuanto a las entregas oportunas del producto terminado y también permitió la regulación de los procesos de producción. Por medio de las 5s se logró dar crédito al cambio sustancial tanto del entorno laboral como económico, estableciendo medidas adecuadas que permiten trabajar de manera eficiente en los diferentes procesos de producción. Esto inicia con la realización del mapeo de la cadena del valor del estado actual donde se estableció los puntos críticos que generaban desperdicio, consecuentemente a través de metodologías preestablecidas de producción esbelta en este proyecto se identificaron y clasificaron los desperdicios con más prioridad a ser eliminados dentro de la línea de producción. Terminando con la aplicación de los pilares de la filosofía de calidad como es las técnicas de las 5's, que nos permitió eliminar o reducir la incidencia que generaba el desperdicio identificado, además se muestra el costo de la inversión que representa la implementación del sistema de calidad y el beneficio al cabo de su implementación.

Palabras Claves: Producción, Procesos, Mapeo de la Cadena del Valor, Identificación y Clasificación de Desperdicios, 5'S, Mejoras, Implementación.

Abstract

The present article develops a plan of improvements for a company metallurgical industry/that wishes to implement a system that improves all the line of production of the metallic bookcases and consequently it reduces in percentage form the generated wastes that initially were in the plant of production of the company. In addition it is improvement allowed one better attention to the client as far as the opportune deliveries of the finished product and also it allowed the regulation of the production processes. By means of 5s it was managed to give credit as much to the substantial change of the surroundings labor as economic, establishing measured adapted that allows to work of efficient way in the different processes from production. This initiates with the accomplishment of the mapped of the chain of the value of the present state where it settled down the tactically important points who generated waste, consequently through pre-established methodologies of slim production in this project they were identified and they classified the wastes with more priority to be eliminated within the line of production. Finishing with application of pillars of philosophy of quality like is techniques of 5's, that allowed to eliminate or to reduce the incidence us that generated the waste identified, in addition is the cost of the investment that represents the implementation of the quality system and the benefit after its implementation.

1. Introducción y Generalidades

El desarrollo este artículo trata sobre una empresa metalmeccánica que debido a la inclusión de nuevos productos en su planta de producción en los últimos cinco años, hicieron que vayan en la búsqueda de mecanismos de control que mejoren los procesos de producción, de una de sus líneas de producción, como es el caso de los rack's, que son unos de los productos que les genera utilidades muy representativas. Además con la implementación de estas mejoras permitan el control eficiente de toda de producción, logrando ser más competitivos dentro del mercado de las góndolas y racks (estanterías de almacenaje).

1.1. Planteamiento del Problema

El siguiente artículo está enfocado en la mejora de de una línea de producción de una fábrica metalmeccánica, donde ha tenido un incremento en todas las líneas de producción en los últimos cinco años, debido a la inclusión de nuevos productos que exigen competitividad y por la gran demanda de su actual línea de estanterías metálicas para sistemas de almacenaje industrial como son los rack's que actualmente les ha permitido un incremento en sus utilidades, de esta manera la empresa para cumplir con las nuevas expectativas de este mercado, busca solucionar los diversos problemas que existe dentro de esta línea de producción, para el cual requiere del desarrollo de un plan de mejoramiento de los procesos de producción que muestren la eficiencia de cada recurso utilizado para la elaboración de sus productos de mayor demanda, esto a su vez cumpliendo con los lineamientos metodológicos y técnicos.

Se analizó la situación actual de la planta de producción mediante técnicas de producción esbelta para realizar un seguimiento a toda la cadena de valor del producto antes mencionado y empezar con el desarrollo del proyecto.

La empresa que incursiona el mercado de las estanterías metálicas tiene el potencial de producir estructuras de excelente calidad, generar empleo y ser orientado hacia pequeñas y medianas empresas que es una de las prioridades del actual Presidente de la empresa. Con base en lo anterior se identificó una oportunidad de implementar un programa de mejoramiento y control mediante la aplicación de una técnica de producción con enfoque al mejoramiento de los sistemas de calidad llamada **5'S** que involucra todo lo necesario para el desarrollo eficiente de la

producción y por ende genere excelentes utilidades para la empresa.

En la actualidad el mercado en el que incursiona este tipo de productos no tiene mucha competencia y la mayor parte de las empresas que han instalado estos productos en sus edificaciones, han tenido que buscar empresas en el extranjero como es el caso de Colombia, Argentina que son los más cercanos geográficamente por cuanto a costos de transporte.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este artículo se refirió al mejoramiento de una línea de producción industrial mediante la aplicación de la técnica 5 s. Para el cumplimiento de este objetivo se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Describir el proceso de producción mediante el mapeo de la cadena de valor para determinar la existencia de desperdicios a lo largo de la línea de producción de las estanterías metálicas.
- Identificar de todos los desperdicios que existen a lo largo de la línea de producción luego de la aplicación del mapeo de la cadena de valor.
- Aplicar mejoras mediante la aplicación de la técnica de las 5 s que aumentará el rendimiento de todas las estaciones de trabajo a lo largo de la línea de producción.
- Analizar el costo beneficio de la implantación de la mejora continúa a lo largo de la cadena de valor del proceso de producción de las estanterías metálicas

1.3. Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos trazados se siguieron los siguientes pasos presentados en la figura 1 a continuación:



Figura 1. Metodología de la Tesis

Descripción del proceso: Describe la situación actual de los procesos mediante el método del mapeo de la cadena de valor.

Identificación de desperdicios: En esta parte se realiza la identificación de todos los desperdicios que se encuentran a lo largo del proceso de producción.

Aplicación de mejoras a través de la aplicación de la técnica 5s: una vez identificado los desperdicios viene la aplicación de la mejora 5s, la que se centra en cinco puntos importantes, esto nos lleva a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras.

Análisis costo-beneficio: En esta parte se realiza el estudio de factibilidad del proyecto

2. Mapeo del Proceso

La empresa metalmecánica en estudio tiene aproximadamente 20 años de trayectoria en la industria metalmecánica, en los últimos cinco años ha incursionado en la producción de racks o llamadas estanterías metálicas con fines industriales para el almacenamiento de palett's o cargas de gran peso. Esta planta esta ubicada en el kilómetro 7 y medio vía a Daule, cuenta con un área de 718.9 m² de construcción, tiene aproximadamente 40 obreros dentro de la planta de producción y 10 administrativos lo que hace una empresa mediana. Algunos de los productos que elaboran son, las góndolas, mueblería, ferretería etc.

Estos productos han tenido una demanda creciente en los últimos 5 años, pero de acuerdo a la información facilitada por la empresa, las estanterías metálicas (rack's) han sido el producto que mayor ingresos por ventas en el 2007, por ende ha originado mayor utilidades para la empresa, después de las góndolas y seguido por los muebles.

Justificación del producto: El proceso de elaboración de Rack's consiste en varias etapas que en determinada empresa no cuenta con un sistema establecido y políticas que certifique una buena práctica de manufactura para la realización de esta producción.

Los rack's están constituidos por marcos y vigas (travesaños) que forman un solo cuerpo como se muestra en la siguiente figura 2:



Figura 2. Estructura de un Rack

Los materiales que se necesita para la elaboración de los rack's son los siguientes:

Tabla 1. Materiales para la Producción

MARCOS		VIGAS	
descripción	dimensiones	descripción	dimensiones
Correas (6m)	100 x 50 x 2 mm	Canales(6m)	100x50x2mm
planchas(empladores)	2mm(2,44X1,22)	planchas(orejas)	3mm(2,44X1,22)
planchas(placas)	4mm(2,44X1,22)	pinos	16mm(diámetro)
	pintura electro-estática		pintura electro-estática



Figura 3. Diseño del Marco y Viga

2.1.Desarrollo del VSM (Mapeo de la cadena de valor)

Para realizar el mapeo debemos tener en cuenta el flujo de material y de la información, por lo tanto los marcos y las vigas son los productos a los que vamos a aplicar el mapeo de la cadena de valor. La figura 4 presenta un ejemplo del flujo del proceso para la producción de marcos[1].

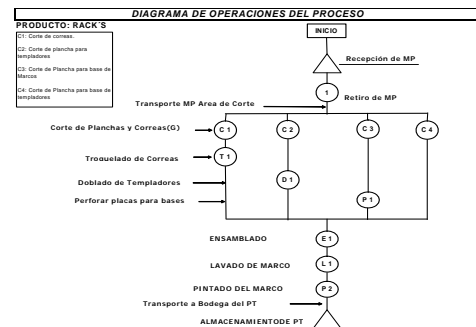


Figura 4. Diagrama de Operaciones para Los Marcos

Mapa del estado actual de Marcos y Vigas:

Para trazar el mapa del estado actual debemos tomar en cuenta los pasos y símbolos necesarios para poder comprender los flujos de material e información[1].

Esto nos servirá para entender toda la línea reproducción, cada puesto de trabajo, cada flujo del proceso como se ve en la figura 5 un ejemplo del mapa del estado actual para marcos.

Como se presenta en la tabla 6 tenemos el resultado que se obtuvo mediante entrevistas al personal y observación directa, que el desperdicio de Cultura- Espera con el 66.67 %, Proceso-Transporte con el 66.6 % del total de desperdicios encontrados y finalmente el desperdicio de Tecnología-Inventario con un porcentaje mayor al de la regla antes mencionada del 100% que se califica también como de alta prioridad. En base a estos resultados se establece la aplicación de las mejoras

3. Implementación de Las Mejoras

Para establecer el tipo de metodología a aplicarse para la eliminación de los desperdicios identificados se realizó un análisis de la mejor metodología apegada a los requerimientos necesarios en el mejoramiento de y solución, se optó por el sistema de calidad de las 5's, [1]

3.1. 5S

Seiri – Organización o Clasificación

Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos. Las tarjetas rojas son herramientas indispensables para eliminar los elementos innecesarios encontrados que obstaculicen el normal desenvolvimiento del proceso dentro de la línea de producción.

Tabla 7. Cantidad de los Elementos y Equipos Innecesarios en la Producción de Marcos y Vigas

Categoría	Descripción	Total TR	Cantidad de elementos
1	Maquinarias	0	0
2	Accesorios y herramientas	7	12
3	Materia prima	0	0
4	Inventario en proceso	4	424
5	Producto terminado	2	255
6	Material de recortes metálicos	9	1800
TOTAL		22	2491

La tabla 7 presenta las categorías en que son clasificados los elementos innecesarios, lo que suman un total de 22 tarjetas rojas y un total de 2491 elementos por definir su eliminación[1].

Seiton - Orden

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. En esta parte se empleó gráficas de los lugares que representan la línea de producción,

tomando en cuenta el cumplimiento de cada ordenamiento o procedimiento a establecerse en cada área y regirse de esta manera en los procesos dentro de la línea de producción[1].

En esta parte se desarrolló una serie de eventos que involucra cada área designada y codificada que van desde la letra "A" hasta la "G" terminando con el área del producto terminado la figura 6 presenta la estrategia de pintura y ubicación de los diferentes puestos de trabajo[1].

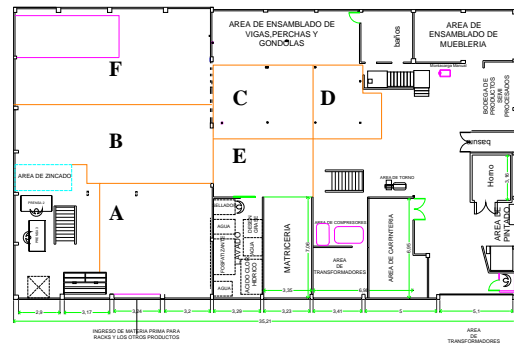


Figura 6. Asignación de las Áreas de Producción Para la estandarización

Tabla 8. Codificación de las Áreas en la Planta de Producción

ASIGNACIÓN	AREAS
A	Almacenaje de MP(planchas, correas y canales)
	Corte de planchas Corte de canales y correas
B	Troquelado de placas y correas
	Ensamblado de Marcos
C	Ensamblado de Vigas
D	Doblado de templadores
	Taladrado de Placas
E	Lavado de Marcos y vigas
F	Pintado de Marcos y Vigas
G	Almacenaje de producto terminado

De acuerdo a esta codificación se asignan los responsables para cada área.

En esta parte también se emplea la estrategia de los letreros que se ubican en cada área con el fin de establecer una cultura de disciplina, llevando a cabo los procedimientos de acuerdo a las mejoras implantadas. La figura 7 muestra un letrero como ejemplo en unas de las áreas de la planta de producción[1].

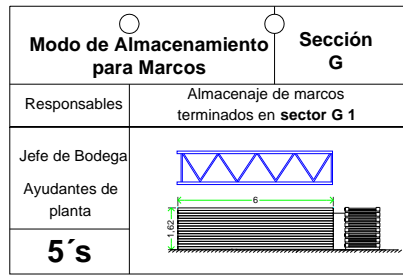


Figura 7. Letrero de indicación del modo de Almacenamiento de los marcos en el área "G"

Seiso – Limpieza

Este pilar consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud[1].

Se conformo la patrulla 5's de 4 personas que se integran una vez establecidas las reglas del juego al inicio de la implementación. Además son las mismas personas que integran el consejo 5's que son las siguientes.

- Jefe de producción
- Supervisor de planta
- Jefe de bodega
- Representante de los trabajadores

Además de esta Integración de estas personas para el control y cumplimiento, se complementan también con varias herramientas de limpieza que permiten la eficiencia en el proceso del mejoramiento.

Además de existir hojas de control para llevar un seguimiento del cumplimiento de las normas establecidas[1].

Seiketsu – Estandarizar.

El fundamento de la limpieza es barrer y fregar. El fundamento de la limpieza estandarizada es asegurar que la organización, orden y limpieza se mantengan e incorporen a las actividades diarias[1].

Para esto se estableció responsables en cada área para tener control de las acciones correspondientes a las áreas codificadas y mantener de manera eficiente las operaciones de producción.

Tabla 9. Responsables de Áreas Clasificadas

Área	Responsable	Área	Responsable
A1	Maestro y Ayudante	E1	Maestro y ayudante
A2	Jefe de Bodega	E2	Maestro y ayudante
A3	Maestro y Ayudante	Área	Responsable
A4	Jefe de Bodega	F1	Maestro y ayudante
A5	Maestro y Ayudante	F2	Maestro y ayudante
Área	Responsable	F3	2 Ayudantes
B1	Maestro y Ayudante	Área	Responsable
B2	Maestro y Ayudante	G1	Jefe de P y Ayudantes
Área	Responsable	G2	Jefe de P y Ayudantes
C1	Maestro y Ayudante	G3	Maestro
C2	Maestro y Ayudante		
C3	Ayudante		
C4	Maestro y Ayudante		

Además se incorporo un manual de procedimientos que permite asegurar las operaciones que tenga que ver con limpieza[1].

Para controlar los alcances que se tiene mediante la implementación, se emplea una metodología llamada cinco puntos que nos permite evaluar los alcances de los tres primeros pilares empleados y tomar decisiones en cuanto a las acciones correspondientes de las mejoras[1].

Tabla 10. Lista de la Evaluación de Cinco Puntos de los Tres Primeros Pilares

N°	Proceso y punto de chequeo	Diagn. Embarse			Fecha	
		Nivel de Organización	Nivel de Orden	Nivel de Limpieza	Asignado por	Analizado por
1	Sección A	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		
2	Sección B	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		10
3	Sección C	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		10
4	Sección D	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		9
5	Sección E	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		10
6	Sección F	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		8
7	Sección G	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		10
8	Media y Total de Línea 1	2.6	3.3	3.6		66

Shitsuke - Disciplina y Hábito

La disciplina se define como “hacer un hábito de los procedimientos correctos de mantenimiento”. Para este pilar se tiene una serie de eventos (tabla 11), donde se promociona e incentiva a cada una de las personas involucradas dentro de la planta de producción de rack's.

Tabla 11. Eventos de Promoción Para la Disciplina

Promoción para la disciplina			
N°	Tema de Promoción	Descripción	Efectos
1	Patrullas 5's	Se establece patrullas 5's para realizar recorridos periódicos de inspección	Esto ayuda a retener el retroceso en las condiciones 5's
2	Lugares de Trabajo Modelos	Se reconocen los lugares de trabajo especialmente eficientes estableciendo condiciones 5's	Eleva la moral en los lugares de trabajo modelos y promueve el despliegue lateral
3	Premios 5's	Se otorgan premios a los lugares de trabajo sobresalientes 5's	Igual que en el caso anterior
4	Inspecciones de alta dirección	Altos directivos visitan los lugares de trabajo para inspeccionar condiciones 5's y facilitar consejos y estímulo	La implementación de las 5's se convierte en un conducto de comunicación entre la alta dirección y empleados
5	Estrategia de tarjetas rojas	Con esto se consigue un arreglo visual apropiado eliminando los elementos innecesarios	Esto elimina los elementos innecesarios
6	Pequeñas charlas 5's en reuniones regulares	En reuniones de rutina de fin de semana o a inicios de semana los jefes gastan un minuto revisando las 5's	Esto promueve la preocupación por las 5's

Cada punto descrito en esta tabla 11 trata de la insistencia y la constancia que debe tener el sistema 5's al implantarlo, además esto se debe complementar con algunas herramientas de promoción para la disciplina tales como los eslogan, mapas 5's, programas 5's, memorandun 5's, poster 5's, y fotos[1].

3.2. Análisis Costo-Beneficio

En esta parte presentamos el costo de inversión que debe realizarse durante los seis primeros meses, donde se tiene que la inversión monetaria fija toma una inversión fija de 4407.17 dólares aproximadamente con un monto de 4049.78 para todo el material, equipo necesario en su aplicación y para las horas-hombre necesarias es de 357.39 dólares correspondientes para los tres pilares iniciales como; la clasificación, orden, limpieza.

Justificación de la inversión. En esta inversión realizamos un estado de resultados proyectado del promedio de ventas del año 2007, luego nos proyectamos a partir del mes de febrero dentro de los próximos 10 meses para el 2008 luego de implementarse las mejoras y con la proyección de las ventas para el 2008 sin implementarse, la diferencia que se tiene mediante estas dos proyecciones es de 5574.57 dólares, percibida dentro de los diez primeros meses lo que cubre en su totalidad la inversión dentro de los seis meses preestablecidos para su implementación con el monto de 4407.17 dólares.

4. Resultados

Las expectativas de la empresa en cuanto al aumento de la productividad mejoran en un 40% (3 a 5 marcos / día), para marcos y un 16,7 % (15 a 18 vigas / día) para vigas es decir, luego de implementar el sistema tiende a regularizar los procesos de producción dentro de la línea de Rack's, es decir la incompetencia en la entrega oportuna desaparece, se mantiene en su máxima producción por día, para marcos y vigas.

Tabla 12. Expectativas Alcanzadas de Marcos y Vigas

Rack's	Medidas	Actual	Expectativa	Expectativas Futuras	Impacto
Marcos	Productividad	3-5 marcos / día	100%	5 marcos / día	Regulación del proceso a no menos de cinco marcos por día
	Tiempo de ciclo	1,46 hrs/ marco	50%	1,46 hrs/ marco	
Vigas	Productividad	15-18 Vigas / día	100%	18 vigas / día	Regulación del proceso a no menos de 18 vigas por día
	Tiempo de ciclo	0,46 hrs / viga	50%	0,46 hrs / viga	

Nivel alcanzado 5's.

Tabla 13. Lista de Evaluación Final de Cinco Puntos para los tres primeros Pilares

N°	Proceso y punto de chequeo	Nivel de Organización	Depto: Ensamble 1		Fecha		Total	Total Previo
			Área asignada	Ánotado por:	Ánotado por:	Ánotado por:		
1	Sección A	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	12	9	
2	Sección B	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	12	10	
3	Sección C	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	12	10	
4	Sección D	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	12	9	
5	Sección E	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	13	10	
6	Sección F	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	12	8	
7	Sección G	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	12	10	
8	Media y Total de Línea 1	3,57	4,29	4,29	85	66		

La tabla 13 presenta el alcance que se ha logrado luego de seis meses de aplicación, es decir se pasa de un 66 puntos a 85 puntos de aplicación, se puede decir que los sectores más complejos de controlar son las áreas donde son compartidas por otras líneas de producción, como es el caso de la sección "A" donde también es utilizado por la línea de las góndolas, la línea de ferretería y la línea de mueblería.

Resultados de las Tarjetas Rojas

La tabla 14 presenta la disminución de casi el total de las tarjetas rojas que inicialmente se tenía, la reducción del total de tarjetas rojas implica la ampliación del sistema como modelo de desarrollo integral en todas sus áreas, es decir que debe tomarse en cuenta la necesidad de cubrir cada espacio dentro de la planta de producción, involucrando directamente con todo el personal que labora en la producción sin excepción, así de esta manera tener resultados beneficiosos y productivos.

Tabla 14. Resultados de las Tarjetas Rojas

Categoría	Descripción	Total TR inicial	Cantidad de elementos	Costo Operativo Promedio inicial	Total TR final	Costo Operativo Promedio final
1	Maquinarias	0	0,00	0,00	0	0,00
2	Accesorios y herramientas	7	12	119,38	1	6,09
3	Materia prima	0	245	245,00	0	9,40
4	Inventario en proceso	4	424	385,00	1	32,34
5	Producto terminado	2	255	258,00	1	20,64
6	Materia de recortes	9	1800	187,00	1	15,15
TOTAL		22	2738	1194,38	4	83,61

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Se describió el proceso de producción mediante el mapeo de la cadena del valor del estado actual presentados en el literal 2, tanto para marcos como para vigas

Se identifico y clasifico todos los tipos de desperdicios dentro de la línea de producción establecidos inicialmente, priorizando aquellos que representa mayor problema dentro de los procesos de producción.

Se logró mejorar la actual línea de producción implemento el sistema 5's a todas las áreas involucradas que intervienen en la línea de producción de rack's, produciendo un cambio en el ambiente laboral, la regulación de los procesos en todas sus etapas.

Se realizo el presupuesto para la inversión inicial del proyecto tomando en cuanto el costo de la implementación y el beneficio que se



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



obtuvo al recuperar la inversión al término de los diez meses después de haber iniciado su implementación.

Finalizando con la presentación del mapeo de cadena del valor del estado final correspondiente al capítulo 5 de los resultados.

Nombre: Dr. Kleber Barcia V.
Director de Tesis

5.2. Recomendaciones

Para tener mejores resultados se recomienda la ampliación del sistema 5's en toda la planta de producción, tomando en cuenta la importancia de cada pilar a implementarse

La actual planta de producción debe buscar el traslado a un lugar con amplio espacio para ejecutar las operaciones de manera eficiente y eficaz.

Se recomienda no retrasar los pagos a los proveedores como a los trabajadores, ya que este último demuestre rebeldía o desobediencia en los procedimientos establecidos y consecuentemente lleven al fracaso del sistema implementado.

6. Referencias

- [1] Chile, Luis, Tesis: “Mejoramiento de una Línea de Producción de Estanterías de Almacenamiento para Uso Industrial Mediante la Técnica de las 5 S”, FIMCP – ESPOL, Año 2008.
- [2] Rother, M., Shook, J. Cartografía de la cadena de valor. Ann Arbor-Offpiste Designe, Michigan, EUA 1998.
- [3] Chase, Aquilano, Jacobs, Administración de la producción y operaciones. Mc. Graw Hill, México 2004.
- [4] -----.“Manufactura-Esbelta”, www.innovacioncreativa.com, Argentina, Octubre 2007.
- [5] Lefcovich, M, “Estrategia Kaizen”, www.gestiopolis.com, Argentina, Octubre 2007.
- [6] Hiroyuki, Cinco pilares de la fabricación visual. TGH-Hoshin, S.L. España. 1997.
- [7] Barcia, K., “Manual para Mejorar Sistemas de Producción y Servicio”, ESPOL, Ecuador, octubre 2007.

Visto bueno en conformidad del artículo de tesis presentado