



Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Anteproyecto



**“APLICACIÓN DE
HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS
DE MEJORA DE LA
PRODUCTIVIDAD EN UNA
PLANTA DE FABRICACIÓN
DE ARTÍCULOS DE
ESCRITURA”**

PFC presentado para optar al título de Ingeniero
Técnico Industrial especialidad MECÁNICA
por **Leonardo Espejo Ruiz**

DNI 47614073W

Barcelona, 10 de Junio de 2010

Tutor proyecto: Juan Velasco
Departamento de Ingeniería Mecánica (DEM)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDICE MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA	1
Resum	3
Resumen	3
Abstract.....	4
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	7
1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	7
1.2. ALCANCE DEL PROYECTO.....	7
CAPÍTULO 2: PRODUCTIVIDAD	9
2.1. DEFINICIÓN DE PRODUCTIVIDAD	9
2.2. PRODUCTIVIDAD EN EL MARCO NACIONAL.....	10
CAPÍTULO 3: DEFINICIÓN DEL ENTORNO LABORAL.....	12
3.1. HISTORIA DE LA EMPRESA.....	12
3.2. MARCO PERSONAL EN LA EMPRESA.	13
3.2.1 Situación histórica	13
3.2.2. Situación ideal:.....	14
CAPÍTULO 4: ESTRATÉGIA PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL.....	15
4.1 INTRODUCCIÓN A LA FILOSOFÍA LEAN.....	15
4.1.1. Sistema eficiente	15
4.1.2 Definición de la filosofía Lean	16
CAPÍTULO 5: JIT.....	21
5.1 MARCO TEÓRICO	21
5.2 OBJETIVOS A CORTO PLAZO DEL JIT.....	22
5.2.1. Los Mudas (lo innecesario, el despilfarro).....	22
5.3 OBJETIVOS A LARGO PLAZO DEL JIT	24
CAPÍTULO 6: HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD.....	26
6.1.INTRODUCCIÓN A LAS HERRAMIENTAS.....	26
6.2. HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD.....	27
6.3. HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE COSTES-PRODUCTIVIDAD.....	28
6.4. HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LOS PLAZOS.....	31

CAPÍTULO 7: SELECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS PARA LA IMPLANTACIÓN.	35
7.1. IMPLANTACIÓN 5S 's EN LA PLANTA DE FABRICACIÓN.	35
7.2. IMPLANTACIÓN DE SECUENCIADOR KANBAN (FLUJO TIRADO).	38
7.3. IMPLANTACIÓN DE SMED.	39
7.4. IMPLANTACIÓN DEFINICIÓN MÉTODO DE TRABAJO.	39
CAPÍTULO 8: PLANIFICACIÓN DE TAREAS.	41
8.1 PROGRAMACIÓN DE TAREAS	41
8.2. DIAGRAMA DE GANTT.	43
CAPÍTULO 9: PRESUPUESTO.	44
9.1. BASES DEL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO.	44
9.2. PRESUPUESTO Y DESGLOSE.....	45
9.3. ESTIMACIÓN AMORTIZACIÓN.....	46
CAPÍTULO 10: BIBLIOGRAFÍA.....	49

RESUM

A Aquest treball que a continuació es presenta està basat en una aplicació d'eines de millora de la productivitat en una planta de fabricació automàtica d'articles d'escriptura de les deu empreses líders mundials en articles d'aquestes característiques.

La idea del treball parteix de l'experiència que com a treballador he acumulat en els catorze anys que porto dedicats a la indústria. Des que vaig començar com a operari fins arribar a ser responsable d'una planta de fabricació i seixanta persones a càrrec he tingut la inquietud de millorar diàriament en aspectes que he considerat vitals per millorar la productivitat i que ara plasmaré en aquest treball.

Paral·lelament a la meva formació acadèmica he realitzat cursos relacionats amb les eines destinades a la millora de la productivitat i són aquestes juntament amb els meus coneixements i experiències professionals les que vull desenvolupar.

Millora Contínua, Producció esvelta, 5S, Kanban, Poka Yoke, Malbarataments, Kaizen..., conceptes basats en la filosofia Lean Manufacturing són en els quals centraré aquest treball de final de carrera.

RESUMEN

Este trabajo que a continuación se presenta esta basado en una aplicación de herramientas de mejora de la productividad en una planta de fabricación automática de artículos de escritura de una de las diez empresas líderes mundiales en artículos de estas características.

La idea del trabajo parte de la experiencia que como trabajador he acumulado en los catorce años que llevo dedicados en la industria. Desde que empecé como operario hasta llegar a ser responsable de una planta de fabricación con sesenta personas a cargo he tenido la inquietud de mejorar diariamente en aspectos que he considerado vitales para mejorar la productividad y que ahora plasmaré en este trabajo.

Paralelamente a mi formación académica he realizado cursos relacionados con las herramientas destinadas a la mejora de la productividad y son estas junto con mis conocimientos y experiencias profesionales las que deseo desarrollar.

Mejora Continua, Producción Esbelta, 5S, Kanban, Poka Yoke, Despilfarros, Kaizen..., conceptos basados en la filosofía Lean Manufacturing son en los que centraré este trabajo de final de carrera.

ABSTRACT

This work is presented below is based on an implementation of tools for improving productivity in a manufacturing facility Automatic writing instruments of the ten world leaders in such items.

The idea of working part of the experience I have accumulated as a worker in the fourteen years I have been engaged in the industry. Since I started as a worker to become responsible for a manufacturing facility with sixty people in charge have had the concern to improve every day in ways that I considered vital to improving productivity and now execute in this work.

Alongside my academic training I have taken courses related to the tools for improving productivity and it is these along with my professional knowledge and experience which I wish to develop.

Continuous Improvement, Lean Manufacturing, 5S, Kanban, Poka Yoke, waste, Kaizen ... concepts based on Lean Manufacturing philosophy are in this work will concentrate limit

AGRADECIMIENTOS

Son varias las personas a las que tengo que dar las gracias por haber colaborado de forma directa e indirecta en la realización del trabajo. Resaltar la voluntad desinteresada que por parte de la planta de fabricación de montura automática y en concreto Gregorio Flores y Juan Antonio Oliver, departamento de planificación en especial a Roland Rodríguez y departamento de Oficina Técnica. Todos ellos además de aportar; me han tenido que soportar.

Evidentemente a mi familia: padres, hermanas y hermanos políticos que en alguna ocasión durante la realización del trabajo han tenido que "liberarme" de las dos personas a las que tengo que dedicar este trabajo especialmente; mi mujer Laura y mi "muñeco" Lucas, a los que tengo, además de agradecer, dedicar este trabajo ya que sin la comprensión de una y sin el tiempo que tendría que haber dedicado a otro no hubiera sido posible realizar este proyecto.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El objeto de este anteproyecto es el de realizar un estudio de la situación actual en el marco productivo de una empresa dedicada desde hace cincuenta años a la fabricación de artículos para la escritura.

Para poder implantar las herramientas de mejora a la producción es indispensable definir el concepto de productividad. Posteriormente se procederá a realizar un seguimiento cronológico sobre la empresa en la que se va a implementar el estudio así como en los artículos en los que centra su producción. Finalmente se puntualizarán las herramientas de mejora que se van a implementar mediante una breve descripción y su método de aplicación.

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El principal objetivo del proyecto es; una vez definidos los parámetros actuales en la producción de la planta de fabricación, definir, desarrollar e implantar mejoras productivas con el fin de aumentar la productividad, flexibilizarla, disminuir los despilfarros, disminuir los stocks, disminuir los espacios, eliminar los stocks de seguridad e intermedios... En definitiva poner en práctica mejoras de la productividad para conseguir que esta sea lo más eficiente posible.

1.2. ALCANCE DEL PROYECTO

Al ser una implantación real en una empresa el factor principal al que hay que remitirse es al tiempo de ejecución. En este anteproyecto se van a introducir la mayoría de herramientas que tienen que ver con la fabricación esbelta (lean manufacturing). La implantación, seguimiento, estandarización y generar la filosofía de trabajo en la compañía es un proceso que puede durar años y el cual debe perdurar y mejorar diariamente (mejora continua).

Por este motivo el alcance del proyecto se definirá a la finalización del anteproyecto y mediante un diagrama de Gantt y dependerá en exclusividad del tiempo real para la implantación de las mejoras.

CAPÍTULO 2:

PRODUCTIVIDAD

2.1. DEFINICIÓN DE PRODUCTIVIDAD

Una definición simplista de productividad puede ser simplemente el lograr obtener "más por menos".

La productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados; es por tanto un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes o servicios.

Uno de los problemas comunes es el confundir el concepto de productividad con otros conceptos como:

- eficiencia (la ejecución disciplinada de un trabajo determinado aunque este no resulte efectivo en conseguir los resultados deseados),
- eficacia (la obtención del resultado deseado, aunque no se haya ejecutado el trabajo o plan de forma disciplinada),
- intensidad del trabajo (el sobreesfuerzo del trabajador en la realización de sus actividades ya sea mediante el aumento de horas de trabajo o exigiendo mucha más producción en la misma jornada de laboral).

Karl Marx definió la productividad del trabajo de la siguiente forma:

"...el grado social de productividad del trabajo se expresa en el volumen de la magnitud relativa de los medios de producción que un obrero, durante un tiempo dado y con la misma tensión de la fuerza de trabajo, transformada en producto...".

O en otras palabras es el lograr conseguir mayor producción sin aumentar las horas de trabajo ni exigir más esfuerzo por parte del trabajador o "conseguir más por lo mismo", en este caso Marx apelaba a que un trabajador con mayor destreza y mejores conocimientos es capaz de aumentar el producto o mejorar el servicio gracias a su habilidad o talento que ha sido mejorado con el tiempo de práctica, sin necesidad de aumentar las horas de trabajo o exigiéndose un sobreesfuerzo en la misma jornada laboral.

Klein en 1965 definió la productividad como: "La relación que existe entre la meta lograda y los recursos gastados con ese fin".

Si bien muchos de los conceptos de productividad vienen de épocas muy diferentes a la actual, sus conceptos siguen siendo válidos ya que en la actualidad lo que más ha cambiado son los factores que influyen en la productividad, por ejemplo la innovación de los productos (actualmente una empresa puede ser totalmente reemplazada por otra que use productos con una tecnología superior), la gestión de tiempo, el manejo de los recursos humanos, entre otros.

Existen una serie de indicadores como el tiempo, la eficiencia con las que se puede evaluar si una economía es más o menos productiva o si es más o menos competitiva, ya que por ejemplo cuanto menos tiempo tardemos en producir un determinado bien, más productiva será una economía.



Figura 2.1. Elementos fundamentales que definen productividad.

2.2. PRODUCTIVIDAD EN EL MARCO NACIONAL

España se encuentra a la cola de Europa en productividad y esto se refleja en mayores costes y, por tanto, menor rentabilidad.

Con la contracción actual de la demanda, es de suma importancia que la empresa sea flexible en todos sus ámbitos y se adapte rápidamente a la nueva situación. Cuanto más tiempo pase, más dinero se pierde.

Además el mercado es cada vez más dinámico y competitivo; por ello tanto las organizaciones como los individuos, deben desarrollar y mantener una alta flexibilidad y capacidad de aprendizaje para conseguir una adaptación continua al entorno.

Este hecho da claros síntomas de la baja productividad en España ya que existe una clara relación en que cuantas menos horas se trabaje, más productivo es un trabajador, una empresa y una economía en general.

Además durante el periodo de 2008 España encabezó el triste récord de figurar entre los países de la OCDE donde más empeoró la productividad (+0,7% contra

1,5% de la euro zona en el último trimestre de 2008). No se trata sólo del sector industrial (o lo que nos va quedando de él), sino que afecta a todos los sectores de actividad de la economía. Para echar más leña al fuego, la CEOE recomendó durante el periodo, por primera vez y sin tapujos que los empresarios que aprovecharan la ola deslocalizadora para mejorar su productividad.

Otro rasgo característico de nuestra economía es que tenemos un sistema productivo un tanto obsoleto basado como no en la construcción y en el sector servicios, lo que refleja que nuestra economía no es una economía moderna y es poco competitiva, donde prima la cantidad a la calidad.

CAPÍTULO 3:

DEFINICIÓN DEL

ENTORNO LABORAL.

3.1. HISTORIA DE LA EMPRESA.

INOXCROM tiene su origen en una pequeña empresa que fundó el señor Manuel Vaqué Ferrandis en Barcelona, en 1942.

Vaqué empezó con un taller de fabricación de plumillas que fundó en 1942. Desde allí lanzó la marca de estilográficas Inoxcrom en 1955. El éxito de la 'Inoxcrom 55' -como la bautizó- rebasó fronteras. Después, en 1965, se decidió a fabricar el primer bolígrafo, llamado también 55.

INOXCROM ha cambiado mucho desde su creación. Tras haber evolucionado de una fabricación manual a cuatro plantas de producción completamente automatizadas en el año 2002 con cientos de trabajadores y con filiales en Francia, Inglaterra, Italia, Alemania y USA, está presente en más de 75 países y tiene una clara visión de liderazgo internacional.

PUNTO CULMINANTE (AÑO 2002)

El Inoxcrom pronto se hizo un hueco en el mercado internacional. En el año 2002 llegó a ser una de las 10 marcas que lideraban el sector en el mundo y la primera en España facturando 150 millones de artículos al año. El 70% de su facturación fue extranjera.

ACTUALIDAD

En la actualidad INOXCROM, para cubrir las necesidades del mercado de una forma óptima, ha decidido especializar su gestión a través de la creación de dos Divisiones de Negocio:

División Business to Consumer (B2C) - IXC Barcelona: Productos de papelería que ofrecen Fun, Fashion & Design bajo las mejores licencias, para todo tipo de consumidores (Disney, Jordi Labanda, Agatha Ruiz de la Prada, Kukusumus...).)

División Business to Business (B2B) - IXC Solutions:
La división B2B de INOXCROM ha cambiado su imagen para plasmar una nueva visión de la compañía y ofrecer productos y Soluciones de comunicación, diseñados a medida para las empresas.

3.2. MARCO PERSONAL EN LA EMPRESA.

Como responsable del área de fabricación automática y teniendo en cuenta la inevitable reestructuración en los tiempos actuales de crisis, las nuevas directrices de la empresa son las de proyectar esta situación como oportunidad para evolucionar como empresa y adaptarnos a las nuevas exigencias del mercado en todos los ámbitos.

Los cambios deben ser reforzados por la Alta Dirección dando la importancia que merecen los mismos en la filosofía de empresa de cara a todos los aspectos organizativos que se deben establecer (premio de participación, reconocimiento personal, ideas de mejora, Kaizen, formación en polivalencia /poli competencia).

Para centrar el proyecto sobre unas bases en torno al cual girará el mismo se ha realizado un estudio de la situación histórica de la empresa y se ha contrapuesto a la situación que debería ser ideal a la filosofía lean (filosofía de la cual se hablará en profundidad) con el fin de implantarlo en la planta que actualmente gestiono ya que se considera de vital exigencia para sobrevivir. A continuación puntualizo de forma breve puntos que considero de vital importancia y los contrapongo a los que considero ideales para posteriormente y de forma simplificada realizar un esbozo de que tipo de actuaciones se deben implementar de forma paulatina todos los cambios propuestos. Remarcar que no se entrará a valorar todos los puntos que quedan definidos en la situación ideal sino que después de definir los tipos de herramientas para la mejora de la productividad y enumerarlas serán estas herramientas las que queden definidas en el anteproyecto.

3.2.1 Situación histórica

Gran diversidad de artículos.

Grandes volúmenes de pedidos: ritmos de producción fijados y rígidos, poca flexibilidad.

Plazo de entrega largo (24 días desde la realización del pedido).

Fijación de stocks intermedios como seguros ante los incidentes.

Estructura definida para macroempresa (ratio directos/indirectos).

Porcentaje de tolerancia en calidad y rechazos debido al amplio margen de beneficios (baja exigencia calidad "todo tiene salida").

Procesos no definidos (medios productivos: inputs, producto, servicio: outputs).

Personal especializado en una sola función. (polivalencia/ poli competencia)

Control estadístico de la calidad.

Exceso de material innecesario en la planta ocasionando retraso y scrap de material.

Producción excesiva para stock.

Inexistente plan de mantenimiento productivo.

No se tiene en cuenta el know how de los trabajadores.

Cambios de serie eternos. No hay pauta ni método. En resumen no se controlan

Mantenimiento reportando a O.T. (alejado de los problemas reales de planta; baja implicación).

3.2.2. Situación ideal:

Estudio de mercado. Flexibilidad en la fabricación: Series cortas, flexibilidad frente a la demanda del cliente.

Reducir plazo de entrega "LEAD TIME".

Planificación flexible: series cortas, cambios de modelos frecuentes y tiempos de preparación muy cortos (SMED)

Eliminación de stocks intermedios (Kanban) y reducción de inventarios.

Definir los procesos productivos (eficientes, seguros, flexibles, efectivos y ergonómicos) evitando incurrir en los despilfarros.

Estructura de mini compañías (filosofía proveedor-cliente).

Calidad en el origen asegurada dentro del proceso. (eliminación de la no calidad).

Personal polivalente (trabajar sobre la matriz ILU).

Procesos simples y flexibles.

Implantación del autocontrol.

Establecer equipos KAIZEN

TPM con participación operario. Pequeñas intervenciones que no afectan a la producción. Hacer uso del know how.

Actualmente hay un gran número de empresas dispuestas a buscar un sistema eficiente de producción mediante la filosofía lean manufacturing a través de la implantación de herramienta de mejora para la productividad. En el tema 4 se realizará una definición de un sistema eficiente y se introducirá la filosofía lean manufacturing.

CAPÍTULO 4: ESTRATÉGIA PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL.

4.1 INTRODUCCIÓN A LA FILOSOFÍA LEAN.

No cabe duda que en la actualidad, el panorama competitivo ha evolucionado de tal forma que cada vez resulta más difícil mantenerse de una forma satisfactoria en el mercado. Más aún, aquellas cuya actividad fundamental se concentra en procesos de transformación.

En este sentido, un SISTEMA DE PRODUCCIÓN EFICIENTE se perfila como pieza fundamental del sistema de valor, que permita garantizar no sólo la supervivencia, sino la excelencia empresarial de las mismas.

4.1.1. Sistema eficiente

La razón es sencilla. Desde un punto de vista externo o de mercado, a nadie le resulta ajeno el fantasma de la deslocalización; fenómeno impulsado por las ventajas comparativas en factores de producción, principalmente en términos de costes de mano de obra de los países del entorno asiático. Ciertamente es que la historia se repite, no es necesario poner ejemplos que muestren la localización de empresas con productos/servicios de alto contenido de mano de obra allí donde este y otros factores de producción eran los más adecuados; todos sabemos que esto forma parte de nuestra historia más reciente. Necesitamos mirar al futuro.

Desde un punto de vista interno, a nadie se le escapa la necesidad de optimizar y encajar los eslabones de la cadena de valor de la empresa, diferenciando entre:

Actividades primarias:

- Logística interna: También denominada logística de entrada, y que supone todas las actividades asociadas al manejo de materiales de entrada como control de inventarios, almacenamientos, programación, inspección de calidad,...etc.
- Operaciones: Actividades asociadas con la transformación de materiales, principalmente actividades de fabricación.
- Logística externa: Manejo de producto terminado, programación de entregas,...etc.
- Mercadotecnia y Ventas: Actividades como publicidad, promoción, canal,...etc.
- Servicio: Actividades para realzar o mantener el valor del producto, como repuestos, mantenimiento, reparación o entrenamiento.

Actividades de apoyo:

- Abastecimiento: Materiales usados en la cadena de valor, tanto en actividades primarias como de apoyo. Materias primas, provisiones, maquinaria, edificios, laboratorio, equipo de oficina, etc. Sin olvidar la tecnología, como procedimientos, sistemas de información...etc. Actividad que puede suponer un impacto más que considerable sobre la cuenta de resultados y diferenciación en lo que a su gestión se refiere.
- Desarrollo de tecnología: Entendida como know-how, y procedimientos. Actividad amplia, en la medida que contempla disciplinas de toda índole sobre todas las actividades que se desarrollan en la empresa, producto y proceso. Sistemas de telecomunicaciones para el sistema de entrada de pedidos, programas para la automatización del sistema de contabilidad, etc.
- Administración de Recursos Humanos: Búsqueda, contratación, entrenamiento, desarrollo y compensaciones del personal, tanto en actividades primarias como de apoyo, como en la cadena de valor.
- Infraestructura de la empresa: Consta de diversas actividades, como administración general, planeación, finanzas, contabilidad, asuntos legales gubernamentales y administración de calidad.

Siendo la actividad de OPERACIONES el eslabón a optimizar desde el punto de vista de la producción, ganando en calidad, costes, y plazos, así como en productividad, y en consecuencia en competitividad y excelencia empresarial.

4.1.2 Definición de la filosofía Lean

Esta excelencia empresarial se puede obtener mediante la implementación de herramientas basadas en la filosofía TOYOTA o también conocido "Lean Manufacturing".

Este proyecto se plantea como objetivo general el implementar una metodología con el sistema 5S dentro de un área clave de la empresa en estudio; y como objetivos específicos, el detallar los pasos desarrollados en la metodología y el

definir indicadores de medición para identificar las mejoras proporcionadas por la implantación.

Literalmente, Lean quiere decir "Magro", sin grasa. La acepción de negocios acerca del término lean entiende la grasa como aquello que entorpece la agilidad de una organización: el despilfarro, o las actividades sin valor añadido sean del tipo que sean. La base conceptual del Lean Manufacturing es el conjunto de técnicas de gestión asociadas al Sistema de Producción de Toyota (TPS) y data de principios de los años 50. El término Lean fue acuñado por los profesores del MIT J. Womack y D. Jones a principios de la década de los 90 en sus libros "La máquina que cambió el mundo" y "Lean Thinking".¹

Conceptualmente, no se considera el TPS como un modelo que pueda implantarse (aunque si es posible), sino como una forma radicalmente distinta de entender las operaciones de una compañía, como una forma de vida y de pensamiento. El TPS es mucho más que un conjunto de técnicas, herramientas y metodologías orientadas a mejorar la productividad, optimizar los costes o reducir los tiempos de ciclo en proporciones nunca antes conocidas; es una actitud, una manera de ser y una manera distinta de enfocar y resolver los problemas.

La prioridad del sistema de producción de Toyota es la velocidad, pero la velocidad entendida como la capacidad de satisfacer la demanda del mercado con un sistema de producción que "bata" en sintonía con la necesidad, y velocidad entendida como perfección: sólo siendo perfecto se puede ser rápido, sólo si no hay despilfarro se puede adquirir la velocidad necesaria.

El fundamento del TPS es la eliminación sistemática del Muda (despilfarro, en japonés). Para ello, el Consejo de Administración de Toyota tomó a principios de los años 60 dos decisiones simples pero fundamentales: el método de identificación y resolución de problemas debería seguir el método científico reflejado en el ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) de Deming y, las personas más cerca de la generación de valor (Money makers) debían tener la capacidad para tomar decisiones con autonomía.

Para ayudar en la tarea de la eliminación del Muda existen diversas herramientas tales como el Value Stream Map (Mapa del flujo de Valor), las 5S, el Kanban, las herramientas asociadas al TPM (como el control del OEE o el SMED), el despliegue de la función calidad (QFD), o tantas otras. Existen en el TPS dos pilares; uno organizativo que hace referencia, entre otros temas, al proceso de Hoshin Kanri (traducido en occidente como despliegue de políticas), a la estandarización, al proceso de desarrollo de nuevos productos y procesos (3P) y otro más técnico que se refiere a conceptos tales como el Just in Time, la automatización inteligente (jidoka) o la nivelación de cargas de producción (heijunka).

En síntesis, el TPS acaba sugiriendo que la producción pull (tirada por el cliente/demanda) es la consecuencia de la aplicación de los principios anteriores en tres ámbitos fundamentales: las personas, las máquinas y los materiales. El TPS tiene

¹ Lean Manufacturing Barcelona, Anbor Consulting. [citado 15 de febrero de 2007]. <http://www.anbor.com>

una aplicabilidad universal, independientemente de la naturaleza de la organización (manufacturera o de servicios) y se han desarrollado aplicaciones para todos los tipos de organizaciones incluidas las públicas, de todas las áreas de actividad (sanidad, educación, gobierno, gestión tributaria...).

Hay cuatro principios fundamentales sobre los que se sustenta la filosofía Lean:

- 1- Valor: El valor solo puede ser definido por el cliente final. Cualquier actividad que no de valor añadido a nuestro producto se puede definir como desperdicio, entendiendo valor añadido como todas aquellas actividades que se realizan para transformar un producto para que pase del estado A al estado B, aquella con la que el cliente esté satisfecho y dispuesto a pagar. Es por tanto la actividad que incorpora valor al producto.
- 2- Cadena de valores: Para cada producto o en algunos casos para cada familia de productos, este es el paso siguiente del pensamiento Lean. Generalmente no se suele prestar atención a esta fase pero habitualmente esconde grandes e innecesarias cantidades de MUDA (despilfarros).
- 3- Flujo: Una vez especificado el valor, la cadena de valor para un producto específico ha sido rastreado a través de toda la empresa y que los pasos son MUDA han sido eliminados entonces es tiempo del siguiente paso lean. En definitiva se trata de que lo que se haga sean los pasos que agregan valor y que tengan flujo.
- 4- Pull: Dejar que los clientes tiren del valor creado (producto). El tiempo requerido para ir del concepto al lanzamiento, de la venta a la entrega, y de la materia prima al cliente, baje considerablemente.

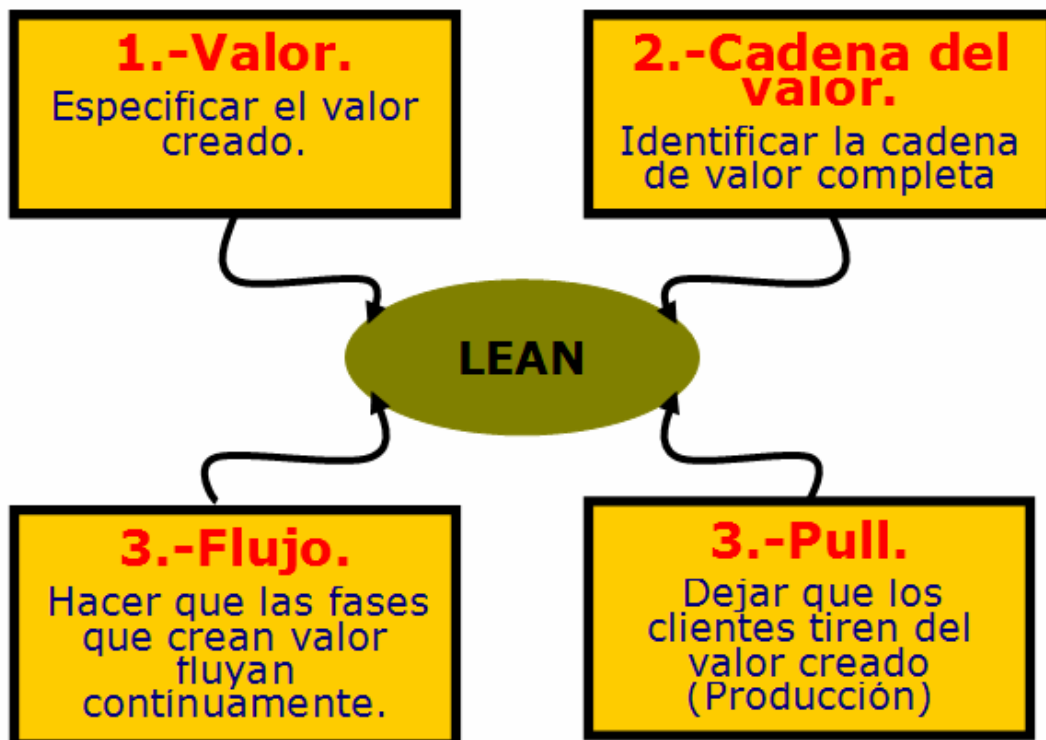


Fig.4.1.2.1 Esquema de los 4 principio Lean

El sistema de producción Lean tiene como objetivo final satisfacer al cliente

Mediante la filosofía lean tenemos que ser capaces de eliminar ineficiencias del tipo:

- Defectos
- Exceso de producción
- Transporte
- Esperas
- Inventarios
- Movimientos
- Procesos innecesarios

Para llevar a cabo esta serie de mejoras tenemos que trabajar sobre los principales indicadores industriales:

- Producción
- Índice de productividad MOD – MOI (relación directos-indirectos)
- Tasa de Rendimiento Sintético - TRS
- Tiempos de cambio - SMED
- Calidad
- Scrap - Piezas defectuosas
- Coste de la no calidad
- Costes
- Plazos
- Seguridad

Para trabajar y mejorar los resultados de los indicadores se debe incidir sobre 3 grupos fundamentales de herramientas:

1. Herramientas para la mejora de la Calidad:

- Flujo pieza a pieza
- Básicos de Calidad: Muro de Calidad, Gestión de Retrabajos, Poka-Yoke, Autocontrol, Contenedores Rojos, Primera Pieza OK
- QRQC (Respuesta rápida a los Problemas de Calidad)

2. Herramienta para la mejora de los Costes – Productividad:

- 5S
- Definición flujo de materiales
- Trabajo Estandarizado, Mediciones de tiempos – Balanceado de líneas
- Taller TPM.
- Model Line (Despliegue herramientas Fábrica)
- Diseño de equipos de producción (criterios eficiencia en producción)

3. Herramientas para la mejora de los Plazos:

- Value Stream Map (Mapa del flujo de Valor)
- Mejora del TRS. Análisis del No TRS
- SMED. Tiempo de cambio

- Estudio de métodos de trabajo
- Líneas de producción isoproductivas. Flexible a la demanda manteniendo el coste.

Este proyecto se va a centrar en las herramientas que están directamente relacionadas con la productividad y con los plazos. No obstante reseñar que se realizará alguna puntualización sobre herramientas para la mejora de la calidad (flujo, poka yoke...).

CAPÍTULO 5:

JIT.

Para entender mejor el concepto de herramienta para la mejora de costes y productividad se debe realizar una introducción en que se basan esta relación de herramientas.

El principio del Just in Time es eliminar fuentes de pérdida industrial consiguiendo la cantidad correcta de materiales brutos y produciendo la cantidad correcta de productos en el lugar correcto en el momento correcto. El propósito principal de esta tema es proporcionar información sobre la filosofía Just in Time. Esta filosofía se basa en producir las unidades necesarias, en las cantidades necesarias en el momento necesario con la calidad requerida. JUST IN TIME es un acercamiento a lograr la excelencia en la reducción o eliminación del total de pérdidas (las actividades que no agregan valor). Retrabajo, Productos Defectuosos, Transporte y Tiempo de espera, son algunos ejemplos de lo que puede ser desechado según la filosofía JIT.

5.1 MARCO TEÓRICO

HISTORIA JUST IN TIME

El JUST IN TIME es un método de dirección industrial japonés desarrollado en los años 70. Fue adoptado primeramente por Toyota en las plantas industriales por Taiichi Ohno. La preocupación principal en ese momento era encontrarse demandas del consumidor. Debido al éxito de dirección de JIT, Taiichi Ohno se nombró el Padre de JIT.

Después de la primera introducción de JIT por Toyota, muchas compañías siguieron y a mediados de los años setenta, ganó más fuerza y se extendió alrededor del mundo, siendo utilizado por varias compañías.

Algo que motivó a que el JUST IN TIME se desarrollara junto con otras técnicas de producción mejores era que después del Segunda Guerra Mundial, Japón quedó totalmente destruido, y lo único que les quedaba era aprovechar al máximo los pocos recursos con los que contaban, por tal motivo se empezaron a preocupar por diseñar prácticas industriales que les ayudara a desarrollar sus empresas, trabajando de la manera más eficiente posible, y con ello reconstruir su economía. La cultura Japonesa tiene un funcionamiento étnico muy fuerte que se concentra principalmente en trabajo en lugar del ocio, Mejora Continua,

compromiso de vida para trabajar, trabajo en grupo en lugar de individualismo y logro de la meta común. Estos son algunos de los puntos clave que ayudó a Japón a levantar su economía y a tener el éxito que se tiene actualmente.

Debido a que la extensión de tierra de Japón es relativamente pequeña, los japoneses después de la Segunda Guerra Mundial, buscaban la manera de hacer un uso eficiente de sus recursos limitados, la pregunta es ¿Cómo lograr esto si Japón no puede sembrar, si Japón no tenía capital con que empezar a fabricar? La respuesta es hacer un uso eficiente de sus recursos limitados. Ellos trabajaron en relación "Costo/Calidad óptimo".

Antes de la introducción del JIT, había muchos defectos industriales para el sistema que existían en ese momento. Los problemas que se tenían eran: problemas de inventario, el producto deserta, altos costos, producción de la porción grande y retrasos de la entrega. Los problemas del inventario incluyeron el inventario acumulado sin usar que no sólo era improductivo, pero también requirió mucho esfuerzo al tener que guardarlo y manejarlo. Otros problemas implícitos como almacenamiento de las partes, averías de equipo, etc....

Para los defectos del producto, los fabricantes supieron que un solo defecto del producto puede destruir la credibilidad del productor. Ellos deben crear un proceso libre de defecto.

Por último, el sistema que existía no se manejaba bien para la demanda, (entrega rápida), había una necesidad de tener un sistema de entrega más rápido y fiable para manejar las necesidades de clientes así que.

De tal manera que Just In Time se desarrolló basado en estos problemas.

5.2 OBJETIVOS A CORTO PLAZO DEL JIT

Mediante los sistemas JIT se intenta reducir la ineficiencia y el tiempo improductivo de los sistemas de producción, a fin de mejorar continuamente dichos procesos y la calidad del producto o servicio correspondiente. Un sistema de JIT incluye una estrategia de flujo de línea para lograr una producción de alto volumen a bajo costo. Tiene como objetivo un procesamiento continuo, sin interrupciones de la producción.

Conseguir este objetivo supone la minimización del tiempo total necesario desde el comienzo de la fabricación hasta la facturación del producto.

Otros objetivos del sistema JIT son mejorar la competitividad de la empresa y reducir los costos, eliminar todos los desperdicios (todo lo que sea distinto de los recursos mínimos de materiales, máquinas y mano de obra que se necesitan para agregar valor al producto).

5.2.1. Los Mudas (lo innecesario, el despilfarro)

Una definición general de muda es cualquier actividad derrochadora o cualquier obstrucción que impida el flujo de una actividad. En otras palabras es todo aquello que no añade valor al producto final; por tanto en términos de producción, innecesario. Entre las siete mudas clásicas descritas por Onho se tienen:

- Mudras por sobreproducción
- Mudras por exceso de inventarios
- Mudras de procesamiento
- Mudras por transporte
- Mudras por movimientos
- Mudras por tiempos de espera
- Mudras por fallos y reparaciones

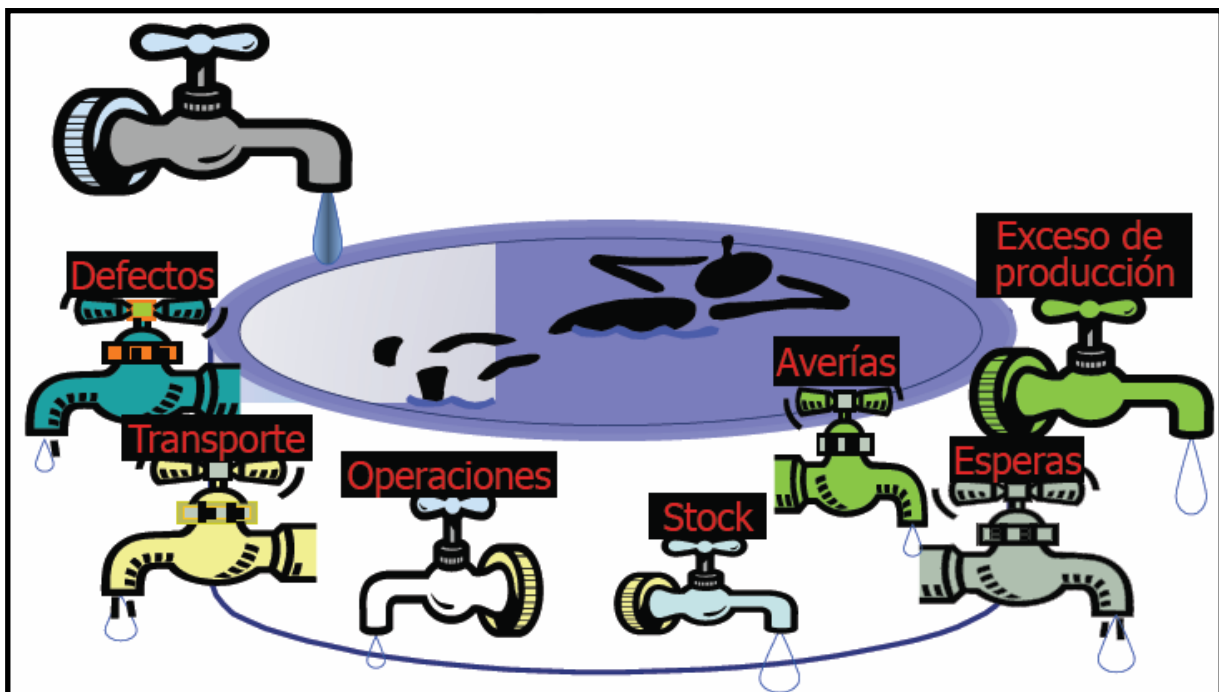


Fig. 5.2.1.1. Los siete tipos de desperdicios

Comprender la razón de ser de cada una de ellas y los métodos para su detección, prevención y eliminación es uno de los principales objetivos en materia de capacitación tanto de directivos como de personal.

Sobreproducción es igual a ineficiencia. La producción debe ser ajustada y con flujo tenso, orientándola hacia la producción pieza a pieza, frente a la producción en masa.

Los excesos inventarios, productos en proceso y productos terminados son la resultante no sólo de una filosofía de gestión orientada a "empujar" al mercado los productos, sino además es una forma de protegerse de las discontinuidades en la producción provocadas por falta de materias, roturas de maquinarias, fallos en los procesos, prolongados tiempos de preparación, y diseños de plantas inconsistentes con los procesos (producción por funciones en contraposición a la

producción en células de trabajo). Este exceso de materiales y productos terminados o en proceso origina la necesidad de mayores espacios físicos, incrementando los costes de manipulación, los costes de administrar los stock, mayores costes financieros, costes por roturas, vencimientos y fuera de moda, además de entorpecer las labores diarias.

Las mudas de transporte hacen referencia a los traslados internos innecesarios, productos de los malos diseños tanto de las plantas como de los procesos productivos, lo cual generan costos pero no agregan valor para los consumidores finales.

En el caso de los movimientos generadores de desperdicios son todos aquellos que por no contemplar tanto un mejor diseño de los circuitos, procesos y actividades generan menores niveles de productividad en los trabajadores producto de la realización de movimientos innecesarios y un mayor desgaste físico.

Los mudas por tiempo de espera apuntan tanto a los tiempos desaprovechados por la falta de materiales, la rotura de máquinas o bien los tiempos de preparación de las máquinas y herramientas.

En el caso de los fallos y errores, y consecuentemente la posteriores actividades de corrección o bien la pérdida lisa y llana de los elementos, está ello ocasionado en la falta de un control continuo y en la aplicación de medidas preventivas (poka-yoke) que permitan generar los productos y servicios correctos a la primera. Esto está directamente relacionado con el último muda que es el de procesamiento. Diseñar correctamente los procesos en su debido momento incide significativamente en los costes posteriores de producción.

5.3 OBJETIVOS A LARGO PLAZO DEL JIT

Otros objetivos de la filosofía JIT son los denominados a medio y largo plazo. Objetivos que no son inmediatos pero si alcanzables en el tiempo aplicando JIT:

1. Identificar y contestar a las necesidades de los consumidores. Las necesidades de clientes y necesidades parecen ser ahora el enfoque mayor para negocio, este objetivo ayudará a la empresa a conocer que es lo que quiere el cliente y lo que se requiere para producir.
2. La relación costo / calidad óptima. La organización debe enfocarse en tener un proceso de producción de cero–defecto. Aunque parece ser poco realista, a la larga, eliminará una cantidad grande de recursos y esfuerzos de inspección, el re–trabajo y la producción de género desertado.
3. Reducir innecesarios. Debe eliminarse todo aquello que no de valor adicional a nuestro productos.
4. Desarrollar una relación fiable entre los proveedores. Una relación buena y a largo plazo entre la organización y sus proveedores ayuda a manejar un proceso más eficaz en planificación del inventario, planificación de material y sistemas de entrega. También asegurará que el suministro es estable y disponible en cuanto se necesite.

5. El plan de la planta por aumentar al máximo la eficacia. El plan de planta es esencial en términos de eficacia industrial y utilidad de recursos.

6. Adoptar el trabajo étnico de obreros japoneses para mejora continua. Comprometerse a una mejora continua a largo plazo a lo largo de la organización. Ayudará a la organización a permanecer competitivo a largo plazo.

CAPÍTULO 6: HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD.

6.1.INTRODUCCIÓN A LAS HERRAMIENTAS

Como se ha definido capítulo 4 en el apartado referente a la filosofía lean se han introducido las herramientas para la mejora de la productividad que se dividían básicamente en tres grupos: herramientas para la mejora de la calidad, herramientas para la mejora de la productividad y herramientas para la mejora de los plazos de entrega; todas ellas giran entorno a la filosofía JIT y todas inciden directa o indirectamente sobre la productividad final. A continuación se muestra un esquema de un sistema de producción lean.

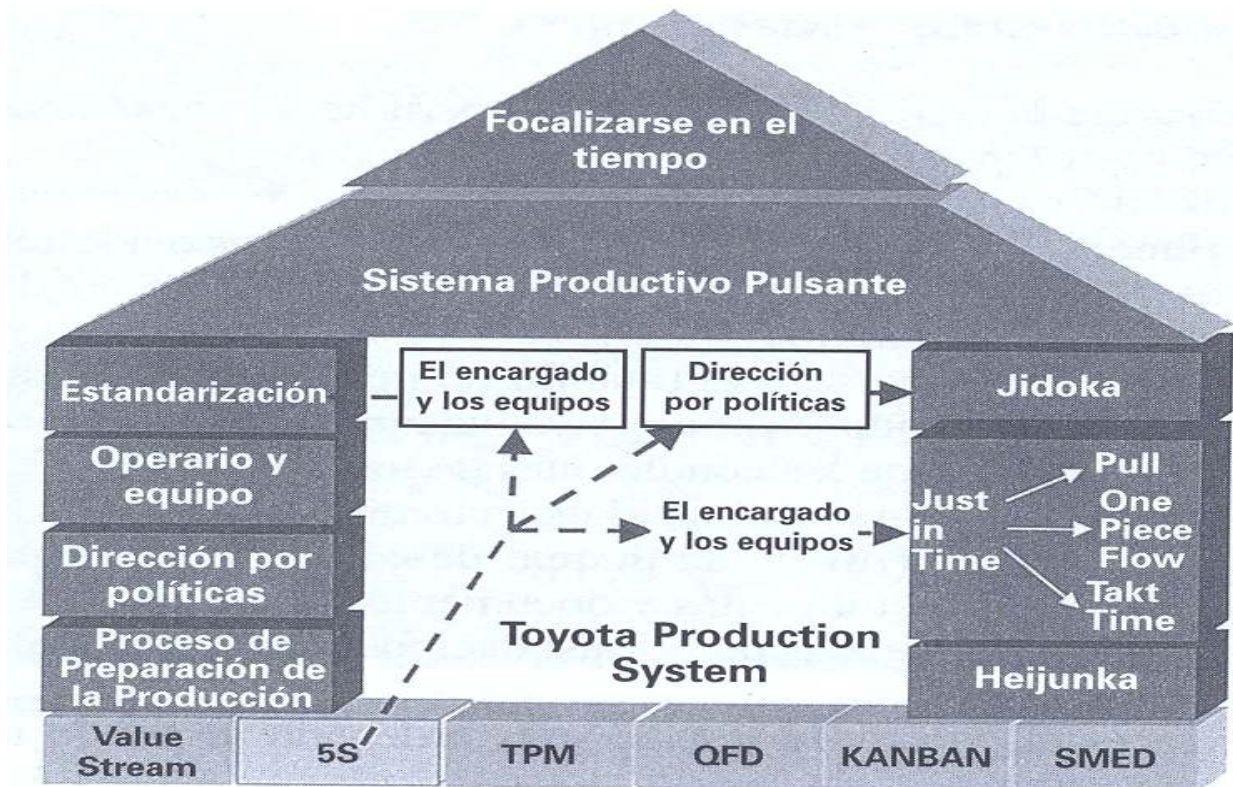


Fig.6.1. Esquema Sistema de Producción Lean

6.2. HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD.

- **Flujo pieza a pieza:** La fabricación pieza a pieza hace muy visibles los problemas (MUDA) ya que no existe ningún "colchón" que permita ocultar los errores. Si se produce cualquier problema en un puesto de montaje, la consecuencia es inmediata, toda la cadena se para. Tenemos por tanto una de las herramientas más potentes de la fabricación Lean, ya que nos permite identificar rápidamente el MUDA, nos fuerza a corregirlo e impulsa la estandarización.

- **Poka Yoke:** Es una técnica de calidad desarrollada por el ingeniero japonés Shigeo Shingo en los años sesenta, que significa "a prueba de errores". La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar. La finalidad del Poka Yoke es la eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible. El control en procesos estadísticos no puede reducir hasta cero los defectos en su proceso. El muestreo estadístico implica que algunos productos no sean revisados, con lo que un cierto porcentaje de error siempre va a llegar al consumidor final. Un dispositivo Poka Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. El sistema Poka Yoke, o libre de errores, son los métodos para prevenir errores humanos que se convierten en defectos del producto final.

6.3. HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE COSTES-PRODUCTIVIDAD.

- **5s:** El concepto 5S´s se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Es una metodología japonesa que tiene por objeto desarrollar un ambiente agradable y eficiente, el cual permita el correcto desempeño de las operaciones diarias, logrando así los estándares de calidad del producto o servicio, precio y condiciones de entrega requeridos por el cliente por medio de propósitos prácticos. Las 5S´s son cinco palabras de origen japonés que conforman los pasos a desarrollar para obtener un lugar óptimo de trabajo.

1. Seiri (clasificar): Retirar del área de trabajo lo innecesario.
2. Seiton (ordenar): Poner cada elemento en su lugar y tener un lugar para cada elemento.
3. Seiso (limpieza): Mantener el área de trabajo limpia.
4. Seiketsu (estandarizar): Marcar las pautas óptimas de trabajo.
5. Shitsuke (disciplina): Las cuatro primeras eses no tienen sentido si no se tiene la disciplina correcta para mantenerlas.

Comenzando por la aplicación de las 5S´s la empresa tendrá un gran cambio, ya que se modificará la forma de trabajar a la que comúnmente se estaba acostumbrado. Esto ayudará a que se tenga una nueva cultura organizacional que va desde la punta de la pirámide (Director General) a la base de la misma (operario).

Es la primera herramienta a aplicar para llevar a cabo un plan de mejora en la empresa.

- **Definición flujo de materiales:** Diagrama de Flujo es una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso. Esta representación se efectúa a través de formas y símbolos gráficos más o menos normalizados utilizados usualmente.

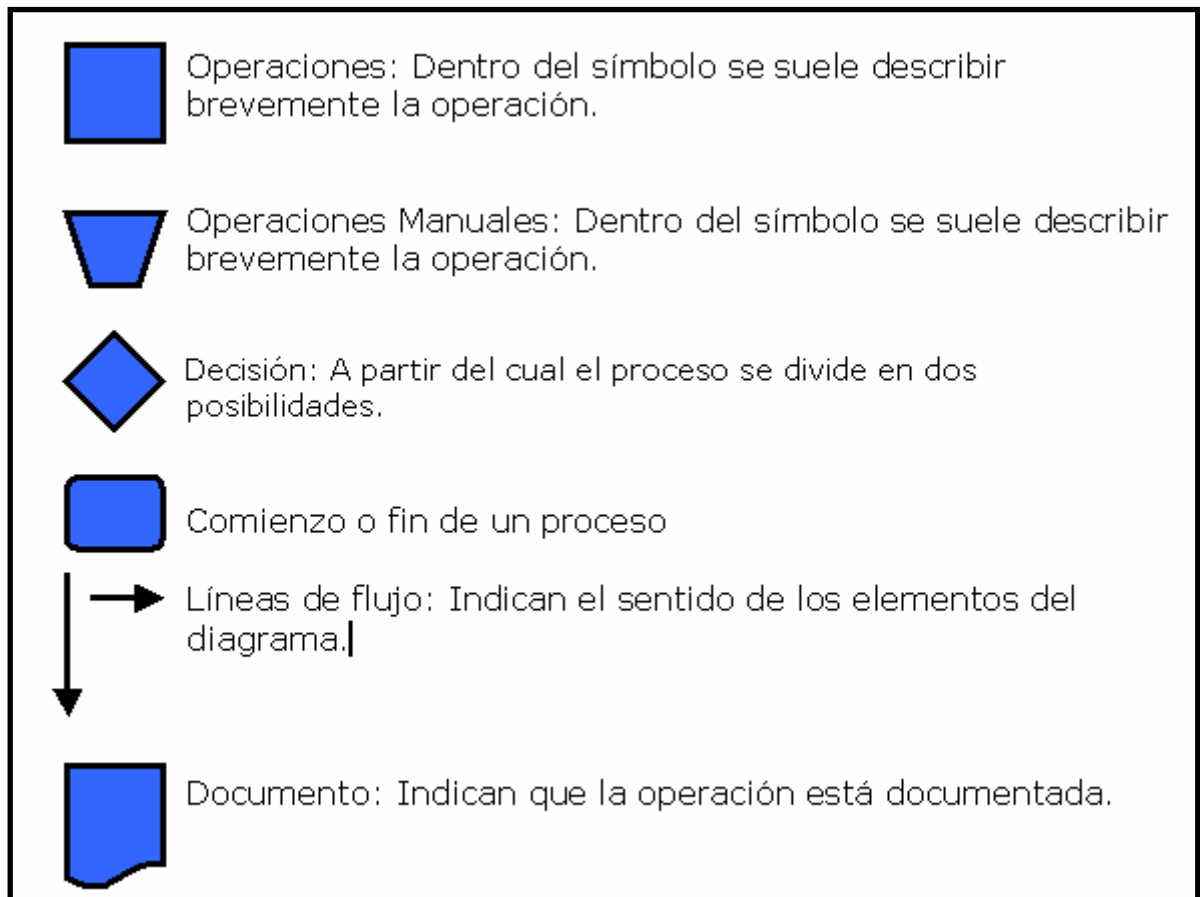


Fig.6.3.1 Símbolos utilizados en los diagramas de flujo.

• **Taller TPM (Total Productive Maintenance):** El TPM (Manufactura de Calidad Total) es un tipo de organización de mantenimiento para aumentar la eficacia del equipo. Hay dos hechos importantes y al mismo tiempo curiosos a la hora de explicar los condicionantes del mantenimiento:

- Cuando la máquina es determinante, se debe de realizar lo justo y necesario para no influir en la producción (incluso eliminar las paradas por preventivo).
- Cuando la máquina no es determinante, no interesa gastar en mantenimiento de la máquina.

Estas dos situaciones se dan porque el mantenimiento es considerado un gasto que no se debería producir.

En TPM, la relación entre pérdida y efectividad del equipo se define claramente en términos de calidad y de disponibilidad del equipo para producción. En base a examinar los factores que reducen la efectividad del equipo, se pueden separar las pérdidas dentro de los siguientes tipos:

1. Pérdidas por avería

Son causadas por defectos en los equipos que requieren de alguna clase de reparación. Estas pérdidas consisten en los tiempos de parada y los costes de las

partes y mano de obra requerida para la reparación. La magnitud de la avería se mide por el tiempo de parada causado.

2. Pérdidas de arranque y ajustes

Son causadas por cambios en las condiciones de operación, como el empezar una nueva fabricación o el empezar un nuevo turno de trabajo. Estas pérdidas consisten de tiempo muerto, cambio de moldes o herramientas, calentamiento y ajustes de las máquinas. Su magnitud se mide por el tiempo de no fabricación en calidad.

3. Pérdidas debido a paros menores (Atascos e Irregulares)

Son causadas por interrupciones a las máquinas, atascos o tiempo de espera. En general no se pueden registrar estas pérdidas directamente, por lo que se utiliza el TRS (100% menos el porcentaje de TRS). En este tipo de pérdida el equipo esta disponible para fabricar.

4. Pérdidas de velocidad o rendimiento

Son causadas por reducción de la velocidad de operación, debido que a velocidades más altas, incurren con más facilidad en defectos de calidad e irregulares de funcionamiento más frecuentemente.

5. Pérdidas de defectos de calidad y refabricaciones

Son productos que están fuera de las especificaciones o defectuosos, producidos durante operaciones normales, estos productos, tienen que ser re-trabajados o eliminados. Las pérdidas consisten en el trabajo requerido para componer el defecto o el costo del material desperdiciado.

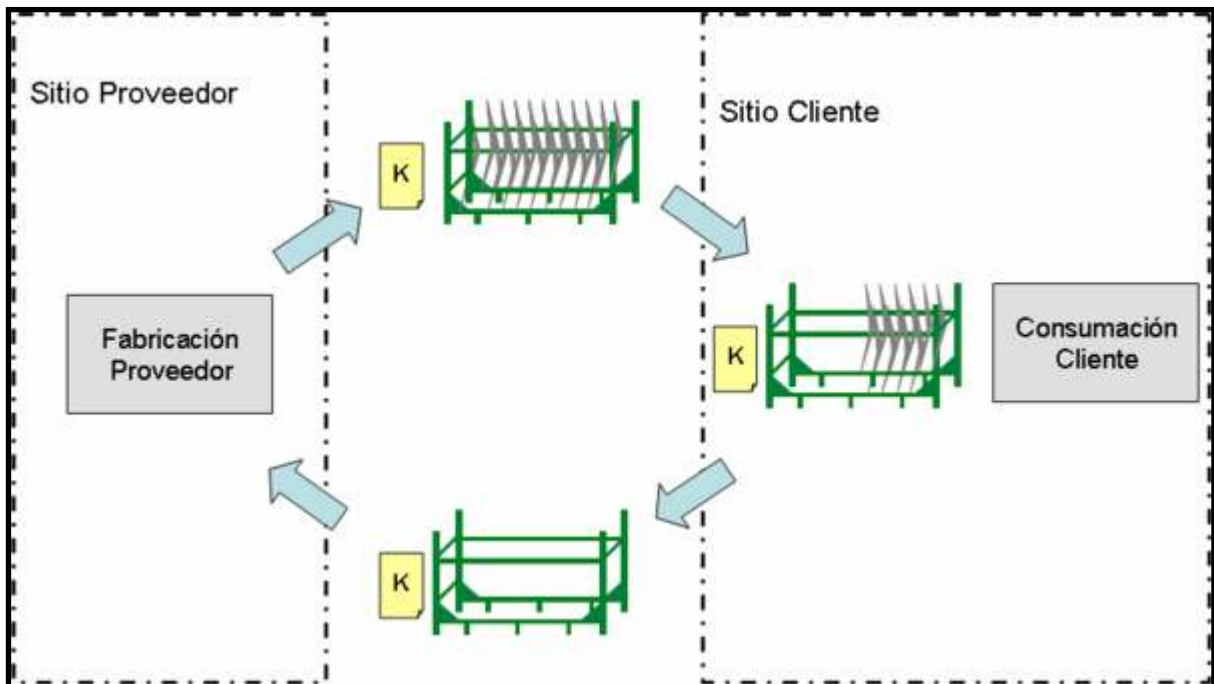
6. Pérdidas de rendimiento

Son causadas por materiales desperdiciados o sin utilizar y son seguidas por la cantidad de materiales regresados, o tirados a desecho.

- **Kanban:** El Kanban es uno de los elementos centrales del Lean Manufacturing y el más ampliamente usado como *Sistema de flujos tirados*. Es un término japonés que se podría traducir como tarjeta visual donde *Kan* significa "visual" y *ban* significa "tarjeta". El kanban permite controlar el flujo de trabajo en una factoría, el movimiento de materiales y su fabricación, únicamente cuando el cliente lo demanda mediante unas tarjetas, que van unidas a los productos intermedios o finales de una línea de producción. Las tarjetas actúan de testigo del proceso de producción.

Cuando un operario retira dichos productos de su lugar de almacenamiento, el kanban o la señal viaja hasta el principio de la línea de fabricación o de montaje para que produzca un nuevo producto. Se dice entonces que la producción está guiada por la demanda y que el kanban es la señal del operario que indica que un nuevo producto debe ser fabricado o montado para rellenar el punto de stock.

Funcionando sobre el principio de los flujos tirados (el operario "apela" el producto), el primer paso es definir la cantidad ideal de productos que hay que entregar, suficientemente grande para permitir la producción, ni demasiado grande para reducir las existencias.



6.3.2. Esquema de un sistema kanban

Atamos una etiqueta: Kanban, a esta cantidad (una caja de piezas, por ejemplo). Cuando el "cliente" consume esta caja, la etiqueta Kanban es reenviada al "proveedor" y así actúa como una orden de pedido para éste. Durante este tiempo, el "cliente" va a consumir otra caja que fue suministrada de la misma manera, y esto, en bucle. Esto permite un ajuste de los stocks.

6.4. Herramientas para la mejora de los Plazos.

• **Mapa del flujo de valor (Value Stream Map):** es una herramienta utilizada en Lean manufacturing para analizar los flujos de materiales e información que se requieren para poner a disposición del cliente un producto o servicio. Esta herramienta se desarrolló en Toyota donde se conocía con el nombre de Mapa del flujo de materiales e información. Los pasos para llevar a cabo su implementación se enumeran a continuación:

1. Identificar el producto o servicio.
2. Dibujar el mapa de flujo de valor tal como está el proceso, mostrando cada una de las etapas, las esperas y las informaciones que se requieren para entregar el producto o servicio. Existen símbolos estandarizados que representan los distintos elementos de la cadena de valor.
3. Identificar sobre el mapa los desperdicios que se encuentran (aquello que no aporta valor para el cliente). Para ello suelen buscarse los 7 desperdicios según el lean: sobreproducción, tiempo de espera, transportes innecesarios, exceso de procesado, inventario, movimientos innecesarios y defectos.
4. Dibujar el mapa de estado futuro, es decir, el mapa como queda una vez eliminados los desperdicios.
5. Implementar un plan de acciones de mejora para llegar al mapa de estado futuro.

- **Mejora del TRS (Tasa de Rendimiento Sintético):** El TRS es un indicador del rendimiento global de un equipo. La teoría es que un equipo puede estar fabricando durante 24 horas al día 365 días al año. En el indicador TRS influyen muchas variables:

- El tiempo que no se trabaja (por ejemplo, fin de semana o noches).
- El rendimiento que se saque a la máquina o proceso
- El tiempo que no existe pedido de fabricación.
- El número de cambios de modelo y el tiempo empleado en ellos.
- El tiempo que no se produce calidad buena.
- El tiempo de parada por falta de aprovisionamiento de productos.
- El tiempo de averías.
- El tiempo de arranques y parada de las instalaciones.
- El tiempo de mantenimiento preventivo.
- El tiempo de ensayos de nuevas industrializaciones en la máquina.
- Cualquier otro tiempo que impida realizar producción buena.

Un TRS alto, es en parte bueno, ya que se sabe que el equipamiento que se tiene esta trabajando a un buen rendimiento global, pero por otra parte es malo, ya que se sabe que ante una subida repentina de las necesidades de producción no se va a poder absorber con el equipamiento actual y hay que comprar nueva maquinaria.

Como en casi todo, hay que evaluar cual es el punto adecuado según la situación particular.

- **SMED (Single minute Exchange Die):** Las siglas SMED se deben a Shigeo Shingo y significan Single Minute Exchange of Die, que se puede traducir como cambio de útiles en menos de diez minutos y se refiere a las tareas de preparación de máquinas.

La reducción del tiempo de cambio de útiles ha cobrado una importancia vital con la difusión de la filosofía JIT, su idea de reducir el desperdicio y en particular, los stocks implica reducir el tamaño de los lotes de producción, que tienden hacia el flujo unitario.

Las tareas del cambio de útiles son clasificadas en dos categorías:

- Tareas internas: Solamente pueden realizarse con la máquina parada. El tiempo empleado en estas tareas es denominado tiempo interno. Estas tareas son conocidas también como Operaciones de cambio de útiles con máquina parada (OMP).
- Tareas externas: Realizables mientras que la máquina trabaja, es decir, en tiempo enmascarado. El tiempo empleado en estas tareas es denominado

tiempo externo. Estas tareas son conocidas también como Operaciones de cambio de útiles con máquina funcionando (OMF).

Generalmente un cambio de modelo suele tener las siguientes etapas:

- Preparación, ajuste post-proceso, comprobación de materiales y herramientas: se realiza para asegurar que todos los componentes y herramientas están funcionando correctamente y colocados en su sitio. También se incluye en este proceso la retirada y limpieza después de su uso.
 - Montaje y desmontaje de herramientas: En este proceso se incluye la retirada de piezas y herramientas después de concluir un lote y colocar las necesarias para el siguiente.
 - Centrar, dimensionar y fijar otras condiciones: Se incluyen aquí todas las medidas y calibraciones necesarias para realizar una operación de producción.
 - Pruebas y ajustes: Tras realizar una pieza de prueba se efectúan los ajustes pertinentes. Estos ajustes serán más fáciles cuanto mayor sea la precisión de las medidas y calibraciones del punto anterior.
- **Estudio de métodos de trabajo:** El estudio de métodos del trabajo va a tratar de obtener un método mejor que el existente; busca reducir el contenido del trabajo suplementario, trata de descubrir y eliminar después el tiempo improductivo y consiguiendo esto incrementamos la producción. Lo intenta a partir de un método de trabajo que estamos poniendo en práctica analizándolo y buscando un método mejor que el existente para realizar ese trabajo. En condiciones ideales el estudio de métodos de trabajo lo que busca es el método ideal, su filosofía es que cualquier trabajo es mejorable porque no se está realizando de manera ideal. Los objetivos específicos, a medida que los vayamos alcanzando, estamos ya mejorando el método actual, con solo alcanzar uno ya mejoramos el método actual.

Para poder llevar a cabo un estudio y mejora de los métodos de trabajo se ha de realizar el siguiente procedimiento:

1. Seleccionar el trabajo que debemos mejorar: partiendo de la premisa que son múltiples los trabajos a mejorar, tenemos que ser capaces de seleccionar los de mayor importancia los cuales; evidentemente, nos generarán mayores rendimientos.
2. Registro de ese trabajo: se puede identificar como anotar por escrito el modo en que ese trabajo se realiza; por escrito describimos el método de trabajo actual, el que se pretende mejorar.
3. Criticar ese trabajo: partiendo de la suposición de que ese trabajo no se está realizando correctamente, se trata de criticar dicho trabajo, someterlo a un conjunto de preguntas mediante las que cuestionamos la forma de realización de ese trabajo.

4. Idear un nuevo método mejor: Poner en práctica las ideas o alternativas mejores al método actual que han surgido como consecuencia de responder al conjunto de preguntas anteriormente expuesto.
5. Definir el nuevo método: Se debe realizar un informe donde deberá dejar constancia de las mejoras del nuevo método. Por una parte debe describir el tipo de herramientas y equipos que el nuevo método necesita y por otra parte debe intentar describir lo más claramente posible ese nuevo método, lo más simple posible, pensando en la persona a la que va a ir dirigido dicho informe.
6. Implantación del nuevo método: Se realizan dos tareas:
 - Conseguir la aceptación del nuevo método por parte de los trabajadores.
 - Formar a esos trabajadores en el nuevo método.

CAPÍTULO 7: SELECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS PARA LA IMPLANTACIÓN.

Expuestas por grupos las herramientas que conforman la mejora de la productividad basándose en la filosofía Lean este apartado se centra en enmarcar las herramientas que se van a llevar a cabo en la implantación real del PFC2 y en definir el motivo por el cual el proyecto se va a centrar en estas herramientas.

Todos los cambios que a continuación se detallarán tienen que estar reforzados por la Alta Dirección dando la importancia que merecen los mismos en la filosofía de empresa de cara a todos los aspectos organizativos que se deben establecer (premio de participación, reconocimiento personal, ideas de mejora, formación del personal...).

7.1. IMPLANTACIÓN 5S EN LA PLANTA DE FABRICACIÓN.

Una vez documentado sobre la filosofía Lean hay que tener en cuenta que está gira en torno al JIT. En la pirámide mostrada en la figura 6.1 se muestra el esquema de producción lean donde encontramos en la base como primera herramienta para ejecutar con la finalidad de alcanzar la filosofía JIT es la aplicación de las **5S**. Por otro lado y contextualizado en la planta en la cual se va a implantar considero una herramienta fundamental e indispensable para iniciar la mejora por los motivos que expondré a continuación.

He iniciado mi proyecto realizando un estudio a nivel productivo en los últimos 5 años obteniendo resultados en la mayoría de los casos obvios. La producción ha disminuido aproximadamente un 70% desde enero de 2005 a enero de 2010 si se realiza un balance anual. De los 47.661.607 millones de artículos que se montaron durante el periodo de enero a diciembre de 2005 a los 13.642.128 millones de artículos que se montaron en el mismo periodo pero del año 2009.

Paralelamente se ha llevado a cabo estudios para medir dos factores fundamentales en el JIT. Por un lado he realizado un histórico de stock físico de piezas ubicadas en los dos almacenes que forman la planta de fabricación de los cuales se deducen principalmente dos factores a resaltar:

➤ Inventarios excesivos: Teniendo en cuenta en los niveles productivos que nos movemos en la actualidad los stocks no se ajustan en ningún caso a estos niveles. La producción se ha reducido en un 70% sin embargo los stocks prácticamente no se han movido y las piezas (tanto en cantidad como en referencias) son superiores las no necesarias en contraposición a las necesarias. A esto hay que añadir que aproximadamente el 40% del espacio utilizado en planta es innecesario puesto que estamos almacenando piezas que son del todo innecesarias en el proceso diario de fabricación. A nivel de ahorro hay que tener en cuenta varios factores importantes. Por un lado tenemos la liberación de espacio en cuantificados aproximadamente en 520 m² realizando una estimación. Cabe remarcar que a partir de la liberación de espacio el siguiente paso es realizar un estudio del layout de la planta para agrupar equipos de trabajo. Es esta agrupación la que nos va a proporcionar el segundo grupo de ventajas a nivel económico. Si reducimos el área efectiva de trabajo y agrupamos las diferentes líneas de fabricación tenemos que tener en cuenta que automáticamente el flujo de materiales varía sustancialmente. La materia prima tiene que recorrer menos metros así como el producto acabado y esto se resume en menos movimientos por parte de los listeros² y por tanto mayor aprovechamiento de los recursos en cuestión de mano de obra indirecta.

➤ Despilfarros de materiales: Remitiéndome a las regularizaciones de stocks de piezas del periodo que comprende enero a diciembre de 2009 el balance de piezas dadas de baja por regularizaciones de stock se contabiliza hasta 4.679.053 de piezas valorados en 70.989,29€. Por otro lado las piezas dadas de alta en los inventarios de stock sin realizar ningún proceso productivo ascienden a 3.909689 de piezas valoradas en 53.906,48€. En la mayoría de los casos estas regularizaciones son provocadas por varios motivos pero principalmente por stocks excesivos en planta, falta de control en la recepción de materiales, falta de identificación a nivel macro (no hay ubicación física definida para las cajas de piezas) y micro (las piezas no viene identificadas) por lo cual se hace imposible llevar un control del stock en planta.

➤ No TRS: Una vez realizado el TRS por máquina las conclusiones principales son: del parque de maquinaria que compone la planta los resultados obtenidos son evidentes ya que más del 60% de la maquinaria tiene un TRS por debajo del 15% debido principalmente a no tomar decisiones sobre la finalización de modelos con más de 30 años en el mercado (obsoletos) o por el contrario a proyectos lanzados pero que no han alcanzado la cota de mercado esperada.

Estos tres motivos son suficientes argumentos para considerar que la primera herramienta de mejora de productividad que tenemos que implantar en la planta son las 5S.

El estudio se inicia mediante la implantación de las herramientas 5s con la finalidad de eliminar todo lo innecesario de la planta de montaje, ordenar lo

(2) Listero: Personal encargado de la manipulación, desplazamiento y almacenaje tanto de los materiales como de los productos acabados.

estrictamente necesario para posteriormente limpiar y estandarizar la limpieza y posteriormente disciplinar a todo el personal de la importancia de tener un área presentable, limpia y dar conciencia a los mismos de la importancia del orden y la utilización correcta de las instalaciones. A continuación se muestran unas ilustraciones de la situación actual de la planta de fabricación.



Fig.1 Zona de palets vacíos.



Fig.2 Zona de producto acabado.



Fig.3 Zona apertura montacargas.



Fig.4 Zona almacenaje semielaborado

Fig. 7.1.1. Situación actual planta de fabricación.

- **ELIMINACIÓN DE LO INNECESARIO:** En la planta hay actualmente más de 30.000.000 millones de piezas (2000 referencias) de las cuales el 70% son innecesarias. La situación ideal en planta es stock cero; únicamente el material necesario para la producción 48 horas vista 200.000 piezas (125 referencias).
- **ORDENAR:** No existe actualmente ningún tipo de delimitación (pasillos, zona de palets, salidas de emergencia...).
- **Definición de flujo de materiales para diseñar nuevo layout de planta:** Implantar la identificación a nivel macro (carteles líneas flujo,) para que cualquier miembro de la compañía sea capaz de seguir el flujo de materiales. Implantar la identificación a nivel micro (etiquetas de todo el material de planta diferenciando entre producto acabado, semielaborado y materiales utilizados en el proceso productivo).

- LIMPIAR: Limpiar el sitio de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden (campaña de jornada de limpieza, manuales de limpieza...).
- ESTANDARIZAR LA LIMPIEZA: Estandarizar preservar altos niveles de organización, orden y limpieza asignando trabajos y responsabilidades e integrando las eses anteriores.
- DISCIPLINA: Convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.

7.2. IMPLANTACIÓN DE SECUENCIADOR KANBAN (FLUJO TIRADO).

A nivel de stocks de seguridad e inventarios en la actualidad tenemos stocks de seguridad tanto en los semielaborados de la planta como en terminales concretos. Estos stocks de semielaborados ascienden a 2.725.000 unidades SIERRA los cuales alcanzan un valor igual a 93375€. En el caso de los terminales el stock de seguridad se distribuye en 40 referencias en su mayoría decoletaje cuyo valor asciende a 47000 €. En estas cantidades no se tiene en cuenta el coste de almacenaje. El 90% de stock de seguridad está centrado en el consumible del artículo que montamos; en adelante carga. Tenemos en planta catorce códigos diferentes de carga los cuales en función de consumo tienen su correspondiente stock de seguridad.

Todos los artículos montados en la planta disponen de un consumible, motivo por el cual en el pasado y con la mentalidad de fabricación por grandes lotes se crearon estos stocks como seguros ante los incidentes que pudieran surgir. Además añadir el paradigma antiguo de no tener los medios productivos parados aunque esto generase stocks innecesarios bajo la premisa de que acabarían teniendo salida.

Como se menciona en el capítulo 5 uno de los siete tipos de despilfarro son los stocks innecesarios. Para evitar estos stocks en el caso práctico en el que se centra este proyecto se realizará un estudio para implantar un Kanban sobre todas las referencias de cargas que existen en la planta.

La idea gira entorno a reducir a minimizar el stock de cargas, el espacio destinado a estos consumibles y mediante un Kanban visual generar las órdenes para fabricar justo la necesidad en función de los pedidos. El sistema tiene que ser fácilmente observable por los operarios y listeros de la planta, que al mismo tiempo les indique las acciones que han de tomar sin consultar a su supervisor, con objeto de eliminar las transacciones, el papeleo y reducir los inventarios en proceso.

Se abrirá un horizonte en SAP para controlar la necesidad. El kanban tiene que ser capaz de proporcionar una señal como información para producir y recoger, transportar productos; evitar producir en exceso, sirve como orden de trabajo para los operadores; ha de evitar que se avancen productos defectuosos al siguiente nivel de ensamble y sirve como control de los inventarios.

Se utilizan localidades o cuadros kanban entre operaciones de las celdas de manufactura o entre celdas de manufactura o procesos, para regular la diferencia en velocidad de producción constante. El proceso se iniciará con el pedido del

cliente, con el cual se prepararán las máquinas automáticas y materiales, generando una tarjeta kanban al almacén de consumible de la planta, en caso de no haber producto se generará a su vez otra tarjeta kanban al operario de la última operación, para indicarle que tiene autorización para producir la cantidad indicada y no más. Si el último operario necesitara materiales de procesos anteriores, podrá utilizar otra tarjeta kanban de movimiento de materiales para solicitarlos, dejando la tarjeta de kanban de producción al proceso anterior y así sucesivamente hasta el almacén de origen, quien solo suministra materiales si cuenta con una tarjeta kanban.

7.3. IMPLANTACIÓN DE SMED.

El diseño actual de la planta de fabricación es un diseño obsoleto basado en grandes producciones y lotes de fabricación interminables. No obstante en la actualidad la fabricación no se ajusta a estas especificaciones sino que se aproximan a una fabricación ajustada, donde se fabrica bajo pedido es decir el cliente tira de la producción; sistema pull y el flujo es tenso. En el sistema antiguo los cambios de series pasaban a un segundo plano puesto que estos eran esporádicos y por tanto el tiempo invertido en el cambio porcentuado con el tiempo total de fabricación de la serie era insignificante.

En la actualidad en la planta de fabricación aproximadamente el 80% de los lotes de fabricación no superan las dos horas de fabricación llegando a realizar hasta 30 cambios de lote en un día. Esto significa que el porcentaje de tiempo invertido en cambio de lote de fabricación es muy elevado y pese a no estar pautado se estima un tiempo medio de cambio de lote entorno a los 25 minutos. Teniendo en cuenta que el coste de un operario grupo 6 está entorno a 15,50€/hora estamos contabilizando un tiempo improductivo próximo a los 500 minutos y un coste de alrededor de 200€ diarios solo de mano de obra directa. Es evidente que este tiempo no se puede reducir a cero pero se puede optimizar para convertir las operaciones internas en externas y así minimizar el tiempo improductivo.

En la actualidad el cambio no está definido ni pautado por tanto no tenemos ningún control sobre el coste real. Inicialmente es necesario pautar los cambios para así poder ser medidos. Una vez conocido el proceso se estudiará la mejora para optimizar el cambio; todo lo que se puede medir se puede mejorar.

7.4. IMPLANTACIÓN DEFINICIÓN MÉTODO DE TRABAJO.

Actualmente en la planta no tenemos definido ningún método de trabajo. Todo fluye gracias al "how now" de las personas que integran el grupo.

En el plano de la definición de método de trabajo para la mejora del mismo he decidido centrarme en la fabricación de los consumibles de los bolígrafos por los motivos que a continuación expongo:

➤ La fabricación de estos consumibles han presentado una evolución negativa entorno al 80%. De los 75.926.660 millones fabricados en el periodo

que comprende enero a diciembre del año 2002 a los 14.515.320 millones que se fabricaron en este mismo periodo en el año 2009. Esto significa que el parque diseñado para la fabricación de las cargas estaba desarrollado para volúmenes de producción del año 2002 donde la carga de trabajo era de 24 horas diarias de lunes a domingo. Por las características técnicas de estas máquinas son productivas cuando los lotes de fabricación son largos. Además tenemos dos islas independientes de fabricación para los 2 modelos de cargas que fabricamos. En la actualidad y teniendo en cuenta que la necesidad de estos consumibles se van a generar a partir de un Kanban el objetivo es adaptar la fabricación de cualquier tipo de carga acortando los tiempos de preparación de máquina, optimizando la fabricación, minimizando los tiempos improductivos y fabricando flexiblemente lotes pequeños. Por este motivo he elegido la fabricación de estos consumibles para realizar un estudio del método de trabajo actual y un estudio de mejora del mismo.

Para la realización de la mejora del método aplicaré unas jornadas utilizando la metodología Brainstorming teniendo en cuenta el how now de los operarios que fabrican estos recambios ya que al ser un pieza con cierta complejidad de ensamblaje (cotas con poca tolerancia, porcentajes de rechazo por debajo de 0,1%...) y maquinaria especial son motivos contrastados para tener en cuenta la aportación de las personas que diariamente conviven con dicha fabricación. Posteriormente se formará un grupo de trabajo con personal de diferentes áreas de la compañía y mediante la metodología de resolución de problemas ISHIKAWA buscaremos las mejores soluciones para realizar un método de trabajo que se ajuste a las necesidades que actualmente tenemos en el proceso de fabricación.

La idea principal consiste en modificar el layout de los dos grupos de máquina que tenemos para construir una isla con la intención de tener la flexibilidad de fabricar la mayoría de tipos de cargas que existen en la planta minimizando los cambios de máquina.

CAPÍTULO 8:

PLANIFICACIÓN DE

TAREAS.

8.1 PROGRAMACIÓN DE TAREAS

1. Planteamiento del proyecto. Análisis inicial con el fin de determinar y acotar el alcance del mismo.
2. Selección del tutor. Entrevista con el mismo y exposición del tema.
3. Recopilación de información; paralelamente realizando formación complementaria con Grupo ITEMSA en "Estrategias para la mejora de la competitividad industrial" y "Técnicas para la mejora de la productividad industrial".
5. Documentación a nivel fotográfico de la situación actual.
4. Estudio de TRS para determinar zona piloto implantación 5S e inicio de seguimiento stocks de almacenes.
5. Selección de la zona piloto para la implantación de las 5S.
6. Construcción de la presentación de la herramienta 5S´s y sesión de formación a la Dirección.
7. Construcción de la presentación de la herramienta 5S´s para el personal de planta.
8. Creación grupo de seguimiento implantación 5S´s.
9. Creación pauta de seguimiento y de la patrulla de seguimiento 5S´s.
10. Estudio de tiempos en cambio de modelos.
10. Aplicación de herramienta SMED para mejora de cambios de modelo.
12. Redactado del anteproyecto.
13. Valoración implantación 3 S´s primeras.
14. Implantación de las 2 S´s últimas.
15. Estudio y definición del kanban para consumibles cargas.
16. Definición del método de fabricación de cargas.
17. Estudio de mejora de método para la fabricación de cargas.
18. Recopilación, sintetización de la información y redactado de la memoria.

Todos los datos productivos, stocks, scraps, inventarios..., son extraídos del sistema de la empresa mediante aplicación de SAP. Cuento con el permiso de la

Dirección General de la Empresa para poder emplearlos en el proyecto siempre y cuando sean de forma única y exclusiva con fines académicos.

CAPÍTULO 9: PRESUPUESTO.

9.1. BASES DEL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO.

A continuación se muestra en la figura 10.1 el resumen del presupuesto para el estudio e implantación de las mejoras de la productividad seleccionadas. El presupuesto se divide en cuatro partes principales:

1. Desarrollo del proyecto: Comprende todo el estudio, diseño e implantación por parte del departamento técnico.
2. Instalaciones: Modificaciones físicas de los elementos definidos en el proyecto necesarios para la implantación de la mejora. Nuevas situaciones de máquinas (mejoras de métodos), eliminación del almacén de cargas (implantación de kanban), eliminación de maquinaria obsoleta...
3. Formación personal: Se centra en las horas de formación necesarias; por un lado la implantación de las 5S's y todo lo que conlleva el desarrollo de la misma y por otro lado la formación necesaria para explicar el funcionamiento del secuenciador kanban y la nueva metodología de trabajo.
4. Materiales: Centrado en los materiales necesarios para llevar a cabo los cambios realizados.

Posteriormente se realiza un desglose de los datos que se presentan en el presupuesto. Hay que remarcar que algunos datos aparecidos en el presupuesto son datos estimados y como tal se remarcarán en el desglose. Los precios hora que se adjuntan en la tabla son precios reales que en la actualidad no están aplicando empresas subcontratadas que realizan actuaciones similares a las desarrolladas en el proyecto en la empresa.

Finalmente se presenta una tabla de ahorros posteriores a la implantación del proyecto. Al igual que en el presupuesto hay valores estimados los cuales se identificarán como tal.

9.2. PRESUPUESTO Y DESGLOSE

PRESUPUESTO					
ESTUDIO E IMPLANTACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD					
<u>DESARROLLO DEL PROYECTO</u>					
		Cantidad	Unidad	p/u	TOTAL
Horas departamento Oficina Técnica (Ingeniería)		400	horas	50,00	20.000,00
<u>INSTALACIONES</u>					
Horas personal técnico (Montadores)		600	horas	25,50	15.300,00
Horas personal técnico (Instaladores)		350	horas	25,50	8.925,00
Horas personal no cualificado		600	horas	14,30	8.580,00
<u>FORMACIÓN PERSONAL</u>					
Costes de formación de personal	cualificado	60	horas	17,90	1.074,00
	no cualificado	264	horas	14,30	3.775,20
<u>MATERIALES</u>					
Varios					4.000,00
				Subtotal	61.654,20
				15% imprevistos	9248,13
				TOTAL	70.902,33

Fig. 9.2. Presupuesto proyecto.

Desglose del presupuesto:

Desarrollo del proyecto: Las horas invertidas en el desarrollo del proyecto son las destinadas a la realización del proyecto del PFC2 y están distribuidas por tareas semanalmente en el diagrama de Gantt del capítulo 8.

Instalaciones: Comprende todos los movimientos físicos de máquinas y sus instalaciones, almacenes, desmontaje de maquinaria obsoleta..., definidas en el proyecto. Las horas están divididas en personal técnico; montador e instalador que son los encargados de desmontar, instalar y montar en la nueva ubicación y personal no cualificado destinado al desmontaje de protecciones, periféricos, estanterías....

Formación Personal: Las horas destinadas a la formación del personal son las que se estiman necesarias para realizar las sesiones informativas iniciales para explicar el grueso del proyecto, sesiones para la formación en la aplicación de las 5S's, seguimiento y normalización, sesión informativa secuenciador kanban, formación secuenciador kanban y alguna sesión posterior que pueda surgir.

Las horas se dividen en:

- personal cualificado: 3 jefes de equipo los cuales tienen programadas 10 sesiones de formación de una duración de 2 horas y por tanto suma un total de 60 horas de personal cualificado.
- Personal no cualificado: 22 operarios los cuales tienen programadas 6 sesiones de formación de una duración de 2 horas sumando un total de 264 horas.

Materiales: En principio los materiales para las nuevas instalaciones serán en su mayoría aprovechados del desmontaje de las instalaciones antiguas. No obstante se hace una previsión sobre la cantidad que aparece en el presupuesto para necesidades que puedan surgir.

9.3. ESTIMACIÓN AMORTIZACIÓN

AMORTIZACIÓN				
ESTUDIO DE AMORTIZACIÓN MEJORAS EN PLANTA DE MONTURA AUTOMÁTICA				
<u>MEJORA DE LA NO CALIDAD</u>				
	Porcentaje	Base (€)	SUBTOTAL (€)	TOTAL (€)
Reoperación de cargas	14%	94542	13.235,88	
Reoperación por error en terminales	9%	94542	8.508,78	
Re-fabricación por embalaje defectuoso	7%	94542	6.817,94	
				28.362,60
<u>SUPERFICIE UTILIZADA</u>				
	m2	Base (€/m2)	SUBTOTAL (€)	TOTAL (€)
Reducción de la superficie utilizada	320	1747	559.040,00	
				559.040,00
<u>DESPLAZAMIENTO MATERIALES</u>				
	nº palets (anual)	Base (m)	SUBTOTAL (m)	TOTAL (€)
Producto acabado	13200	70	924.000,00	
Ahorro 310 horas	22140	30	664.200,00	
Precio hora operario manipulador materiales 16,10€/h				4.965,00
				TOTAL (€)
			AHORRO ANUAL	33.327,60
			AHORRO SUPERFICIE	559.040,00

Fig. 9.3 Tabla de amortización

Es evidente que detrás de un proyecto de esta envergadura no parece suficiente a nivel de la Alta Dirección justificar esta inversión únicamente por cambiar la filosofía de trabajo de la empresa. Generalmente se espera un beneficio económico derivado de la implantación del proyecto. En este apartado se realiza una estimación de los beneficios económicos asociados a la implantación del proyecto. Remarcar que los datos base sobre los que se realizan los cálculos son reales y que las estimaciones quedarán reflejadas como tal.

- Mejora de la no calidad: En la planta de fabricación el valor económico asociado a la no calidad realizando una media de los periodos de 2008 y 2009 ascienden a 94542€ anuales. La estimación de mejora de la no calidad se cifra en un 30% de la misma y a continuación se realizará un desglose de los parámetros sobre los que se actuará.

1. Reoperación de cargas por suciedad en el proceso de fabricación: Supone un 14% del total del coste por no calidad y se estima reducirlo a cero mediante implantación de un Poka Yoke de forma. En el 100% de los casos los artículos defectuosos son debidos al ensamblaje erróneo de uno de sus terminales. Se procede a realizar una mejora en máquina para que por diferencia de diámetros del terminal asegurar el correcto montaje.

2. Reoperación de producto acabado por error en los terminales: Supone el 9% total del coste por no calidad y se estima reducirlo a cero mediante implantación de las 5S´s identificando a nivel micro todo el material de la planta.

3. Coste de re-fabricación por embalaje defectuoso: Supone el 7% del total del coste por no calidad y se estima reducirlo a cero. Es usual tener que fabricar terminales duplicando órdenes de fabricación por pérdidas de los mismos motivados por defectuosos almacenajes de los terminales que ocasionan pérdidas de los mismos, defectos en las cajas que se destinan para almacenar convirtiendo los terminales en scrap por accidentes (caídas de cajas, roturas de las mismas...). Mediante la implantación de las 5S´s no tendremos material almacenado en planta evitando estos incidentes con los terminales. Los materiales recepcionados son montados en el día y devuelto al almacén el material excedente.

Estimación de ahorros por mejora de la no calidad: 28363€ anuales.

- Reducción de la superficie utilizada: Al reducir el almacén de la planta, eliminar el almacén de cargas (eliminación de stock intermedio por implantación de kanban) y eliminar maquinaria obsoleta se han liberado 320m² del total de la planta. Este espacio se puede destinar a una futura agrupación de diferentes departamentos con el fin de destinar las ubicaciones de los mismos a almacenaje pudiendo dar de baja diferentes emplazamientos que tenemos subcontratados para estos fines. Teniendo en cuenta que debido al proceso concursal en el cual no encontramos uno de los activos de la compañía es el suelo, se realizó a principios de año una tasación del valor del mismo. El valor total de la superficie de la compañía que cuenta con 11560m² es de 20.200.000€. Por tanto el m² está valorado en 1747€.

Estimación de ahorros por liberación de superficie: 559.040€.

- Movimiento de materiales: Teniendo en cuenta la nueva distribución y la eliminación de los stocks intermedios se realizan los siguientes cálculos aproximados para definir el ahorro por movimientos de materiales:

1. Producto acabado: Estimación ahorro medio por palet 70 metros la media diaria de palets es de 60 palets con lo cual si tenemos en cuenta que anualmente trabajamos 220 días los metros ahorrados son 924.000 m anuales.

2. Movimiento de materiales: Se realiza un seguimiento semanal y se determina que se mueven 410 palets semanales de materiales entre recepciones

y devoluciones. La estimación de ahorro de metros para el material es de 30 metros. Por tanto el ahorro en metros por movimientos de materiales es de 664200 metros.

El ahorro total en metros por desplazamientos teniendo en cuenta los dos principales movimientos de la planta asciende a 1.588.200 metros anuales.

Para realizar el cálculo de ahorro en euros tenemos que conocer los metros hora que puede realizar un operario. Para este cálculo tomamos como referencia que un paso son 18 TMU's que multiplicados por milésimas de hora es igual a 0,65 seg./paso. Extraído el valor de tablas tenemos que un paso es igual a 0,93 cm. y por tanto el ahorro por movimientos de materiales es de aproximadamente 310 horas. El precio hora de un operario destinado al movimiento de materiales es de 16,10€.

Estimación de ahorros por movimientos de materiales: 4965€ anuales.

Es evidente concluir que sin tener en cuenta todos los beneficios a nivel organizativo, de orden, limpieza, mejora de método, disminución de accidentes y otros beneficios derivados de la implantación de herramientas para la mejora de la productividad también tenemos beneficios económicos suficientemente contrastados para llevar a cabo el proyecto mencionado.

CAPÍTULO 10: BIBLIOGRAFÍA.

Aplicación de un sistema Kanban, El prisma

http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/kanbanaplicacion/default.asp

Grupo Galgano, "Mejoras de la productividad gracias al lean Manufacturing".

http://www.leanmanufacturing.es/?page_id=10

Grupo ITEMSA, "Tècniques per a la millora de la productivitat industrial", Proyectos de mejora integral de la competitividad.

<http://www.grupoitemsa.com>

Grupo ITEMSA, "Estratègies per la millora de la competitivitat industrial", Proyectos de mejora integral de la competitividad.

<http://www.grupoitemsa.com>

Revista Ingeniería Primero, Facultad de Ingeniería Vol.15, Enero 2010

<http://www.tec.url.edu.gt/boletin>

Revista Tecnológica ESPOL vol. 18 N 1., 68-75.

<http://www.rte.espol.edu.ec>

