

INTRODUCCION AL LEAN MANUFACTURING



TEMA 1: INTRODUCCIÓN AL LEAN MANUFACTURING.....	5
1.1 OBJETIVOS DEL TEMA	7
1.1.1 CONTENIDOS	8
1.2 DEFINICIÓN	8
1.3 NACIMIENTO DEL LEAN.....	9
1.4 TIPOS DE PRODUCCION	10
1.4.1 PRODUCCIÓN ARTESANAL:.....	11
1.4.2 PRODUCCIÓN EN MASA:.....	12
1.4.3 SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA:	13
1.4.4 PRODUCCIÓN AJUSTADA:	14
1.4.5 PRODUCCIÓN ÁGIL:	16
1.5 VENTAJAS Y BENEFICIOS E APLICAR E IMPLANTAR LEAN MANUFACTURING	19
1.5.1 MEJORA DEL TIEMPO DE RESPUESTA ANTE REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE:.....	22
1.5.2 REDUCCIÓN DE INVENTARIOS:	23
1.5.3 REDUCCIÓN DE ESPACIOS Y TIEMPOS:	24
1.5.4 INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD:	26
1.6 OTROS CONCEPTOS LEAN	26
1.6.1 GEMBA.....	26
1.6.2 GEMBUTSU	28
1.6.3 GENJITSU	29
1.7 RESUMEN	30
TEMA 2: LAS MUDAS SEGÚN TOYOTA.....	33
2.1 OBJETIVO DEL TEMA.....	34
2.1.1 CONTENIDOS	35
2.2 CONCEPTO DE MUDA Y VALOR AÑADIDO	35
2.2.1 OTRAS DEFINICIONES NECESARIAS.....	38
2.3 LOS 7 TIPOS DE MUDAS	39
2.3.1 SOBREPDUCCION:.....	40
2.3.2 INVENTARIOS.....	43
2.3.3 OPERACIONES INUTILES. REPROCESO	45
2.3.4 TRANSPORTE.....	46
2.3.5 MOVIMIENTOS	48
2.3.6 ESPERAS	50
2.3.7 DEFECTOS. RETRABAJO.....	52
2.3.8 LA OCTAVA MUDA: HABILIDADES.....	54
2.4 RESUMEN	55
TEMA 3: LAS HERRAMIENTAS LEAN DE LA MEJORA CONTINUA	58
3.1 OBJETIVOS DEL TEMA	61
3.1.1 CONTENIDOS	61
3.2 LAS PRINCIPALES HERRAMIENTAS LEAN DE APLICACIÓN A LA EMPRESA.....	62
3.2.1 QUE ES 5S	62
3.2.2 QUE ES VSM.....	72
3.2.3 QUÉ ES SMED:.....	79
3.2.4 QUÉ ES KAIZEN:	87

3.2.5 QUE ES KANBAN:	91
3.2.6 QUE ES TPM	98
3.2.7 OTRAS HERRAMIENTAS	105
3.3 RESUMEN.....	114

TEMA 1: INTRODUCCIÓN AL LEAN MANUFACTURING

TEMA 1: INTRODUCCIÓN AL LEAN MANUFACTURING

Desde el origen de la Revolución Industrial (e incluso antes), los gestores de las distintas organizaciones empresariales han buscado la manera de mejorar sus resultados.



Con distintos enfoques han procurado obtener mejores productos y servicios en términos de cantidad, calidad, variedad, disponibilidad, etc., a través de un cambio en el modo de gestionar sus operaciones.

Estas transformaciones, han supuesto cambios culturales importantes en las empresas y se han encontrado con la resistencia de algunas partes de la organización.

Sólo cuando existe un problema importante es cuando no se tiene "miedo" al cambio, cuando se puede modificar la forma de hacer las cosas, en definitiva, modificar los procesos.

El Lean Manufacturing surgió para poder crear organizaciones flexibles, ágiles, capaces de responder adecuadamente a los clientes con el producto deseado, con las características específicas, al precio correcto, con la calidad adecuada y en el tiempo esperado.

La traducción literal de Lean Manufacturing sería "Manufactura Esbelta".

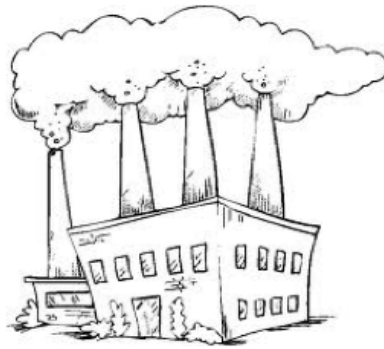
Para entender esto, debemos fijarnos en la definición que Toyota da al despilfarro.

"Todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo del operario que resultan totalmente esenciales para añadir valor al producto se considera Desperdicio." - TOYOTA.

Para entender esto James P. Womack y Daniel T. Jones recogen en su libro de Lean Thinking ("Pensamiento Esbelto" o "Filosofía Esbelta") que ser esbelto es algo más que una técnica, es una manera de pensar, unos hábitos.

Se relaciona como metáfora con el cuerpo, en el sentido de que todo aquello que no sea la cantidad mínima en nuestro cuerpo, será grasa, que nos consume recursos y nos hace más torpes. Si se es esbelto se es más ágil y consumes menos.

James P. Womack y Daniel T. Jones en su libro nos dicen que todas las empresas cuando empiezan son empresas Lean, el problema llega cuando crecen y se hacen más grandes y pesadas de lo necesario y el margen bruto que genera la producción no paga el exceso de inversión y los nuevos despilfarros.



Cuando las empresas nacen comienzan con pequeña maquinaria, un jefe lo controla todo porque la fábrica es pequeña y sabe dónde están todas las órdenes de trabajo. No hay sitio para tener un gran almacén ni de producto terminado ni de materias primas, por lo que sólo se fabrica lo que se ha pedido y da igual el tamaño del lote ya que las tareas son casi todas manuales y las máquinas flexibles.

Cuando las empresas crecen y amplían, la cosa cambia; se hacen con máquinas grandes, de mucha potencia adquiridas con el dinero generado por la empresa naciente, tienen mucha capacidad, pero poca flexibilidad. Ahora, al ser la fábrica más grande, ya no sólo sirve que haya una persona que lo controle todo, es necesario un software para controlar al personal y la producción. Existe espacio para almacenes y se puede trabajar contra stock, para ello trabajamos con grandes lotes para aumentar la productividad de las máquinas. Los lotes pequeños salen más caros.

Toda esta ampliación se puede transformar en dinero:

- las máquinas tienen un alto coste, antes no
- el edificio es más grande con lo que supone más hipoteca y más gasto de luz, agua, etc...
- el almacén es mayor con lo que hay más gastos financieros y de mantenimiento de almacén
- los lotes se hacen de gran tamaño porque el cambio de utillaje cuesta dinero (tiempo, mano de obra, etc.)

Para sobrellevar estos costes es necesario aumentar la producción, y muchas veces se piensa que aumentando los medios aumenta la productividad y no siempre es la mejor opción.

Pensemos en la definición de Toyota y en la fábrica ampliada; en ella se dan muchos despilfarros ya que con menos medios antes se hacía la misma producción, por lo tanto, todo en lo que se ha invertido sobraba.

Lean es una forma de pensar. El espíritu o filosofía Lean es la mejor forma de orientarse hacia la competitividad y no sólo eso, es la mejor forma de asegurarse el futuro de la empresa.

Lean es un camino a seguir y para ello hay que estar permanentemente actuando sobre una serie de puntos:

- Reducir los materiales y piezas (minimizar inventario)
- Reducir el espacio
- Reducir el tiempo de las operaciones, tanto de mano de obra como de tiempos de máquina
- Reducir los equipos

y todo ello para una misma cantidad de producción.

A lo largo de este curso nos adentraremos un poco más en esta filosofía y en las herramientas necesarias para poder actuar sobre estos puntos y eliminar los desperdicios de la empresa.

1.1 OBJETIVOS DEL TEMA



Al finalizar este tema tendremos los conocimientos necesarios para entender qué es el Lean Manufacturing y su origen haciendo un breve recorrido por los distintos tipos de producción desde los orígenes hasta nuestros días.

Reconoceremos los principales beneficios de la aplicación de la filosofía Lean en la empresa y sus ventajas.

1.1.1 CONTENIDOS

Dentro de esta unidad veremos:



1. INTRODUCCIÓN AL LEAN MANUFACTURING

1.1 Objetivos y contenidos

1.2 Definición

1.3 Nacimiento del Lean Manufacturing

1.4 Tipos de producción

1.5 Ventajas y beneficios

1.6 Otros conceptos Lean

1.6.1 Gemba

1.6.2 Gembutsu

1.6.3 Genjitsu

1.7 RESUMEN

1.2 DEFINICIÓN

En las dos últimas décadas del siglo XX, se ha producido un cambio importante en la gestión de la producción de acuerdo a los principios de Toyota. Estos principios han dado lugar a lo que se conoce como producción ajustada o lean manufacturing, que actualmente viene siendo mejorada por la producción ágil.

La palabra Lean (en inglés) se traduce como “flaco” o “magro”, de este modo Lean Manufacturing se correspondería como una manufactura o fabricación “ligera”.

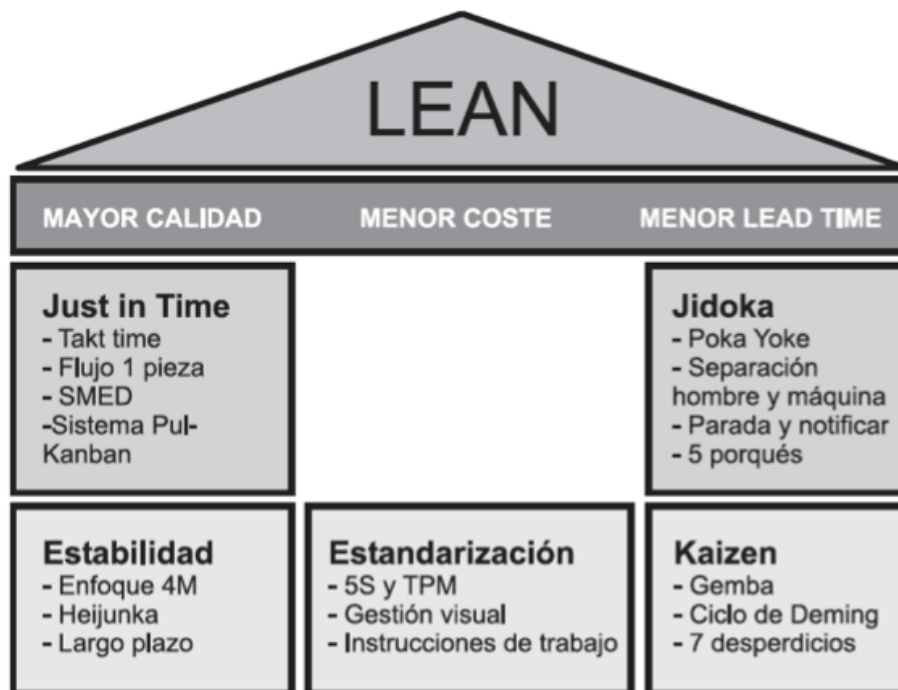
La posibilidad de que la fabricación se lleve a cabo de un modo “ligero” es eliminando todos aquellos factores que la engrosan, es decir, que no le aportan valor a nuestra fabricación.

Podríamos considerar el Lean Manufacturing como una estrategia de excelencia operacional que facilita el cambio a mejor, a través de la eliminación sistemática de desperdicios. Al eliminar esos desperdicios, de modo similar a cuando eliminamos la grasa del cuerpo, obtenemos organizaciones “magras” o “flacas” (lean, en inglés), ágiles, que obtienen mejores resultados con un consumo menor de recursos, flexibles, etc., en contraste con la fabricación en masa tradicional.

El Lean Manufacturing lo que intenta es sacar mayor rendimiento a los recursos existentes a través de una revisión de los procesos, analizando las actividades que se realizan y eliminando aquellas actividades que no aportan valor. Todo ello a través de la participación del personal que trabaja en los diferentes procesos y actividades, habitualmente creando una cultura de trabajo diferente a la existente.

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo que persigue la mejora continua mediante la eliminación de actividades que no añaden valor (MUDAS, en japonés).

Para conseguirlo esta flexibilidad y mejora en los procesos, se han desarrollado una serie de técnicas que se resumen generalmente en el gráfico conocido como "la casa del Lean", que se muestra a continuación.



Estos bloques sobre los que se asienta la "casa del Lean" serán las herramientas y los conceptos que veremos a lo largo de este curso.

1.3 NACIMIENTO DEL LEAN

Los inicios de lo que hoy conocemos como Lean Manufacturing se remontan a 1890 en Japón.

Sakichi Toyoda, era hijo de un humilde carpintero, y nace en 1867 cuando Japón estaba iniciando su modernización. Crece rodeado de telares fabricados manualmente y en

1891, Sakichi patentó su primer telar automático y se muda a Tokio para comenzar un nuevo negocio de telares.

En 1896, desarrolla un telar automático que, a diferencia de los anteriores, éste tiene la capacidad de detenerse inmediatamente cuando se produce una falla en la tela. De este modo y sin darse cuenta sentó las bases del Lean Manufacturing, consiguiendo que la fabricación se detenga cuando ocurre un error.

Sakichi Toyoda funda Toyoda Spinning and Weaving Co. Ltd. y siembra las bases de la corporación Toyota.

Su hijo Kiichiro Toyoda, en todo momento se siente tentado por la industria manufacturera automotriz y en 1937 logra producir el primer prototipo de automóvil y establece los cimientos para fundar Toyota Motor Company.

Toyoda es conocido como el "Rey de los inventores japoneses" siendo su "invento" más conocido el Jidoka.



En 1954 Taiichi Ohno es nombrado Director de Ingeniería de Toyota, él es el responsable de poner en práctica su célebre TPS (Toyota Production System). A partir de ahí, y especialmente a través del libro "La máquina que cambió el mundo" (Womack, Jones y Ross, 1991) se ha desarrollado e implantado en todo el mundo, como el punto de partida para conseguir empresas WCM (World Class Manufacturing, Fabricación de Clase Mundial, literalmente).

De este modo, podemos considerar a Taiichi Ohno el padre del Sistema Toyota en el que se fundamenta todo el Lean Manufacturing, pero sin olvidarnos que las bases de esta filosofía o sistema de gestión provienen de 1891.

Este sistema cambió la visión y el enfoque de la gestión de la fabricación, dando una prioridad al cliente, reduciendo el tiempo de entrega, aumentando la calidad del producto y reduciendo los costes con la eliminación de todas las actividades que no le aportan un valor añadido al producto o servicio.

1.4 TIPOS DE PRODUCCION

Con el paso del tiempo, los sistemas de producción han ido cambiando y las fábricas han tenido que adaptar sus sistemas productivos para gestionar los nuevos entornos.

En las dos últimas décadas del siglo XX, se ha producido un cambio importante en la gestión de la producción de acuerdo a los principios de Toyota. Estos principios han dado

lugar a lo que se conoce como producción ajustada o lean manufacturing, que actualmente viene siendo mejorada por la producción ágil.

La producción ajustada representa una serie de pautas diseñadas para mejorar la productividad, la calidad y la cultura de la empresa.

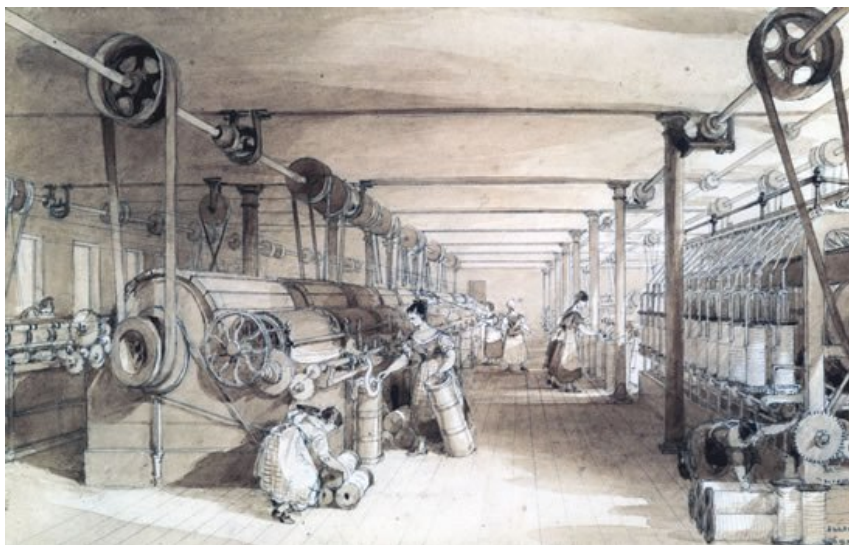
Al hablar de producción se hace referencia a una serie de procesos que dan lugar a un output o producto final, a partir de diversos inputs o entradas, en los que se englobarían además de las materias primas, el trabajo, la energía y el capital.

Por lo tanto, desde el inicio del siglo XX hasta nuestros días, los sistemas productivos han ido evolucionando y, a groso modo, podemos definirlos en los siguientes:

- Producción artesanal
- Producción en masa
- Sistema de producción TOYOTA
- Producción ajustada
- Producción ágil

1.4.1 PRODUCCIÓN ARTESANAL:

Hasta principios del S. XX el sistema productivo más utilizado era la producción artesanal.



Esta producción estaba caracterizada principalmente por un entorno competitivo en el que la demanda de producto era personalizada y la producción consistía en la

elaboración de una gran variedad de productos con volúmenes de producción muy pequeños a precios elevados.

1.4.2 PRODUCCIÓN EN MASA:

Con el comienzo del siglo XX, el entorno competitivo empieza a transformarse demandando productos de bajo coste.

Las fábricas tienen que amoldarse a esta nueva forma de fabricación que se denominaría en masa.

Este tipo de producción dará lugar al desarrollo de la sociedad de consumo.

La producción en masa se caracteriza por la capacidad de producir grandes volúmenes de producto a bajo coste unitario, utilizando para ello maquinaria muy especializada y mano de obra poco cualificada.

Este sistema de producción lo que genera es la aparición de nuevos conceptos: recambios y cadena de montaje.

- **Recambios:** Al realizar productos estandarizados, aparecen los recambios de las piezas ante posibles averías, con lo que los componentes se unifican, se normalizan.
- **La cadena de montaje:** fue desarrollada por Henry Ford. En este modelo, pensado teóricamente por Adam Smith, se cambia el concepto de que sea el trabajador el que se desplace hasta el vehículo durante la fabricación y pasa a ser el vehículo el que llega al puesto de trabajo del operario.

Este sistema consigue producir grandes volúmenes de producto, utilizando para ello una distribución en planta lineal. El trabajo se divide en una serie de tareas y con esta distribución se consigue que se siga la secuencia de tareas establecidas.



Estas tareas están constituidas por el encadenamiento de pasos sencillos y repetitivos, lo que supone contratación de personas con muy baja cualificación y facilitan del diseño de maquinaria y herramientas.

1.4.3 SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA:

Con el desarrollo del proceso de producción en masa, aparece la tarea de inspección y control de calidad. Al principio, lo único que se llevaba a cabo era una revisión de los productos terminados, por lo que, si se detectaba algún defecto, el producto se reprocesaba o se rechazaba.

Este reprocesado y rechazo lo que conlleva es un gran despilfarro de materiales, tiempo, dinero de mano de obra y consumos de maquinaria.

Por todos estos altos despilfarros, se cambia el enfoque de calidad, aparece un nuevo sistema de calidad en el que, en lugar de sólo llevarse a cabo el control final, lo que se hace es gestionar la calidad. Este nuevo modelo de producción con este nuevo sistema de calidad se conoce como sistema de producción Toyota (TPS).

En este nuevo sistema es el trabajador, el que lleva a cabo el primer autocontrol de calidad, para ello es necesario que se le dote de las herramientas y competencias necesarias.



Este sistema es adoptado rápidamente por la industria de la automoción, ya que es un sector en el cual se demanda una gran variedad de producto, fabricado en pequeños lotes y con un mismo proceso de producción.

Con este nuevo modelo de producción (TPS) se consigue una flexibilidad de productos y procesos, así como de los puestos de trabajo, junto con una eliminación del despilfarro.

El sistema de producción Toyota se suele representar como una casa, con los cimientos, interiores, pilares y tejado. (La "casa del Lean"):

- **Cimientos:** Éstos proporcionan una estabilidad a partir del establecimiento de unos procesos estables y estandarizados, como es la técnica de las 5S y de una producción nivelada.
- **Interior:** Se encuentran las personas y el trabajo en equipo, orientado hacia la mejora continua con el fin de conseguir reducir el desperdicio.
- **Pilares:** Estarán formados por metodologías capaces de mejorar la calidad en una organización.
- **Tejado:** Representa los resultados que se obtienen de la estructura del sistema: calidad, costes, plazo de entrega, seguridad y motivación.

1.4.4 PRODUCCIÓN AJUSTADA:

Este tipo de producción se basa en el sistema de producción de Toyota. Para la producción ajustada lo que se pretende es minimizar los desperdicios o despilfarros que se generan en la actividad de la organización.

Este tipo de producción se conoce como JIT (Just in Time) o también producción Lean Manufacturing.

Este tipo de producción ajustada, surge por demanda del mercado japonés, puesto que los clientes empezaron a demandar en un momento dado coches diferenciados, que fueran de alta calidad y a precios económicos.

La producción ajustada, trata de optimizar al máximo el proceso productivo, de forma que se pueda evitar, en la medida de lo posible, el gasto de recursos de la empresa que no generan valor añadido al cliente, mejorando con ello el rendimiento de los procesos.

Esta optimización de procesos trata de afinar al máximo el sistema de producción, buscando que la empresa sea capaz de fabricar sin errores ni desperdicios, grandes cantidades de productos de similares características.

Desperdicio: Todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo del operario que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto. Toyota

Las características de este modelo de producción son:



Es un sistema basado en la demanda, "sistema Pull", es decir, es la demanda la que tira de la producción, de forma que ninguna sección de trabajo va a hacer nada a no ser que haya una demanda desde el taller o sector siguiente.

Del mismo modo, tampoco se inicia la fabricación del producto final si no hay demanda para el mismo.

La producción ajustada consiste en ofertar un producto no estandarizado, que sea fabricado en pequeños lotes, aunque el volumen sea muy elevado. La producción ajustada supone que cada empresa fabricará la cantidad que se necesita en el instante temporal en que es demandada por el cliente.

Lo que se busca con la producción ajustada es:

- Optimizar los flujos de producción.
- Producir siempre bajo pedido.
- Que los procesos están integrados y automatizados.

- Minimizar el número de paradas o intentar que sean más cortas usando el mantenimiento preventivo.
- Intentar reducir los desperdicios.
- Se tiende a informatizar la planta para que sea más sencillo analizar la eficacia.
- Estandarizar los componentes para poder hacer lo mismo posteriormente con los procesos.

Los beneficios que ofrece la producción ajustada son los siguientes:

- **Reducción del Lead Time:** Se debe reducir el tiempo que tarda el producto desde que entra hasta que sale del sistema productivo con el fin de reducir el stock en curso y así la empresa obtendrá muchos beneficios ya que se podrán reducir los recursos empleados en mover, colocar y recolocar el material. Además, se debe tener en cuenta el espacio que suponen tener estos stocks y el coste financiero que requiere.
- **Reducción del stock en curso:** Éste y el anterior beneficio están íntimamente relacionados. Un proceso productivo en línea está formado por tres subprocesos con tiempos de ciclo muy diferentes. Esto hace que el lead time sea muy elevado y por tanto el stock en curso. Si estos subprocesos se dividen en operaciones elementales se conseguirá reducir el lead time.
- **Aumento de la productividad:** Cuando se pretende mejorar un proceso lo que ocurre es que también se mejora la productividad humana.
- **Disminución del espacio necesario:** Cuando se implanta esta metodología lo que se obtiene es un beneficio en el ahorro de espacio ya que se necesita menor espacio para los procesos.

1.4.5 PRODUCCIÓN ÁGIL:

Los cambios que están surgiendo en la economía y en los mercados actuales hacen que la estrategia de la competencia de empresas basada en precio se modifique hacia la competencia basada en diferenciación. Este modelo de producción surge para poder dar respuesta al nuevo modelo de negocio, que se basa en la personalización del producto. Para ello, surge la producción ágil, la producción de cara al futuro.

Con este tipo de producción lo que conseguimos es que la fábrica sea capaz de responder a la gran inestabilidad del mercado y a la necesidad de fabricar productos unitarios complejos. Para ello es necesario desarrollar estructuras que nos den flexibilidad, y que los recursos y capacidades puedan adaptarse a las nuevas necesidades. Toda esta demanda deberemos satisfacerla en corto plazo de tiempo.

Hasta ahora veíamos que la producción ajustada era una producción para grandes lotes, pero no es lo suficientemente útil para el día a día, y para satisfacer las necesidades cambiantes del cliente.

Actualmente, existen empresas que emplean este sistema de producción ajustada, pero suelen dedicarse a la producción concentrada de productos, centradas en la minimización de los costes, pero sabiendo que no podrán hacer frente a la variación en la demanda de éstos.

Para afrontar esta demanda cambiante del mercado surge el modelo de producción llamado producción ágil.

Las fábricas deben estar diseñadas de manera flexible, preparadas para el cambio, no pueden estar enfocadas a un tiempo de fabricación (Lead Time) concreto, sino que a veces deberán fabricar sin tiempo de espera y deben ser fábricas polivalentes y flexibles, lo mismo que sus empleados.

La producción debe ser versátil, es decir, se busca la polivalencia. Los productos fabricados deben ser cada día más funcionales, lo que implica una disminución en la vida útil de las máquinas y equipos empleados en el proceso de producción.

Los conceptos clave son:

- ***la flexibilidad***
- ***la tolerancia del proceso a los cambios de serie de producción***

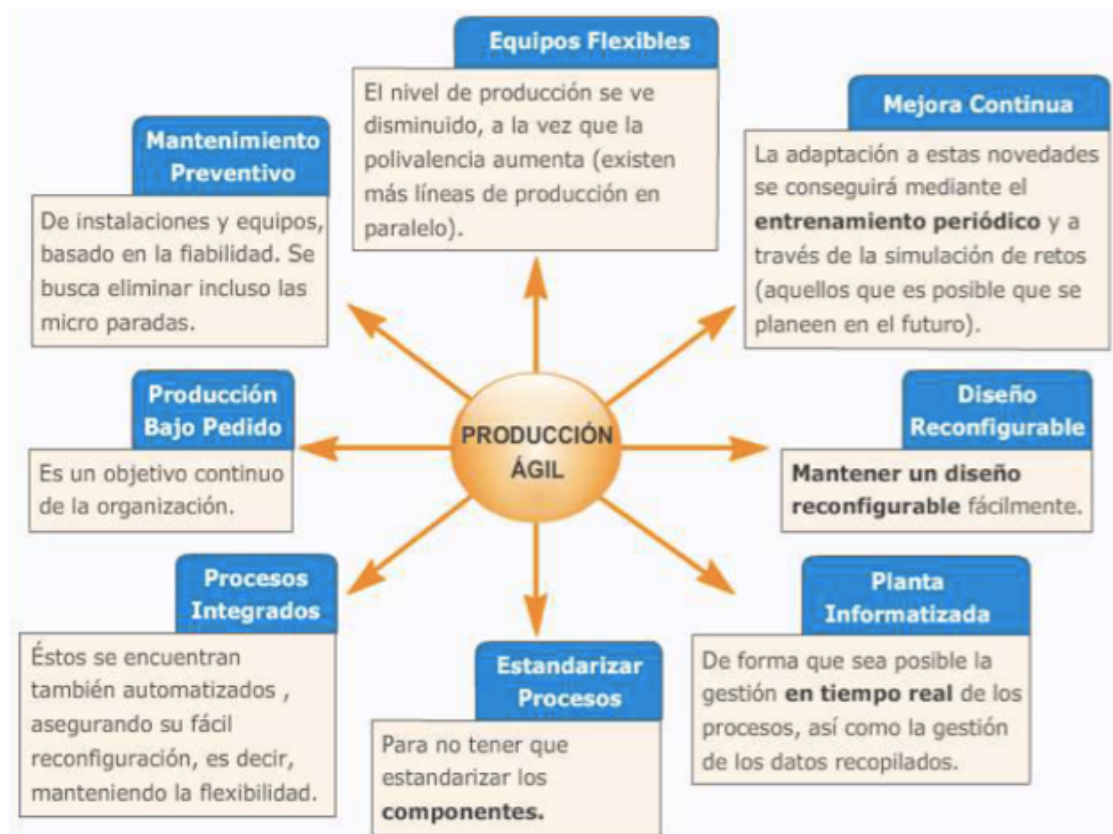
La polivalencia y la tolerancia del proceso a la evolución del producto son compatibles a la hora de diseñar los procesos, sin embargo, ambas son incompatibles con la automatización e integración.

La automatización del proceso limita la polivalencia, con lo que en la producción ágil será necesario un toque humano, ubicado en los sectores estratégicos, de modo que nos permita variar el proceso en los casos en los que sea necesario.

Las personas adquieren la dimensión de capital humano en la empresa.

Ayudarán a:

- Predecir problemas en la fabricación.
- Organizar el mantenimiento preventivo.
- Promover mejoras en el proceso.



Lo que busca la producción ágil es:

- Equipos flexibles con aumento de la polivalencia.
- Aumentar el mantenimiento preventivo para llegar a eliminar incluso las microparadas.
- Llevar a cabo una producción únicamente bajo pedido.
- Procesos automatizados, que puedan reconfigurarse fácilmente, es decir, total flexibilidad.
- Estandarización de procesos para no tener que estandarizar los componentes.

- Tener la planta informatizada para obtener las informaciones en tiempos reales.
- Que el diseño sea reconfigurable y flexible al igual que los procesos.
- Mantener una mejora continua, un entrenamiento continuo ante posibles retos.

1.5 VENTAJAS Y BENEFICIOS E APLICAR E IMPLANTAR LEAN MANUFACTURING

- ***Principios del Lean Manufacturing***

Del recorrido por la evolución de los diferentes modelos de producción que hemos visto en el punto anterior, se pueden definir los principios en los que se basa el Lean Manufacturing.

El principio básico es hacer o fabricar **ÚNICAMENTE** lo que es necesario, cuando es necesario y en la cantidad necesaria.

Esto significa que debemos fabricar de acuerdo con las exigencias de nuestro cliente y bajo su pedido. Si seguimos las indicaciones del pedido de nuestro cliente veremos que en él:

- nos detalla la cantidad necesaria
- nos indica también cuándo es necesario que se inicie la fabricación
- nos indica los requisitos de la fabricación
- etc.

Nosotros debemos hacer únicamente las tareas necesarias para esa fabricación. De este modo evitaremos desperdicios que no aportan valor añadido al producto o servicio.

No debemos olvidar en ningún momento que la calidad debe ser una parte inherente del proceso. El cliente, en una de sus exigencias de pedido, quiere un producto con ciertas especificaciones de calidad y es lo que debemos entregarle. En el caso de la calidad también debemos aplicar el principio básico, es decir, la calidad en su cantidad necesaria, en la medida en que lo exige el cliente.

Por ejemplo:

si se estima que el cliente espera que una pieza que fabriquemos tenga una duración de tres años, no es necesario que le entreguemos una pieza que tenga una duración estimada de seis años. Para conseguir una duración mayor, usaremos mejores materiales y serán más costosos. Tal vez incluso el proceso de fabricación nos lleve más

tiempo. El cliente no pagará el valor añadido (que la pieza dure seis años), él sólo pagará el valor esperado (duración de la pieza tres años).

Con este ejemplo queda claro que no se puede identificar valor con calidad y que hay que hacer o fabricar únicamente lo que es necesario, cuando es necesario y en la cantidad necesaria, incluso cuando hablamos de la calidad.

Para llevar a cabo la fabricación debemos emplear un tiempo total de proceso (Lead Time) que debe ser mínimo. Pensemos que cuanto menor sea el tiempo de fabricación más puedo flexibilizar mi producción.

Otro de los pilares del Lean Manufacturing es la alta utilización de máquinas, la automatización de procesos, pero sin olvidarse también de la mano de obra. Tenderemos a la polivalencia y flexibilización de puestos.

Todo ello dentro del encuadre de una mejora continua, KAIZEN, que conseguirá que afrontemos los nuevos retos.

No debemos olvidarnos tampoco de que uno de los principios del Lean Manufacturing es el trabajo en equipo. Todo el personal debe estar involucrado y de este modo se conseguirán las metas que nos hemos propuesto.

Resumiendo;

- Hacer o fabricar únicamente lo que es necesario, cuándo es necesario y en la cantidad necesaria.
- Fabricar de acuerdo a las exigencias del cliente
- La calidad debe ser una parte inherente al proceso
- El Lead Time debe ser mínimo
- Es necesario una mejora continua
- El importante el trabajo en equipo
- Ventajas y Beneficios del Lean Manufacturing



Aplicar la filosofía Lean Manufacturing en una empresa supone que toda la inversión en tiempo y recursos que se requiere para afrontar el cambio, en mayor o menor medida, obtiene rentabilidades importantes, a menudo en aspectos en los que no se esperaba inicialmente.

Entre otras ventajas, claramente podremos conseguir la eliminación de operaciones que no aportan valor añadido como la reducción de inventarios, ya que el tiempo de respuesta, o plazo de entrega obtenido por la empresa, determinará el estado de los inventarios de la compañía.

Si este tiempo de respuesta es superior a lo que espera el cliente, la empresa tendrá que compensarlo con unos elevados stocks de producto final o semi-elaborado. La planificación se hace en base a expectativas de ventas, y si el mercado cambia su comportamiento y solicita un nuevo producto, lo que tendrá la empresa serán unos inventarios de producto obsoleto, pérdidas en material, en espacio de almacén....

Con la aplicación del Lean Manufacturing lo que conseguimos es una empresa más flexible, con lo que fabricará en el tiempo de respuesta que requiere el cliente, los inventarios de producto en curso son reducidos y no necesitamos un stock elevado de producto final.

Es decir, se podrá reaccionar a tiempo ante un cambio en las exigencias del mercado.

Con la aplicación de Lean Manufacturing conseguimos, entre otras cosas, una detección visual más sencilla de los problemas. Tendremos una mejor organización en la empresa y esto nos supone un ahorro, por ejemplo, de tiempos en búsquedas (aplicaremos el uso de la herramienta 5S).

Cuando vemos una fábrica Lean, rápidamente nos damos cuenta de lo que en ella está pasando, el flujo de fabricación es fácilmente entendible, los operarios saben qué hacer en todo momento (existe el uso de Kanban, instrucciones o estandarización de trabajo, paneles informativos...), se pueden equilibrar las líneas con las polivalencias de puestos, es decir, flexibilizar el trabajo y no solo la fabricación.

Conseguimos también una reducción de desplazamientos innecesarios, al tener todo ordenado y organizado y todos ser conocedores de las ubicaciones de material y herramientas.

Con la aplicación de Mantenimiento Productivo Total (TPM) conseguimos la reducción en número y duración de las pequeñas paradas, la reducción de las paradas por correctivos, podemos adelantarnos a los problemas.

Aumento de la calidad de los productos fabricados como consecuencia de reacciones más rápidas ante problemas en la maquinaria, ante fallos de fabricación, etc.

Estas ventajas llevan asociados una serie de **BENEFICIOS** para la empresa:

- aumento de la productividad, al tener la fábrica mayor flexibilidad y menor tiempo de respuesta al cliente
- disminuyen los costes financieros, al tener entre otras cosas, un inventario menor de producto terminado y de semi-elaborado
- se obtienen beneficios operativos al poder aumentar y disminuir las capacidades en nuestras líneas de manera flexible, podemos aumentar o disminuir los tamaños de lotes de fabricación, variabilidad de referencias, etc.
- mayor confianza por parte de nuestro cliente, ya que realizaremos la entrega de producto a tiempo, cumpliendo con sus requisitos
- mejor posicionamiento en el mercado frente a otros de nuestros competidores.

1.5.1 MEJORA DEL TIEMPO DE RESPUESTA ANTE REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE:

Cada vez hay más y más competidores cada año en cualquier mercado que se analice. Cada uno posee algún elemento diferenciador del resto. De este modo, los clientes disponen de diversas posibilidades a la hora de elegir, siendo así menos leales a la hora de mantener las antiguas relaciones comerciales. Los productos, con precios y características similares, se ofertan por numerosos fabricantes, haciendo que sea difícil diferenciarse.



Si no es posible diferenciarse a través del producto, de la calidad o el precio, existe la oportunidad de diferenciarse mediante el servicio al cliente y, en particular, si podemos disponer de plazos de entrega reducidos (y fiables) y si tenemos la facilidad para poder

mantenerlos con lotes pequeños y con grandes variedades de producto adaptadas al cliente.

Esta diferencia competitiva es mucho más difícil de copiar que las diferencias en el producto y más duradera en el tiempo. De ese modo, las organizaciones Lean tienen unos lead time pequeños. Cuanto más cortos sean estos tiempos, más rápida es la respuesta al cliente y más sencillo es adaptarse a cualquier petición especial de éste.

1.5.2 REDUCCIÓN DE INVENTARIOS:

La herramienta fundamental para reducir los materiales y piezas es la gestión de stocks, y en particular el uso del JIT (Just in Time). JIT es el pilar fundamental del Lean Manufacturing. Servir en el momento justo y la cantidad justa. Esto repercute, sin duda, en nuestros stocks.

El tiempo de respuesta, o plazo de entrega que pueda ofrecer la empresa, determinará el estado de los inventarios de la misma.



Si el plazo es superior a lo que espera el cliente, la empresa tratará de compensarlo a través de elevados inventarios de producto final o de inventarios de producto semi-elaborado (un semi-elaborado que sea un producto que requiera de pocas operaciones para obtener el producto final). En ambos casos la planificación de la fabricación se realiza en base a las expectativas de ventas.

Si los clientes cambian su comportamiento (*por ejemplo, porque aparecen nuevos productos de la competencia*) se producirían unos niveles elevados de obsolescencia. Esto se traduce en unas pérdidas por exceso de materiales que deben venderse a un precio reducido para poder recuperar parte de los costes.

Sin embargo, si aplicando el Lean Manufacturing la empresa es más flexible, el tiempo de respuesta va a ser menor del tiempo que requiere el cliente, por lo tanto, los inventarios de producto en curso serán reducidos y no habrá necesidad de stock de producto final.

Se podrá reaccionar a tiempo, se evitarán las obsolescencias y se facilita la logística interna.

Se reducen los materiales y las piezas, lo que conlleva a la reducción de los almacenes tanto de materias primas y productos terminados como semielaborados.

1.5.3 REDUCCIÓN DE ESPACIOS Y TIEMPOS:

Tal y como veíamos con la reducción de inventarios, si se consigue la reducción de stocks de las materias primas y de productos terminados quedará espacio libre en la fábrica. Normalmente los stocks ocupan más que la maquinaria y las tareas de fabricación.

Al reducir el stock se puede reorganizar el espacio de trabajo y buscar que sea una situación de puestos más próximos entre sí para reducir de este modo aún más el espacio necesario y al mismo tiempo reducimos los desplazamientos que no aportan valor.

Una fábrica más pequeña es una fábrica más visual y que por lo tanto se gestiona mucho mejor.

Si se reduce la cantidad de stock se reduce el tiempo destinado a la gestión del almacén y al transporte de materiales. Ya hemos reducido cierto tiempo de operaciones.

Si se reduce el espacio en fábrica al aproximar los puestos de trabajo, estamos reduciendo distancias y desplazamientos, con lo que también reducimos tiempo de operaciones.

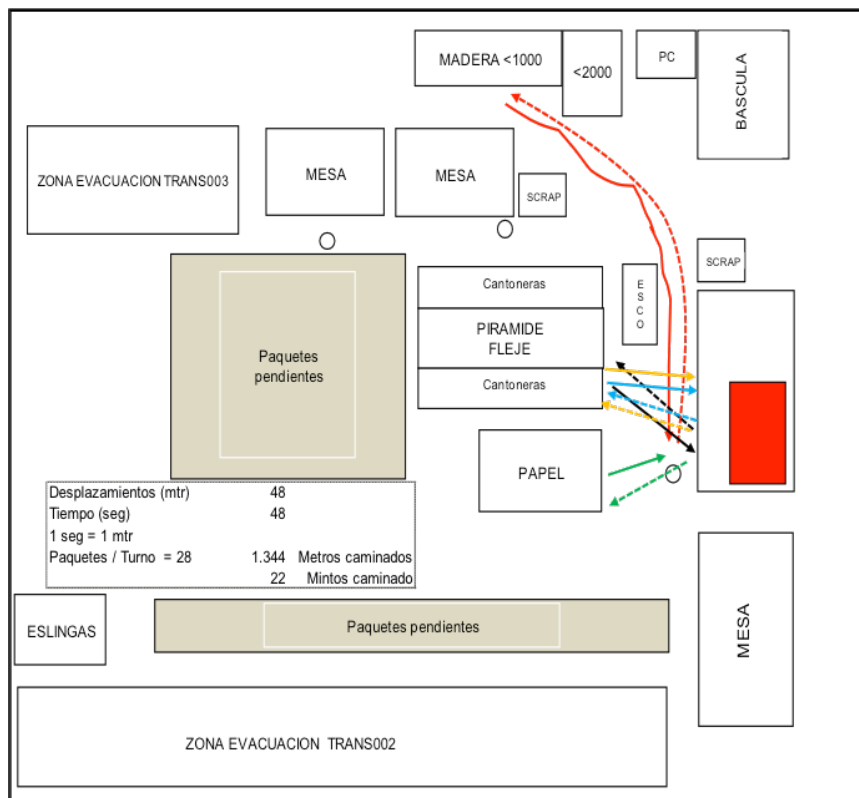
Si seguimos los principios del Lean Manufacturing y fabricamos sólo lo necesario y en la cantidad necesaria y con los recursos necesarios, fabricaremos sólo lo que hay en pedido y no dedicaremos tiempo a producir piezas que no se han solicitado o que no son necesarias ahora.

Además de esta reducción clara en el tiempo de operaciones podemos trabajar en otros aspectos como:

- estudios de métodos y tiempos para mejorar las condiciones de las tareas

- equilibrar y nivelar las fases para trabajar con los mismos tiempos de ciclo para que no haya demoras entre tareas y tareas
- ajustar las capacidades
- etc.

Esto nos llevará a una fábrica más flexible y la empresa se podrá adaptar a los cambios del mercado.



Hay que pensar también que, si mejoramos los tiempos de operación, un equipo podrá producir más en menos tiempo y por lo tanto necesitaremos menos equipos para poder llevar a cabo la misma producción. Por ello, antes de llevar a cabo inversiones en nuevos equipos, debemos estudiar si es posible mejorar el rendimiento de alguno de los ya existentes dándole más horas de trabajo o subcontratando partes del proceso, etc.

1.5.4 INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD:

La medida de la productividad habitualmente se realiza comparando la cantidad de unidades producidas por un equipo con un estándar calculado en función de cronometrajes o estudios de métodos y tiempos.

La mejora de esta productividad no suele ser en sí misma una meta en las organizaciones "lean", aunque habitualmente se consigue.

La mejora continua tiende a conseguir reducciones de lo que no aporta valor y, de ese modo, eliminando esos desperdicios, los operarios aprovechan mejor el tiempo disponible.

1.6 OTROS CONCEPTOS LEAN

Para llevar a cabo el proceso de mejora continua, Kaizen, que es inherente al Lean Manufacturing, debemos tener en cuenta tres aspectos que citamos a continuación;

- el Gemba o lugar de trabajo,
- el Genbutsu o producto actual en elaboración
- el Genjitsu que es conocer los hechos.

1.6.1 GEMBA

Literalmente significa el **"lugar actual"**, el lugar donde el trabajo se hace, donde se crea el valor y donde surgen los eventuales problemas.

El GEMBA en las empresas productivas es la propia fábrica, así que el que quiera conocer cómo y dónde se produce el valor añadido de la empresa debe ir al GEMBA.

Un paseo por el GEMBA es una pieza clave en el proceso de KAIZEN o mejora continua ya que se toma contacto con la realidad de la producción.

El éxito de estas actividades de mejora es más probable cuando acudimos al lugar donde se producen los problemas en lugar de quedarnos detrás de nuestra mesa en el despacho u oficina.

GEMBA puede ser, por ejemplo, el taller, la obra en construcción, el quirófano en un hospital, la zona de fabricación, el almacén, e incluso la propia oficina, etc.

Este paseo por el GEMBA debe cumplir tres aspectos clave según Jim Womack.

- **Ir a ver:** es decir, ver cómo funciona todo el proceso. Ver si procesos y personas están en consonancia.
- **Preguntar por qué:** conocer al detalle las operaciones para poder proponer soluciones a los problemas. Activa la creatividad del operario al cuestionarse las acciones habituales.
- **Respeto por el personal:** dialogar con cordialidad y concreción. Saludar, hacer preguntas cortas y centradas en el propio GEMBA.

Durante este paseo por el GEMBA no podemos ver todos los aspectos de la fábrica, deberemos fijarnos en ciertos detalles para empezar.

El orden y la limpieza (5S) es un aspecto importante, ver si en los puestos de trabajo se ha eliminado todo lo innecesario, si los materiales y herramientas disponen de sus ubicaciones definidas y conocidas por todos. Si el lugar está limpio, si cumple con las condiciones de seguridad adecuadas...

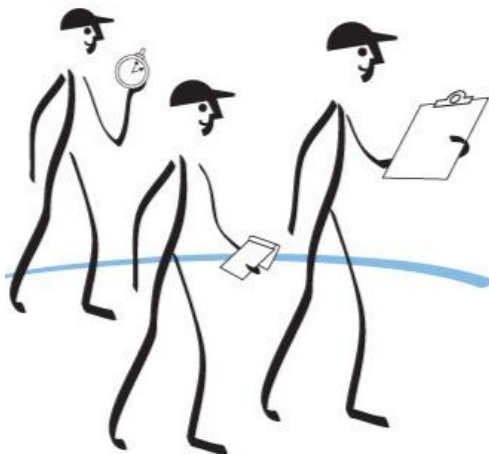
Hay que tener en cuenta es el flujo de material, ver si es la cantidad adecuada para el funcionamiento del proceso productivo. Fijarnos si existe material acumulado en los puestos de trabajo o material acumulado entre un puesto y otro (semi-elaborados), y detectar los motivos por los que se produce esta acumulación.

Comprobar también que no hay exceso de material en espera, en estanterías, inventarios intermedios, etc.

Los paneles informativos son también tenidos en cuenta en nuestra visita a fábrica. Estos paneles deben estar actualizados con la información de forma sencilla, con objetivos e indicadores conocidos por todos. Es importante también que cada puesto de trabajo tenga sus "paneles informativos", es decir, que tengan las instrucciones de trabajo necesarias, los controles de calidad, las hojas de verificaciones, etc.

Debemos fijarnos también en el mantenimiento de los equipos, es decir, que tengan las hojas de verificación y estándares de mantenimiento adecuados y actualizados, que las máquinas están limpias, que no existen fugas, etc.

Durante este paseo por el GEMBA, no debemos olvidarnos tampoco de las oficinas y las zonas comunes, que a veces son las grandes olvidadas.



El paseo por el GEMBA depende de la perspectiva de quién lo realice, el jefe de taller o supervisor o el gerente de planta. De ahí que se pueda dividir en distintos GEMBA.

- ***GEMBA para el Gerente de planta:***

Se paseará buscando los desperdicios, y los estándares de trabajo, preguntará por qué se hacen así las cosas e intentará llegar a la causa raíz para ponerle solución si puede ser de manera

inmediata. Aquí debemos recapacitar, y entender que el paseo por el GEMBA es una herramienta KAIZEN, de mejora, y que por ello nos ayudará a mejorar poco a poco. Cuanto más disciplinado sea el gerente en estos paseos por el GEMBA, mejores resultados se obtendrán. Es conveniente que el Gerente implique a los responsables de zonas, a supervisor, etc.... así todos entran en la disciplina de los paseos GEMBA y se conseguirán las medidas propuestas.

- ***GEMBA para el supervisor o jefe de taller:***

En este caso, el paseo está enfocado más en un área o zona, y el supervisor debe hablar con la gente que tiene a su cargo, determinar los problemas que surjan y buscar las mejoras para esa área, así como se asegurará con estos paseos que se cumplan y que el área esté siempre en correctas condiciones. Es conveniente que exista una comunicación con el Gerente de planta y así se puedan integrar y retroalimentar las mejoras y conclusiones que cada uno saque de esos paseos por el GEMBA.

Después de pasear o caminar el GEMBA se debe hacer una reunión con todos los que han asistido a ese paseo en la que se pondrán en común la lista de elementos en los que se deberá trabajar y sus responsables.

1.6.2 GEMBUTSU

Significa los **"producto actual"**, es decir, el proceso o producto objeto de la mejora. Nuestro proceso de fabricación, nuestro producto en elaboración.

Siempre es mejor y se obtienen más resultados paseando por el GEMBA y viendo el proceso por nosotros mismos, buscando las soluciones in situ, que analizando gráficos o documentos que describan el proceso en nuestra mesa de oficina.

Existe la expresión japonesa Genchi Genbutsu que significa "ir y ver in situ". Es decir, ir a la fuente, observar, entender.

Forma parte del Sistema de Producción Toyota y la idea es que en lugar de escuchar o leer acerca de un problema y hacer una sugerencia de mejora, uno debe de ir directamente a la ubicación y tener la experiencia directa de la situación de primera mano.



Esto implica ir al GEMBA, observar el proceso, entender el desarrollo del trabajo, preguntar...se observa todo dentro de su contexto y se toman mejores decisiones. Las mejoras y las soluciones se buscan averiguando la causa raíz, y nada mejor que encontrarla en el propio lugar donde ocurren los hechos.

Genbutsu está directamente ligado con el Gemba y el paseo por el Gemba, hay que ver nuestro proceso in situ.

1.6.3 GENJITSU

Significa los "hechos actuales".



Consiste en obtener datos para probar o refutar nuestras ideas desde un punto de vista objetivo. Ayuda a concretar, a pasar por alto comentarios o anécdotas, y a ceñirse a la realidad demostrable con hechos. Entonces, Genjitsu es el contexto; son los datos, los hechos, los números...

De acuerdo con esta filosofía Lean, es habitual, que, en las empresas japonesas, los directivos pasen mucho tiempo en los lugares de trabajo generales, en las plantas de fabricación, visitando almacenes, etc., acudiendo al lugar, analizando los procesos,

entendiendo los hechos.

Esto les ayuda a darse cuenta de la verdadera magnitud de los problemas y, si se conoce la realidad actual, es más sencillo convencer a las personas de los cambios que es preciso realizar.

Todos estos conceptos están unidos, pasear por el Gemba significa recorrer la fábrica, el taller, el lugar donde ocurren las cosas. En el paseo por el Gemba nos encontramos con los procesos, las tareas, las operaciones que debemos entender y comprender. Conseguimos así los datos (Genjitsu) que nos servirán para que las acciones de mejora que llevemos a cabo sean fiables y basadas en datos reales que ocurren, recopilados por nosotros mismos en el propio lugar donde ocurren.

1.7 RESUMEN



A lo largo del tema hemos visto que la cultura lean trata de crear organizaciones más flexibles y con alta capacidad de respuesta. Esto es importante y fundamental en el contexto actual de mercado, ya que los clientes cada vez valoramos más el plazo de entrega y la capacidad de asumir variaciones en las especificaciones, además de demandar los productos y servicios de gran calidad.

Hemos hecho un repaso de los avances en los sistemas de producción desde principios del siglo XX hasta el futuro de nuestras empresas.

Los inicios eran con una producción artesanal en la que se demandaban productos personalizados y la producción era de volumen bajo y con precios muy elevados.

Este tipo de producción dio paso a la producción en masa, capaz de producir grandes volúmenes a bajo coste unitario. Nace la sociedad de consumo. Pensar en producción en masa nos lleva a pensar en Henry Ford y el cambio de concepto en el trabajo; no es el trabajador el que se desplaza hasta el producto (en su caso los vehículos), sino que es el producto en fabricación (el vehículo) el que se acerca al puesto de trabajo del operario.

El gran cambio en los sistemas de producción que se llevó a cabo con la producción en masa, tiene su desarrollo con el sistema de producción Toyota (TPS) cuando se cambia el enfoque de calidad y se pasa de tener solo un control final del producto a realizarse una gestión de la calidad. Se reducen los defectos y los procesos de recuperación de los productos defectuosos, con el consiguiente recorte económico. Otro punto clave en la gestión de la calidad es que es el operario el que lleva a cabo el primer autocontrol, lo que implica dotarles de mayor competencia y formación.

Este TPS sienta las bases del lean, mejorando calidad, con menores costes, menor lead time, mayor seguridad y una alta motivación. Todo ello potenciado por una mejora

continua y un trabajo en equipo, a través de una serie de herramientas que ayudan a reducir los desperdicios.

El siguiente avance es la producción ajustada que trata de optimizar al máximo el proceso productivo intentando fabricar sin errores ni desperdicios grandes cantidades de producto de similares características. Se conoce como JIT, Just in Time o producción Lean Manufacturing. Producir solo lo necesario, en la cantidad necesaria y en el momento justo. Se trata de un sistema pull, es decir, es la demanda la que "tira" de la producción, al contrario de los sistemas convencionales que es se va empujando hasta obtener el producto y tener así altos stocks.

A lo que se tiende es a la producción ágil, a estructuras fabriles de mayor flexibilidad, a fabricar productos unitarios complejos y satisfacer la demanda a corto plazo. Es importante en este sistema de producción la automatización del proceso, pero sin dejar de lado a las personas, que adquieren la dimensión de capital humano ayudando a predecir problemas, organizar el mantenimiento y promover las mejoras.

Como concepto importante hay que recordar:

El principio básico es hacer o fabricar ÚNICAMENTE lo que es necesario, cuando es necesario y en la cantidad necesaria.

Las ventajas de aplicación del Lean entre otras son:

- mejora de tiempos de respuesta ante el cliente
- reducción de inventarios y costes
- reducción de espacios y tiempos
- incremento de la productividad

Para finalizar hemos hablado de **tres conceptos sencillos en Lean**, para entender mejor esta filosofía;

- **GEMBA:** el "lugar actual", donde se lleva a cabo el trabajo (taller, fábrica, oficina, almacén, línea, área...)
- **GENBUTSU:** "producto actual", nuestro proceso o producto
- **GENJITSU:** "hechos actuales", los datos, los números

TEMA 2: LAS MUDAS SEGÚN TOYOTA

TEMA 2: LAS MUDAS SEGÚN TOYOTA

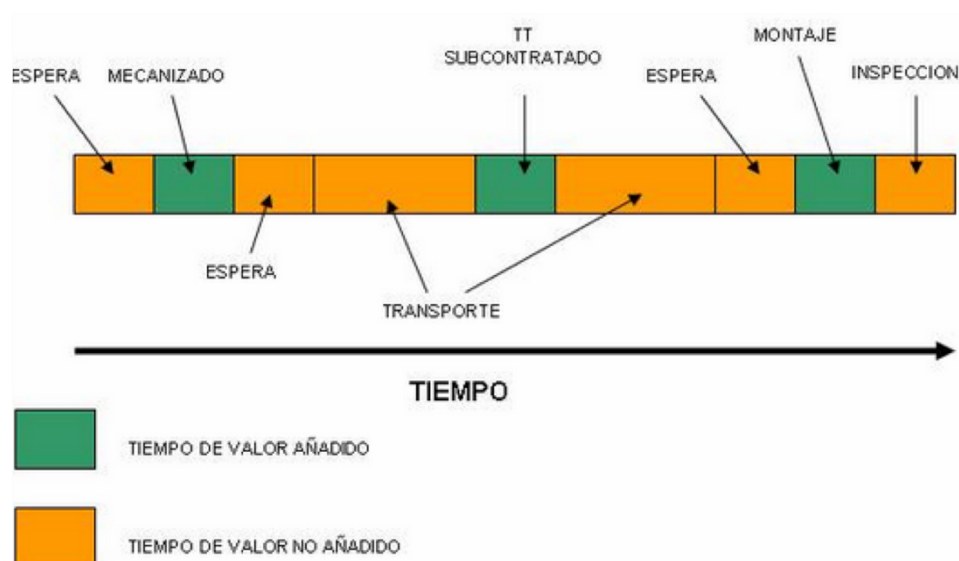


Al analizar cualquier producto o servicio desde el punto de vista de cliente final, podemos definir el valor como aquellas características o capacidades facilitadas al cliente en el momento deseado, en cantidad adecuada y en la calidad apropiada. Es decir, el valor de un producto o servicio se limita estrictamente a aquello por lo que un cliente está dispuesto a pagar.

El valor es el punto de partida crítico del pensamiento "lean" y sólo puede ser definido desde el punto de vista del cliente final, y no de los clientes o usuarios intermedios (departamentos internos de compras o ventas, marketing, proveedores, etc.).

La cadena de valor se define como las actividades específicas que se requieren para diseñar, pedir, producir y entregar un producto o servicio. En otras palabras, aquello que debe hacerse para poder satisfacer las necesidades del cliente.

Esta secuencia de etapas describe claramente qué le ocurre al producto o servicio en cada una de ellas. Partiendo de materias primas y utilizando una serie de recursos, herramientas y equipos de trabajo, se realizan unas transformaciones (generalmente "físicas") que lo convierten en algo por lo que el cliente está dispuesto a desembolsar un dinero.



Como objetivo de Lean debemos fijar el reducir los costes a través de la eliminación de los despilfarros. Así aumentamos la competitividad de la empresa. Con la reducción de costes y despilfarros no pierde calidad en el producto y por lo tanto no se ve afectado el valor añadido.

2.1 OBJETIVO DEL TEMA



A lo largo de este tema conoceremos los grandes despilfarros y pérdidas de valor que existen en una empresa, según el concepto de Toyota.

Estas Mudas se encuentran en todas las empresas independientemente de a qué sector se engloben.

Aprenderemos a distinguir entre aquellas actividades que aporten valor y las que no lo tengan, es decir, a distinguir las actividades de valor de los desperdicios.

2.1.1 CONTENIDOS

Los contenidos de este tema se desglosan en los siguientes puntos.



2. LOS DESPILFARROS EN LA EMPRESA

2.1 Objetivo del tema y contenidos

2.2 Concepto de MUDA

2.3 Los 7 tipos de MUDA o Despilfarro

2.3.1 Sobreproducción

2.3.2 Inventarios

2.3.3 Retrabajos o sobreprocesado

2.3.4 Transporte

2.3.5 Movimientos

2.3.6 Esperas

2.3.7 Defectos

2.3.8 La octava Muda: Habilidades

2.4 RESUMEN

2.2 CONCEPTO DE MUDA Y VALOR AÑADIDO

Tal y como hemos visto anteriormente, podemos definir **el valor de un producto como aquellas características o requisitos que el cliente nos exige**. Este producto debemos fabricarlo en el momento deseado, en la cantidad adecuada y en la calidad apropiada.

Es decir; el valor de un producto o servicio se limita a aquello por lo que un cliente está dispuesto a pagar.

Lo vamos a ver con un ejemplo que servirá para ayudarnos también a entender el concepto de MUDA:

Imaginemos una empresa que se dedica a la fabricación, entre otros productos, de varillas cilíndricas de acero revestidas de una capa de cobre.

El cliente valora, entre otros aspectos, que el producto tenga una apariencia final correcta, así como un micraje adecuado en la capa de cobre. Por estos dos atributos (apariencia final y espesor adecuado) es por lo que el cliente está dispuesto a pagar. Lo que tenemos que tener en cuenta, es que al cliente no le importan los procesos o medios que hayamos tenido que hacer o utilizar para obtener esos requisitos, por ejemplo, que hayamos tenido que corregir un defecto como puede ser el llevar a cabo un pulido después de un mal corte, un defecto de roscado por un error del operario o por una instalación mal ajustada.

Agregar valor no tiene por qué, pero puede aumentar ya sea precio o valor del producto.

Por ejemplo, ofrecer un año de soporte gratuito en un equipo informático o unos elementos de metal cromados en un vehículo (retrovisores cromados, pomo cromado, etc.) sería una característica de valor añadido.

Hay que considerar también que los empleados, con su creatividad, pueden aportar valor agregado a los servicios (trabajos) que llevan a cabo.

Siempre debemos considerar el cliente final, no el cliente o usuario intermedio dentro del proceso de fabricación (departamentos internos de compras, ventas, logística, marketing, proveedores...).

Es decir, si para que el cliente final obtenga las varillas que solicita, y después del proceso de corte, supongamos que es necesario hacerles a las varillas unos pequeños taladros en los extremos para poder colgar la pieza y así transportarla y sumergirla en el baño de cobre. Estos taladros que le hacemos, este proceso de taladrado, es necesario para el cliente interno (sección del baño de cobre), pero para el cliente final no aporta ningún valor añadido.

Por todo esto podemos definir como:

Cadena de valor: las actividades que se requieren para diseñar, pedir, producir y entregar un producto o servicio. Aquello que debe hacerse para satisfacer las necesidades del cliente.



La cadena de Valor se trata de una secuencia de etapas que definen qué le pasa al producto en cada una de ellas desde el inicio, es decir, desde materia prima hasta producto terminado, pasando por los pedidos internos y externos, los diferentes stocks y las diferentes transformaciones hasta que se convierte en el producto final por el que el cliente está dispuesto a pagar.

De estas etapas que forman parte de la cadena de valor, hay una serie de ellas que generan el valor añadido del producto y otras que no generan valor añadido, y son las que denominamos **MUDA (en japonés) o DESPILFARRO**.

Si una empresa definiera claramente lo que sus clientes consideran valor añadido en sus productos o servicios, podría analizar paso a paso todas sus actividades para eliminar todas aquellas que no aportan valor.

- **Actividades que añaden valor:** Aquellas que inequívocamente crean valor, generan cambios en el producto que son esperados y deseados por el cliente. *En el ejemplo anterior el proceso de recubrimiento de cobre, es lo esperado por el cliente.*
- **Despilfarro (muda en japonés) tipo 1:** Aquellas actividades que no crean valor pero que parecen inevitables con el estado actual de la tecnología y los medios de producción disponibles. *En nuestro ejemplo el proceso de taladro para poder transportar y sumergir en la sección de baño de cobre.*
- **Despilfarro tipo 2:** Aquellas actividades que no crean valor y son susceptibles de ser suprimidas y evitadas inmediatamente. En el ejemplo que teníamos, el despilfarro serían todas las actividades que se realicen para corrección de un defecto, las búsquedas de materiales en almacenes, los transportes de material innecesarios, etc.

Es importante considerar que existen actividades que pueden aportar valor para un cliente interno dentro de una organización o una cadena de suministro pero que no lo aportan desde el punto de vista del cliente final. Deben ser, por tanto, clasificadas como “despilfarro” de un tipo u otro en función de la disponibilidad de acciones que se puedan tomar.

Según Taiichi Ohno:

Despilfarro: "Todo lo que exceda la cantidad mínima de equipos, materiales, piezas y tiempo de trabajo que sea absolutamente esencial para la producción de cualquier producto."

2.2.1 OTRAS DEFINICIONES NECESARIAS

Vamos a ver una serie de conceptos que, aunque son conocidos por todos, debemos dejar claros a la hora de hablar de mejora de la productividad.

- **PROCESO:**

Un proceso de fabricación es el conjunto de tareas a las que se somete a un material o materiales desde que se da la orden de fabricación hasta que se sirve al cliente (interno o externo).

- **TAREA:**

Una tarea es una unidad de trabajo compuesta por un operario o equipo de operarios y/o máquinas, que hace sobre un material o materiales. Una tarea está compuesta por operaciones. Si son tareas de transformación del material son Tareas de Valor Añadido. *Por ejemplo, una tarea de soldadura.*

- **TAREA DE VALOR NO AÑADIDO:**

Como hemos visto antes, dentro del proceso, estas tareas son las que no hacen cambiar el estado del material, como *por ejemplo transportar, buscar, almacenar, etc.*; o las tareas que cambiando el estado del material lo hacen inútilmente. *Por ejemplo, mover material con la carretilla de una sección a otra, colocar estanterías, etc.*

- **OPERACIÓN:**

Dentro de una tarea hay multitud de diferentes movimientos para llevarla a cabo. Estos movimientos clasificados y desglosados constituyen las operaciones de la tarea. Existen distintos grados de detalle y de agrupación de movimientos y micro movimientos en función de la metodología de análisis que se use. Si la operación aporta transformaciones al material se trata de una operación de valor añadido. *Por ejemplo, dentro de la tarea de soldadura, está la operación de abastecimiento del soldador.*

- **OPERACIÓN DE VALOR NO AÑADIDO:**

Se trata de una operación que no transforma material o que, si lo hace, lo hace inútilmente. Dentro de la tarea una operación de valor no añadido es el desplazamiento del operario para ir a buscar un material o una herramienta, por ejemplo, al almacén general. Lo mismo es otra tarea sin valor añadido la reparación por un error recurrente de un proveedor o tarea anterior.

- **DIAGRAMA DE PROCESO:**

Es una forma gráfica de representar un proceso de fabricación. Puede representarse esquemáticamente o en planta de la fábrica.

- **MÉTODO:**

Es la secuencia de operaciones definidas para llevar a cabo una determinada tarea.

- **DESPILFARRO:**

Según Toyota es todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo del operario que resultan totalmente esenciales para añadir valor al producto.

2.3 LOS 7 TIPOS DE MUDAS

Taiichi Ohno clasificó los despilfarros de tipo 2 (Aquellas actividades que no crean valor y son susceptibles de ser suprimidas y evitadas inmediatamente) en 7 tipos de MUDAS.



Algunos autores consideran también un octavo despilfarro, las habilidades, por ello las veremos también y las añadiremos a las 7 Mudass definidas por Ohno.

Las 7 Mudras que veremos en los siguientes apartados son:

- Sobreproducción
- Inventarios
- Retrabajo o Reprocesado,
- Transporte
- Movimientos
- Esperas
- Defectos

2.3.1 SOBREPDUCCION:

La sobreproducción ocurre cuando se producen más elementos que los que el cliente necesita en este momento. Se fabrican más productos de los que tenemos en el pedido, porque se tiende a optimizar el coste por unidad en cada uno de los procesos, procesando grandes lotes para “optimizar” la producción.

El problema de fabricar grandes lotes es que, generalmente, una parte importante de la fabricación nunca será reclamada por ningún cliente, o sufrirá modificaciones de diseño, etc.



Esta “muda” es responsabilidad principalmente de los directivos de las empresas y del modo en que gestionan y miden el desempeño forzando la fabricación para “aumentar” sus números.

Por lo tanto, este despilfarro se genera cuando se produce más cantidad de la demandada por el cliente o cuando se produce antes de que este la solicite, lo que da lugar a la acumulación de productos.

Debemos tener en cuenta que cliente no solo es el cliente final, sino también los clientes internos intermedios (etapas de fabricación) o externos intermedios (etapas de fabricación subcontratadas).

La **causa** más común que genera sobreproducción suele ser una mala planificación, aunque también influyen otras como;

- Ausencia de calendario
- No hay ajuste de la producción.
- La producción no es conforme al calendario de la producción. Producimos más cantidad porque tenemos una ausencia de planificación, no sabemos en qué momento debemos producir ni qué cantidad.
- Artículos faltantes.
- Producción de productos defectuosos: para compensar nuestros defectos, “fabricamos de más”
- Averías de medios; si se avería muchas veces, aprovechamos cuando está bien para “fabricar de más”
- Asistencia manual excesiva.
- Capacidad excedente.
- Producción en ráfaga.
- Sistema de producción en el cual los bienes son producidos y “empujados” hacia la siguiente etapa.
- Desequilibrio de las cantidades fabricadas con respecto al siguiente proceso



Los **efectos** que produce esta MUDA son:

- Necesidad de equipos y personal extra
- Necesidad de materiales y piezas extra
- Necesidad de más espacio en almacén
- Aumento de movimiento de materiales y personas
- Mayor consumo de energía
- Mayores costes
- Etc...

Con el Lean Manufacturing y la mejora de producción, tenemos una serie de herramientas que, si aplicamos, nos ayudaría para evitar la Sobreproducción, entre ellas podemos pensar en;

- **Nivelado de producción**; todo al mismo ritmo, sin cuellos de botella, a la misma velocidad toda la línea. Evitamos la sobreproducción en algunas etapas porque va más lenta una que otra, y tengo que fabricar para alimentar a la que va más rápida, creando una sobreproducción entre una etapa y otra.
- **SMED (Single Minute Exchange of Die)** ó Cambio rápido de herramienta, acortamos tiempos en los cambios de formato, nos da más flexibilidad, nos ayuda a no tener que hacer tiradas largas y evitar la sobreproducción.

- **JIT; just in time**, producir lo necesario y en el momento necesario. No tendría sobreproducción de ningún tipo, solo lo que necesita el cliente y cuando lo necesita (tanto interno como externo). En la cantidad justa, en el momento justo, ni antes ni después.
- **KANBAN**; método de tarjetas, cada tarjeta me indica cuándo y cuánto producir, a qué etapa va, etc...tanto las hay de fabricación como de materiales. También me evita la sobreproducción.

2.3.2 INVENTARIOS

Aparecen como consecuencia del anterior tipo de desperdicio. Se trata de un exceso de materia prima, material en proceso o de producto terminado que no es demandado por el cliente.

Esta MUDA aparece cuando se tiene almacenada cualquier cantidad mayor al mínimo necesario, ya sea materia prima, material en proceso o producto terminado.

Las **causas** más usuales de este despilfarro son:

- los excesos de producción,
- la mala planificación,
- el "prosia" que nos hace comprar más cantidad de la necesaria,
- una mala gestión con nuestros proveedores, etc...



Todo ello hace que tengamos:

- Stocks demasiado numerosos en las estanterías y en el suelo.
- Los almacenamientos en el suelo y en las estanterías ocupan demasiado espacio.
- Los pasos/pasillos están bloqueados por stocks depositados.
- Los elementos pendientes se acumulan en cada puesto de trabajo.
- Los elementos pendientes están bloqueados entre los diferentes procesos.
- Es imposible determinar visualmente la cantidad de elementos pendientes

Los **efectos** que produce esta MUDA son:

- la necesidad de contar con una mayor superficie de almacenamiento y por tanto unos mayores costes de almacenaje,
- más tiempo de recuento de stocks,
- más personal para moverlo....

Con el Lean Manufacturing y la mejora de producción, tenemos una serie de herramientas que, si aplicamos, nos ayudaría para evitar los inventarios. Como esta MUDA está ligada a la sobreproducción, cabe entender que las herramientas a usar serán las mismas. Por ello pensaríamos en;

- **Nivelado de producción;** todo al mismo ritmo, sin cuellos de botella, a la misma velocidad toda la línea. Evitamos la sobreproducción en algunas etapas porque va más lenta una que otra, y tengo que fabricar para alimentar a la que va más rápida, creando una sobreproducción entre una etapa y otra.
- **SMED (Single Minute Exchange of Die)** ó Cambio rápido de herramienta, acortamos tiempos en los cambios de formato, nos da más flexibilidad, nos ayuda a no tener que hacer tiradas largas y evitar la sobreproducción.
- **JIT; just in time**, producir lo necesario y en el momento necesario. No tendría sobreproducción de ningún tipo, solo lo que necesita el cliente y cuando lo necesita (tanto interno como externo). En la cantidad justa, en el momento justo, ni antes ni después.

- **KANBAN**; método de tarjetas, cada tarjeta me indica cuándo y cuánto producir, a qué etapa va, etc...tanto las hay de fabricación como de materiales. También me evita la sobreproducción.

2.3.3 OPERACIONES INUTILES. REPROCESO

Se considera un sobreprocesado el realizar operaciones no necesarias según la especificación del producto y por las que el cliente no va a pagar.

Esta MUDA consiste en realizar más operaciones de las necesarias a un producto, no siendo requeridas por el cliente, o realizar operaciones que luego son deshechas en operaciones posteriores.

Por ejemplo, montar y atornillar una tapa que después tiene que ser desatornillada y desmontada para introducir algo, volviéndose a montar y atornillar....

Las **causas** más comunes son:

- la falta de planificación y programación en la producción o de los servicios,
- el empleo de operarios no cualificados,
- pasos repetidos en el proceso productivo
- gamas operatorias no adaptadas.
- procesos no necesarios para la función del producto.
- proceso que incluye operaciones inútiles.
- proceso que se puede reemplazar por una gama con menos despilfarros.
- una parte del proceso se podría eliminar sin que ello perjudique al producto.



Los **efectos** de esta MUDA son:

- pérdidas de tiempo y de productividad
- y aumento de costes, principalmente.

Las herramientas lean o de mejora de producción que podemos pensar para eliminar o reducir las operaciones inútiles o el sobreproceso son, entre otras:

- **REINGENIERIA:** debo estudiar los procesos, ver si se hace lo adecuado, si hay otros métodos de hacerlos, así podré eliminar algunas operaciones si es posible, ya sea por mala colocación de las etapas durante el desarrollo del producto o ya sea por una mejora en el propio proceso que me evite hacer alguna operación, por ejemplo, buscar unos utillajes adecuados en pintura para no tener que hacer taladros auxiliares para colgar en la cadena de pintado.
- **CAPACITAR/FORMAR:** para cualificar al personal y que desarrolle bien las operaciones

2.3.4 TRANSPORTE

Desperdicio producido al mover el material en proceso, entre operaciones dentro de la planta, o el trasladarlo entre distintas plantas, no aporta valor. Simplemente se trasladan por necesidades de maquinaria, lay-out o logística interna.

Esta muda se refiere al material, al transporte de material.

Estas pérdidas consisten en un movimiento excesivo e innecesario de piezas en los almacenes, en las zonas de acumulación de inventarios o entre las distintas etapas del proceso de producción.



Estas pérdidas también podemos considerar en cierto modo que se refieren a movimientos innecesarios generados al tener los operarios que desplazarse para conseguir herramientas, materiales, documentación...que se encuentra lejos de la zona de trabajo.

NOTA: Aunque principalmente englobamos en transportes aquellas referidas al traslado de materiales. Según autores podemos encontrarnos con que se refieren a ambas bajo el mismo nombre.

Las **causas** de esta MUDA suelen ser provocadas por:

- errores en layout,
- un crecimiento no planificado de la planta y entonces tanto maquinaria como almacenes quedan desplazados o fuera de la disposición correcta
- artículos apilados durante los transportes.
- cambio de medio de transporte en curso por ejemplo de una traspaleta en el interior de la fábrica a una carretilla que se usa en el exterior...
- procedimiento anterior y/o siguiente situado en otra planta.
- la distancia de desplazamiento es demasiado larga.
- acondicionamiento de puesto inicial incorrecto.
- cambio de acondicionamiento para el nuevo puesto.



Los **efectos** de esta MUDA son:

- las pérdidas de tiempo
- y en consecuencia de productividad.

Para intentar reducir o evitar los transportes de material, las herramientas de mejora en las que debemos pensar son, por ejemplo:

- **Reorganizar el Layout:** reorganizar la disposición de la planta, ver si es lo más adecuado para un flujo sin tropiezos, que las disposiciones sean las acertadas. Tal y como se veía en la diapositiva correspondiente a estas MUDAS, se puede hacer un diagrama de los movimientos de la persona y buscar cómo acortarlos, así como hacer estudios de esos movimientos y hacerlos más ergonómicos. (Diagramas de Spaguetti: por el "lio" de líneas que se representan).
- **Las 5S:** orden y limpieza, es la herramienta base para poder aplicar el resto de un modo adecuado. Si tengo todo en su sitio y sé además donde está, perderé menos tiempo a la hora de efectuar mis tareas.

2.3.5 MOVIMIENTOS

Se trata de un desperdicio producido por movimientos innecesarios, incómodos o no ergonómicos de los operarios que no crea valor en el producto. *Por ejemplo: paseos, giros, subida o bajada de escaleras, etc.*

Esta MUDA es referida a las personas y a los movimientos que realizan las personas.

Se refiere a los excesivos e innecesarios movimientos que realizan los operarios en las zonas de trabajo para buscar herramientas, materiales, documentación.

Se considera movimiento excesivo y por lo tanto despilfarro cuando para realizar la misma operación y obtener el mismo resultado, si existe otro movimiento más corto o más simple o menos costoso.

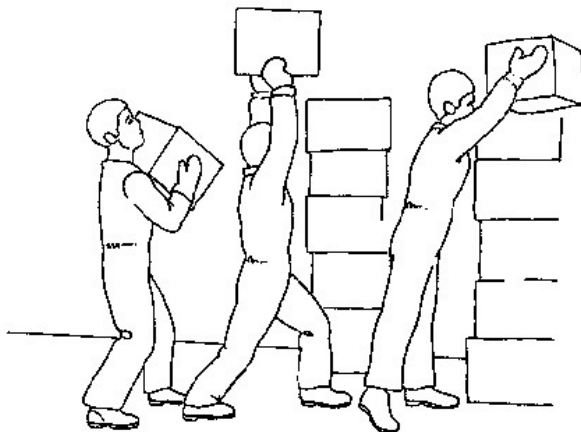
Cualquier medida que tomemos que simplifique los movimientos será un ahorro.

Las **causas** de que ocurra este despilfarro puede ser:

- una mala organización del puesto de trabajo,
- una mala disposición de la planta (mala distribución de equipos, materiales, herramientas...), falta de organización,
- falta de planificación de producción
- el proceso está diseñado de modo que los operarios tengan que caminar
- que se necesita ir a buscar componentes.
- que hay que moverse mucho para comunicar problemas a los supervisores.
- buscar herramientas al almacén.

Todos los movimientos se pueden reflejar en:

- Caminar.
- Girarse.
- Apoyarse.
- Inclinar.
- Gestos amplios del brazo.
- Tiempos muertos utilizados para la observación
- Instalación/retiro de las piezas
- Ausencia de estandarización de las operaciones de repetición
- Una misma tarea es efectuada con movimientos diferentes



Los **efectos** de esta MUDA son:

- pérdidas de tiempo,
- aumento del consumo de energía (también de la energía de las personas),
- por lo tanto, pérdidas de productividad.

Al igual que en los transportes de material, las herramientas de mejora que se usarían para reducir los movimientos serían las mismas, en este caso, las herramientas en las que primero pensamos son por ejemplo;

- **Reorganizar el Layout:** reorganizar la disposición de la planta, ver si es lo más adecuado para un flujo sin tropiezos, que las disposiciones sean las acertadas. Tal y como se veía en la diapositiva correspondiente a estas MUDAS, se puede hacer un diagrama de los movimientos de la persona y buscar cómo acortarlos, así como hacer estudios de esos movimientos y hacerlos más ergonómicos. (Diagramas de Spaguetti: por el "lio" de líneas que se representan).
- **Las 5S:** orden y limpieza, es la herramienta base para poder aplicar el resto de un modo adecuado. Si tengo todo en su sitio y sé además donde está, perderé menos tiempo a la hora de efectuar mis tareas.

2.3.6 ESPERAS

Esta MUDA se refiere a los periodos de tiempo en los que los operarios o máquinas se encuentran esperando sin realizar tareas que aporten valor añadido.



Son tiempos de esperas de operarios y máquinas por distintos motivos (falta de material, averías, cuellos de botella, etc.). Se trata de un tiempo muerto o inactivo debido a que la maquinaria, los materiales o la información necesaria no están disponibles.

Lo vemos con un ejemplo sencillo; Imaginemos que estamos en una reunión, somos 8, y una persona llega con 5 min de retraso, el total de minutos de retraso acumulados son $8 \times 5 = 40$ min, pues con la fabricación ocurre lo mismo.

La **causa** de estos periodos de tiempo puede ser:

- tiempo que una línea esta parada esperando reparación o material o piezas de la operación anterior
- esperar a que una máquina termine su ciclo
- espera de informes
- Faltantes de materiales inesperados
- Fallos en el proceso anterior
- Programa de producción no llega a tiempo
- Retrasos de aprovisionamiento de las piezas en sección anterior.
- Saturación de las máquinas.
- Tiempos muertos debidos a piezas secundarias.
- Desequilibrio de los tiempos operatorios con respecto al proceso anterior.
- Falta de planificación.
- Ausencia de estandarización de las operaciones.
- Ausencia de los operadores.
- una mala planificación del mantenimiento o de la producción,
- falta de comunicación o información entre los operarios y/o las distintas etapas del proceso
- frecuentes problemas de calidad

Los **efectos** de este despilfarro son:

- pérdidas de tiempo, tanto del personal como de máquinas,
- pérdida de productividad.

Las esperas las podemos eliminar o reducir si aplicamos, por ejemplo;

- **TPM;** Total Productive Maintenance ó Mantenimiento productivo total: si tenemos un mantenimiento adecuado de nuestras máquinas reduciremos muchas esperas por fallos en las máquinas, paradas inesperadas por mal mantenimiento, etc. Se trata de hacer mantenimientos no solo correctivos, sino preventivos y predictivos.
- **Polivalencia de puestos;** para facilitar que el personal no esté parado sino que pueda dar soporte en otras tareas.

2.3.7 DEFECTOS. RETRABAJO

Desde hace unos años se ha evolucionado desde un planteamiento de calidad como inspección, a llevar a cabo un aseguramiento de la calidad, de modo que se intenta poner los medios para corregir estos defectos en su origen, reducir la variabilidad de los procesos, determinar con los clientes las especificaciones requeridas, etc.

Esta MUDA consiste en producir piezas defectuosas, fuera de las especificaciones y requisitos de cliente (tanto interno como externo), o en manejar materiales de forma inadecuada.



Estos defectos producidos como consecuencia de fallos humanos necesitan el re-trabajo o reproceso o reparación. Se incluye en reproceso; su corrección o manipulación, la inspección y la reposición del material defectuoso.

Las **causas** de esta MUDA suelen ser:

- el realizar un mal mantenimiento preventivo,
- emplear utillajes inadecuados,

- diseño incorrecto de productos o procesos,
- no atacar las causas raíz del problema,
- no inspeccionar materiales comprados...
- Quejas provenientes del siguiente proceso.
- Defecto interno al proceso y no hacer un análisis de la causa raíz
- Errores humanos.
- Defectos debidos a piezas faltantes, erróneas...
- Defecto de tratamiento.
- Ausencia de inspección en el transcurso del proceso.
- Fallos no tratados durante las actividades de mejora

Los **efectos** de esta MUDA son:

- pérdidas de tiempo por tener que volver a hacer un trabajo,
- pérdidas de productividad asociadas a interrupciones en el proceso de fabricación, cada poco tengo que parar por un reproceso o tengo que incorporar en mi planificación un lote de reprocesados, así ya no sigo planificación.
- pérdidas de tiempo de los operarios y de las máquinas están haciendo dos veces el mismo trabajo
- aumento de costes,
- riesgo de que la calidad del producto final se vea afectada...

Para poder minimizar o reducir este tipo de MUDA lo primero que se piensa, por ejemplo, es en:

- **Usar el concepto de CALIDAD TOTAL:** gestionando y controlando calidad para evitar los defectos no sólo en el producto sino también en el proceso.
- **JIDOKA:** Significa automatización con un toque humano, es asegurar el control de la calidad en la fuente, es no permitir que pase un defecto al proceso siguiente, en contraste con los procesos tradicionales que realizan inspección al

final de la línea, descartando los productos defectuosos (ANDON, POKA YOKE, CAUSA RAIZ, Separar hombre-máquina...)

2.3.8 LA OCTAVA MUDA: HABILIDADES

En los últimos años se ha identificado un octavo desperdicio basado en las destrezas e ideas del personal de la empresa.

Podríamos definir esta MUDA como el desaprovechamiento del talento humano.

En la actualidad las empresas les dan más valor a las personas que en el pasado, se sabe que las personas son las expertas en el producto, las que conocen mejor los procesos después de trabajar en ellos y que si se quiere mejorar algo en el proceso se necesita del personal de la línea, para tener las mejores ideas.

También es habitual encontrarse personal sobre formado en muchos puestos de trabajo de las distintas empresas. Esta capacidad, sin la adecuada motivación, sin la comunicación adecuada, sin el fomento de la participación, constituye un importante desperdicio.

Las personas que trabajan día a día en la fabricación, con el producto, tienen ideas que muchas veces no son aprovechadas por falta de identificación, organización, motivación, etc.

Algunas de las **causas** de aparición de esta MUDA son:

- Mal uso del personal del que dispone la empresa
- No usar la creatividad e inteligencia
- Cultura empresarial que subestima a los operadores
- Falta de formación de los trabajadores
- Salarios bajos que no motivan a los trabajadores
- Desajuste del plan estratégico y falta de comunicación con los trabajadores

2.4 RESUMEN



A lo largo de este tema hemos visto una serie de conceptos que según Toyota se definen como los desperdicios o despilfarros que se pueden encontrar en una empresa. MUDAS.

La idea fundamental de la filosofía Lean es concienciar de que solamente una pequeña parte del tiempo y de los esfuerzos empleados por una empresa poseen valor añadido para el cliente.

El primer cambio que nos plantea el Lean es medir la eficiencia y productividad de todos los procesos de la empresa en términos de **VALOR AÑADIDO y DESPILFARRO**.

El valor se añade durante la transformación de las materias primas en nuestro producto, ese por el que el cliente está dispuesto a pagar y comprar.

El concepto de MUDA según Toyota es todo aquello que no aporta Valor añadido al producto o servicio. Son despilfarros que principalmente nos causan una pérdida de tiempo y de productividad.

Siempre se ha de estudiar cada caso en concreto para buscarle las mejores soluciones, y si no podemos eliminar la MUDA por completo al menos intentaremos reducirla.

Según Toyota los desperdicios se centran fundamentalmente en 7 aspectos:

- **Sobreproducción:** cuando se produce más cantidad de la demandada por el cliente o cuando se produce antes de que este la solicite, lo que da lugar a la acumulación de productos.
- **Inventarios:** cuando se tiene almacenada cualquier cantidad mayor al mínimo necesario, ya sea materia prima, material en proceso o producto terminado.
- **Operaciones inútiles o sobreproceso:** realizar más operaciones de las necesarias a un producto, no siendo requeridas por el cliente, o realizar operaciones que luego son deshechas en operaciones posteriores.
- **Transporte:** un movimiento excesivo e innecesario de piezas en los almacenes, en las zonas de acumulación de inventarios o entre las distintas etapas del proceso de producción. Se refiere al material.

- **Movimientos:** excesivos e innecesarios movimientos que realizan los operarios en las zonas de trabajo para buscar herramientas, materiales, documentación. Se refiere a las personas.
- **Esperas:** periodos de tiempo en los que los operarios o máquinas se encuentran esperando sin realizar tareas que aporten valor añadido.
- **Defectos o retrabajos:** producir piezas defectuosas o en manejar materiales de forma inadecuada.

Además de estas 7 MUDAS, algunos autores con el tiempo han añadido una más:

- **Habilidades o mal uso del personal del que dispone la empresa:** No usar la creatividad e inteligencia y subestimar a los operadores. Hay ciertas empresas que tienen esta cultura y genera una falta de formación de los trabajadores, tener unos salarios bajos que no motivan a los trabajadores, tienen un desajuste del plan estratégico y existe la falta de comunicación con los trabajadores, entre otros factores.

TEMA 3: LAS HERRAMIENTAS LEAN DE LA MEJORA CONTINUA

TEMA 3: LAS HERRAMIENTAS LEAN DE LA MEJORA CONTINUA



El Lean Manufacturing, como filosofía empresarial, tenemos que considerar que ha supuesto una auténtica revolución, ya que ha transformado el concepto de producción en la mayoría de las empresas.

Para conseguir su implantación de modo coherente con los principios en los que se basa esta filosofía, se han desarrollado técnicas y metodologías compatibles.

Muchas de estas técnicas son muy conocidas actualmente, siendo de las más populares e implantadas en las organizaciones, como las 5S, el TPM o el KANBAN, porque prometen y consiguen, en la mayoría de los casos, mejoras sustanciales en los costes.

Para conseguir las implantaciones correctas de estas herramientas hay que plantearse una serie de pilares base, el esfuerzo continuado y la implicación de todos.



Veámos en el primer tema, que el sistema de producción actual y los mercados, lo que solicitan a las empresas es que sean flexibles para poder hacer frente a los cambios en los mercados y a los requisitos específicos de los clientes.

Para conseguir esta flexibilidad, se han de aplicar **cinco principios o pilares** que a lo largo de estos temas ya que ya hemos visto y mencionado, directa o indirectamente, para el funcionamiento de cualquier organización "lean".

1. **Conocer el valor deseado por el cliente:** Debemos identificar claramente las condiciones del producto o servicio que espera el cliente: momento concreto de entrega, precio pactado, características y especificaciones.
2. **Identificar la cadena de valor:** Hay que analizar detalladamente la secuencia de las actividades que se necesita para fabricar el producto o para proporcionar el servicio, desde el pedido hasta la entrega. Todos los pasos han de orientarse de modo que todos aporten valor y evitar los desperdicios.

Es en esta etapa descubriremos los desperdicios o mudas y es el punto en el que se estudiará como eliminarlos cuando sea posible o se reducirlos.

Trataremos de mejorar el resultado de la organización en conjunto, no de conseguir que haya partes del proceso que funcionen sin apenas desperdicio a costa de generarlo en otros lugares.

A la hora de afrontar una reducción de costes, los gestores de las organizaciones habitualmente enfocan la mejora hacia la reducción de los tiempos de procesado.

Para ello se hacen estudios de métodos y tiempos, importa la rapidez, pero según Toyota, en la mayor parte de los procesos industriales, hasta un 90% del tiempo lo constituyen elementos que podríamos considerar muda, desperdicio.

3. **Tener un flujo continuo de fabricación:** El flujo consiste en la secuencia progresiva de tareas a lo largo de la cadena de valor, de modo que el producto avanza desde el diseño, materia prima a producto terminado entregado al cliente, sin paradas.

Para conseguir este flujo continuo es necesario olvidarse de la fabricación de grandes lotes buscando el coste unitario teórico reducido. Las consecuencias de esta errónea estrategia ya las hemos visto en el primer tema.

Para tener un flujo continuo es importante:

- Buscar la rapidez en los cambios y el ajuste de maquinaria en la fabricación (a través de herramientas como el SMED)
- Un dimensionamiento adecuado de la capacidad de las máquinas
- La distribución próxima de los distintos pasos de la secuencia de tareas.

- 4. Sistemas "pull":** Este modelo de fabricación consiste en sincronizar la producción mediante órdenes de fabricación y entrega que se inician en la parte final del proceso, en el cliente, y van en dirección contraria al flujo de fabricación. Es el cliente el que "tira" de la producción, sin pedido de cliente no se fabrica.

Siempre debemos considerar cliente, tanto interno como externo, no lo olvidemos.

EL modelo de fabricación tradicional, o el que solemos conocer y usar, es el de tipo "push". La fabricación empieza al principio de los procesos y va avanzando a medida que se van completando las etapas anteriores, pero sin que haya una necesidad real de producto en ese momento. Es una fabricación que "empuja" desde la primera etapa del proceso productivo. Como no existe un pedido de cliente para toda esa producción, es cuando se generan los grandes stocks y la sobreproducción.

El ritmo de movimiento de los materiales o productos a lo largo de la cadena de valor debería adecuarse al ritmo que determinan las necesidades del cliente (denominado "takt time"), y no a la capacidad máxima de la línea, de las máquinas o de las personas.

Estas mudas que se generan, sobreproducción e inventarios, son las que debemos eliminar o disminuir, ya que es verdad, que no siempre se puede trabajar en "pull" y debemos trabajar del modo tradicional. Para ello debemos aplicar herramientas como el SMED que nos ayudarán a ser rápidos en los cambios y así poder flexibilizar algo nuestra producción.

- 5. Perfección:** Es a lo que queremos tender, es el último pilar que significaría la completa eliminación del desperdicio, de modo que todas las actividades de la cadena creen valor.

Hay que tener también en cuenta que existen limitaciones, ya sea por la capacidad de inversión de la empresa, por la falta de implantación de las técnicas, por falta de formación y competencia o por otras causas particulares de cada empresa.

Lo que pretende el alcanzar la perfección es la mejora continua, cuestionarse el estado actual de las cosas constantemente y no estancarse en el cambio.

Muchas mejoras pequeñas pueden hacer que los resultados finales sean mejores.

3.1 OBJETIVOS DEL TEMA

Al finalizar este tema tendremos unas nociones básicas y generales de cuáles son las herramientas Lean más aplicadas en la mejora de la producción, así como su relación en la reducción o eliminación de ciertas Mudas.



Además de las principales herramientas conoceremos otras que también forman parte de la mejora de la producción a través del Lean.

3.1.1 CONTENIDOS

A lo largo de este tema veremos los siguientes contenidos:



3. HERRAMIENTAS LEAN DE MEJORA CONTINUA

3.1 Objetivos

3.1.1 Contenidos del tema

3.2 Nociones de conocimiento de las principales herramientas lean

3.2.1 Qué son las 5S

3.2.2 Qué es VSM

3.2.3 Qué es SMED

3.2.4 Qué es KAIZEN

3.2.5 Qué es KANBAN

3.2.6 Qué es TPM

3.2.7 Otras herramientas complementarias

3.3 RESUMEN

3.2 LAS PRINCIPALES HERRAMIENTAS LEAN DE APLICACIÓN A LA EMPRESA

La filosofía Lean se basa en una serie de técnicas y metodologías. Muchas de ellas, aunque sean aplicadas individualmente, resultan beneficiosas para una organización.

Pero el gran cambio que pretende esta filosofía se manifiesta cuando se implantan varias de estas herramientas de un modo coordinado: las deficiencias de unas son completadas por otras y todas juntas constituyen un método completo.

El único objetivo de la implantación de las herramientas Lean es el de crear valor a través de la eliminación del desperdicio.

En los siguientes puntos se enuncian brevemente algunas de estas metodologías y técnicas. En bibliografía o en otros cursos posteriores se podrán analizar dichas técnicas con más detalle y profundidad.

3.2.1 QUE ES 5S

La técnica surgió en Japón y fue la empresa Toyota una de las principales colaboradoras en el desarrollo y aplicación de esta técnica. Posteriormente ha sido aplicada en diversos países con gran éxito.

Se podría considerar como la herramienta base para poder aplicar el resto de las herramientas Lean, nos abre camino para poder continuar con la aplicación de más herramientas Lean de manera más organizada y clara, teniendo ya un hábito de trabajo.

El origen de las 5S se desarrolló en la cultura japonesa, que es de todos conocida por su disciplina, laboriosidad y respeto por el orden y la jerarquía. Describir las 5S, en aquel momento, fue una manera de transcribir al ámbito empresarial lo que las personas ya vivían habitualmente en su vida privada. Y conseguir orden y limpieza en el puesto de trabajo, como veremos, aporta una serie de beneficios que afectan directamente a la reducción de costes, reducción de defectos, etc.

En Europa se desarrolla de manera diferente, se trata de aplicar conceptos sencillos que, aunque son conocidos, no son practicados en la vida privada. Por eso el método ayuda a realizar el cambio cultural necesario. Crea los hábitos en las personas, a fuerza de obligar a repetir una y otra vez una serie de pasos.

La técnica introduce 5 conceptos que permiten conseguir mejores condiciones para la realización de las actividades de los trabajadores y para la propia empresa.

La denominación de las 5 S se debe a las iniciales en japonés de cada una de las etapas de implantación de la herramienta.

Seiri	Seiton	Seiso	Seiketsu	Shitsuke
整理	整頓	清掃	清潔	躰

Definiremos cada una de las etapas de las 5S de una manera breve y en qué consiste su aplicación.



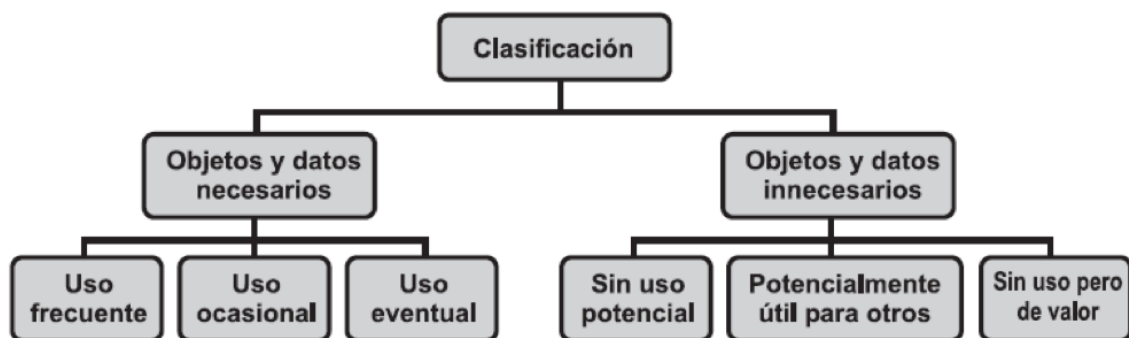
3.2.1.1 SEIRI:

Es habitual que en el puesto de trabajo se acumulen muchas cosas innecesarias, de uso poco frecuente o en mayor cantidad de la precisa. Nos solemos rodear de elementos que podamos necesitar en alguna ocasión, pero que realmente no van a ser usados. Esto hace que generemos stocks innecesarios.

Estos stocks impiden realizar bien un trabajo:

- Quitan espacio.
- No nos permiten el control visual del trabajo.
- Impiden el paso por las áreas de trabajo.
- Induce a cometer errores en el manejo de materias primas.
- En ocasiones se pueden producir accidentes en el trabajo.
- Ralentizan la búsqueda de herramientas....

En el puesto de trabajo ha de estar sólo lo que se necesita, en la cantidad que se necesita y cuando se necesita. Esto es en lo que se basa el SEIRI.



Teniendo en cuenta que:

- Uso frecuente= diario
- Uso ocasional= semanal
- Uso eventual= mensual
- Innecesarios= uso anual u obsoletos

Para marcar los elementos que no sean necesarios usaremos la técnica de la tarjeta roja.

Los elementos innecesarios marcados se acumularán en una zona SEIRI, también perfectamente delimitada para la tarea. Los elementos voluminosos, los dejaremos en el sitio donde los hemos encontrado, identificados con la tarjeta roja y en espera de decidir qué hacer con ellos.

Para identificar los necesarios de los innecesarios nos basaremos en una serie de criterios según su frecuencia de uso, la cantidad necesaria y la utilidad.

Ejemplo de tarjeta roja:

TARJETA ROJA			Nº
NOMBRE DEL ARTÍCULO:	CATEGORÍA: (marcar la adecuada)		
	Maquinaria	Mat. Prima	Material oficina
	Herramienta	Equipo Medición	Prod. Final
.....			
RAZÓN DE LA TARJETA:			
No se necesita Desconocido No es de esta sección Defectuoso Desperdicio Otros			
FECHA DE LA TARJETA:	LOCALIZACIÓN DEL ARTÍCULO	CANTIDAD:	
ELABORADA POR:		DEPARTAMENTO:	
ACCIÓN QUE SE LLEVARÁ A CABO: (marcar la adecuada)			
Tirar Devolver proveedor Posible venta Reparar Mover a otro departamento Mover a otro almacén Otros			
FECHA DE LA ACCIÓN:		FIRMA PERSONAL AUTORIZADO	
ACCIÓN DEFINITIVA:			

Ejemplo de zona SEIRI:



En el puesto de trabajo ha de estar sólo lo que se necesita, en la cantidad que se necesita y cuándo se necesita.

3.2.1.2 SEITON:

Siempre perdemos mucho tiempo buscando cosas en nuestro puesto de trabajo, a veces porque buscamos donde se supone que debería estar y ya no está, otras veces porque tenemos que preguntar hasta que lo encontramos, etc.

Esta fase de SEITON lo que nos propone es un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio.

Primero debemos de buscar el sitio correcto para los elementos que nos han quedado de la etapa anterior (elementos necesarios). Y una vez que encontremos la ubicación adecuada debemos señalizarla adecuadamente de acuerdo al uso que le vamos a dar, y a identificar también los elementos que ubicaremos en ella.

Normalmente cuando nos disponemos a ordenar, solemos empezar al revés, vamos moviendo los elementos de un lado a otro y agrupamos según familias o características comunes, pero llega un momento en que nos damos cuenta que no tenemos suficiente espacio, o que ese espacio resulta que no es el más adecuado. Se trata de un ensayo prueba-error.

Por esto, para la fase SEITON empezaremos pensando en la ubicación, en el sitio.

La ubicación debemos de identificarla correctamente ya que lo que se intenta en esta etapa es que cualquiera pueda devolver los elementos a su ubicación correcta, aunque no sean del equipo de trabajo de esa zona.

Ejemplo de estanterías identificadas:



Un sitio para cada cosa, y cada cosa en su sitio.

3.2.1.3 SEISO:

La falta de limpieza en los lugares de trabajo va más allá de la estética. La suciedad provoca:



- Dificultades en la detección de síntomas de averías.
- Aumento de porcentaje de defectos en materia prima y producto terminado.
- Imprecisión en la exactitud de los instrumentos de medida.
- Pérdida de tiempo en los cambios y reparaciones.
- Mayor riesgo de accidentes de trabajo.
- Reducción de la motivación de los trabajadores.

Mantener los equipos e instalaciones limpios, ayuda a su conservación en las mejores condiciones y con ello a obtener un mejor aprovechamiento de los recursos y obtener unos productos de calidad.

Se trata de evitar la suciedad, el polvo y mantener limpio y en buen estado el área de trabajo.

Cuando vemos una fábrica limpia y ordenada, como por ejemplo las fábricas de automoción, no debemos pensar que para que la fábrica esté así se eleva el gasto directo de personal dedicado a labores de limpieza, ni mucho menos.

Lo que propugna SEISO, es establecer una acción sistemática de limpieza de los lugares de trabajo, que permita mantenerlos habitualmente limpios, evitando los focos de suciedad.

Para llevar a cabo correctamente esta etapa, debemos identificar los focos de suciedad posibles, y después establecer los niveles deseados de limpieza (en función de los medios existentes, económicos, tecnológicos, de personal...).

Lo ideal sería tratar de establecer las acciones necesarias para eliminar esos focos, para que así no fuera necesario limpiar.

Por ejemplo, el más claro es el de una pérdida de aceite en una máquina por una junta defectuosa. El nivel de limpieza deseado sería "ninguna suciedad", y para ello la acción a tomar sería "sustituir la junta defectuosa".

En esta fase lo que se elabora es un plan de limpieza en el que se indican las zonas a limpiar, los responsables, los medios, los tiempos y la frecuencia.

Ejemplo de plan de limpieza:

PLAN DE LIMPIEZA			REV:01
ZONA	RESPONSABLE	TRABAJO A REALIZAR	PERIODICIDAD
Almacén		desempolvado de estanterías y materiales almacenados	quincenal
		Limpieza de suelos (barrido+fregado)	semanal
Taller			
Zona embalaje			
Puesto trabajo A			
Puesto trabajo B			
Puesto trabajo C			
Altillo			
Laboratorio			
oficinas		limpieza de mobiliario	semanal
....			
El mantenimiento diario de limpieza y revisión visual de la máquina y sus accesorios se efectúa después de cada utilización, para permitir su posterior uso. Se deben tener en cuenta las especificaciones descritas para el mantenimiento preventivo de cada tipo de máquina. Las máquinas pequeñas se guardan en el espacio destinado para tal fin, una vez revisado su estado, para preservar su funcionamiento. La detección de cualquier anomalía en la máquina se comunica inmediatamente			
Firma Responsable		Fecha:	

3.2.1.4 SEIKETSU

Después de haber implantado las 3S anteriores, debemos asegurarnos que se mantienen, así que para ello elaboraremos estándares para evitar que se retroceda en la aplicación de las 3S anteriores.

Debemos detectar las desviaciones que no se encontraron en las tres primeras fases.

Implica la identificación visual de los cambios que se han producido en el desarrollo de la implantación en cada área de trabajo.

Debemos usar comparaciones visuales para estandarizar y así hacer visibles las posibles anomalías.

Un ejemplo de controles visuales son las fotos del “antes y después” que se van recopilando a medida que se van implantando las etapas, otro ejemplo son las líneas en el suelo, códigos de colores, etc.



En esta fase se elaboran estándares para evitar que se produzcan retrocesos en la aplicación de las 3S anteriores.

3.2.1.5 SHITSUKE

Para mantener las etapas anteriores, debemos realizar acciones que nos permitan convertir en hábito los métodos establecidos y estandarizados para el mantenimiento total del orden y limpieza.

No todos los trabajadores son limpios y ordenados por naturaleza y no todos los puestos de trabajo disponen de los medios necesarios, sobre todo tiempo para una limpieza eficiente.

Se trata de una autodisciplina, de que cada uno reconozca la importancia de seguir los estándares y las normas, de repetirlas hasta que se consiga tenerlas como costumbre.

logo empresa		Auditoria 5s		Auditor :	
Area:				Dia :	
0	Inexistente				
1	Insuficiente				
2	Bien				
3	Excelente				
1ª s					
Separar y eliminar innecesarios					
1. Está todo lo necesario y sólo lo necesario en el puesto de trabajo?		0	1	2	3
a) herramientas y utensilios					
b) productos					
c) máquinas					
2. Los pasillos, zonas de paso, debajo de mesas y muebles están despejados y sin elementos debajo?					
Total					
2ª s					
Situar e identificar necesarios					
1. Está todo en su lugar correspondiente etiquetado para ello?		0	1	2	3
2. Se encuentra todo debidamente identificado?					
3. Se encuentran las mesas y lugares de trabajo despejados y libres?					
Total					
3ª s					
Suprimir la suciedad					
1. Las superficies de trabajo y almacenaje están limpias?		0	1	2	3
2. Las máquinas y utensilios de trabajo están limpios?					
3. La basura y el material de reciclaje se recoge y elimina correctamente?					
4. El plan de limpieza es acorde a las necesidades?					
5. Se cubren regularmente los registros del plan de limpieza?					
Total					
4ª s					
Señalizar					
Existen herramientas visuales para poder comparar con la situación ideal de orden y limpieza?		0	1	2	3
Se han hecho mejoras desde la última auditoria de 5S?					
El personal está capacitado y comprende los procedimientos de 5S?					
Total					
5ª s					
Sostener y respetar					
1. Todo el mundo está involucrado en las actividades de mejora?		0	1	2	3
2. Los procedimientos estandarizados de limpieza y trabajo se siguen?					
3. Se cumplen las normas de la empresa o grupo?					
4. La documentación y procedimientos de 5S están vigentes?					
5. Las auditorias 5S se realizan regularmente según lo programado?					
Total					
Evaluación realizada por:		Evaluación validada por:			
Firma		Firma			

Es necesario hacer evaluaciones periódicas, publicitar los logros conseguidos, paseos por fábrica de los directivos, etc.

3.2.1.6 VENTAJAS DE IMPLANTAR 5S

Los **BENEFICIOS** de la aplicación de las 5S, entre otros son:

- **Resultados rápidos:** Los beneficios son patentes y es sencillo que los trabajadores y directivos se encuentren cada vez más motivados a medida que avanza el proceso.
- **Mejora la calidad y la productividad:** se reducen en el puesto de trabajo varias tareas que nos ayudan a:
 - *Reducir las esperas:* tiempo que se tarda en buscar las cosas cuando se acumula mucho material.
 - *Reducir los movimientos:* al tener menos material en el puesto de trabajo son necesarios menos traslados.



- *Reducir los transportes:* no son necesarias continuas recolocaciones del material.
- *Reducir los defectos:* en las máquinas como en el producto ya que son perfectamente visibles y se puede reaccionar a tiempo.
- **Genera un ambiente de trabajo seguro para el personal:** se liberan los pasillos, espacios comunes, se ordena todo de manera adecuada y segura siguiendo unos criterios.
- **Ayuda a la reducción de costes:** menos material acumulado en los puestos.
- **Mejora la imagen de la empresa:** tanto interna como externamente.

En ningún caso se debe ver esta técnica como una cuestión estética sino como una herramienta de mejora de la eficacia de las instalaciones de la organización.

3.2.2 QUE ES VSM

El Value Stream Mapping (mapeo de la cadena de valor) es una herramienta para describir el estado actual de las operaciones de una empresa y para identificar cuáles son las medidas más importantes del rendimiento del proceso (cadena de valor), para buscar la mejora.

El VSM se trata de una herramienta que por medio de iconos, gráficos sencillos y números muestra la secuencia y el movimiento de la información, materiales y las diferentes operaciones que componen la cadena de valor.

Los diagramas tradicionales de proceso no solían incluir un aspecto necesario en cualquier análisis: el tiempo.

Pero el tiempo es esencial para entender cómo afecta una operación a otra, cómo puede influir un recurso en el proceso global y cómo varían las colas (inventarios de producto semielaborado antes de cada proceso)

Nos permite identificar todo aquello que no aporta Valor al producto final, es decir, aquello por lo que nuestro cliente final no ha pagado. De este modo, con su eliminación se reduce el coste total del producto.

Para poder ver aquellas facetas que no aportan valor al producto, debemos analizar la cadena de valor.

Se identifica como cadena de valor a la secuencia de operaciones que transforman la materia prima en producto terminado según la especificación requerida por el cliente. Principalmente se trata de tres requisitos generales muy simples:

- precio,
- calidad y
- condiciones de entrega.

En este punto recordamos dos conceptos:

PROCESO: Un proceso es la transformación de materias primas en productos terminados (nos referimos a esto como cadena de valor interna),

OPERACIÓN: es la interacción entre un operador, máquinas y materiales.

La mayor parte de los miembros de una organización están involucrados en una o más operaciones, pero no todos conocen el proceso en su totalidad. De modo que, la mayor parte del esfuerzo se dedica a mejorar las operaciones individualmente.

De estas operaciones hay algunas que añaden valor, es decir, que hacen que el producto obtenga alguna característica valorada desde el punto de vista del cliente. Por ejemplo, la operación de pintura en la fabricación de un coche (el cliente desea recibir un producto al que se le ha aplicado una capa de pintura).

En contrapartida hay otras operaciones que serán consideradas desperdicio ("muda"), pues no aportan valor desde el punto de vista del cliente, pero consumen recursos y tiempo. Por ejemplo, la protección con film de piezas para que no se dañen debido a los procesos de transporte interno (es desperdicio porque el cliente no desea que se ponga y quite esa protección; si encontráramos una forma de eliminarlo y que el material no se dañara, el cliente no notaría la diferencia).

De todas estas operaciones;

- Las consideradas desperdicio, pero que son necesarias para nuestro proceso, nuestra intención será reducirlas.
- Las operaciones que son despilfarro en su totalidad, que no aportan valor ni a nuestro cliente interno ni externo, que son prescindibles totalmente, las debemos eliminar. Por ejemplo, el tiempo que se tarda en buscar una herramienta que tengamos alejada de nuestro puesto de trabajo.

El VSM es el mapeo de la cadena de valor con símbolos y números, así podremos analizar todas las etapas y actividades y ver dónde podemos reducir, mejorar, eliminar, tiempos y operaciones.

Los diagramas de VSM lo que incluyen son los tiempos, así hacemos un estudio más completo de nuestro proceso.

3.2.2.1 ETAPAS PARA ELABORAR UN VSM:

El modo más sencillo de crear un VSM es formar un equipo multidisciplinar que incluya personas con distintos niveles de autoridad a lo largo de la organización.

Es conveniente que se incluya personal de los departamentos de ventas y servicio al cliente, aprovisionamiento, operaciones, almacén y logística interna, mantenimiento y calidad.

Para desarrollar el VSM lo necesario es "caminar el flujo", "pasear el GEMBA", es decir, bajar al taller o la fábrica a tener contacto con la realidad del proceso y quienes lo gestionan y llevan a cabo.

Los pasos a seguir entonces son:

1. Seleccionar la familia de producto.
2. Dibujar el mapa de valor del estado actual.
3. Determinar y dibujar el mapa futuro.
4. Preparar el plan de acción

3.2.2.1.1 Seleccionar la familia de producto:

Una familia es un grupo de productos con una ruta similar, tiempos de procesos parecidos, y clientes con unas demandas y requisitos similares.

Similar significa en este contexto que, aunque puede existir alguna variación, se reconoce un conjunto esencial de operaciones y procesos comunes. Estos requisitos se suelen valorar numéricamente a partir de dos valores:

- % de procesos que comparten todos los productos de la familia (normalmente se considera un 70%-80%).
- % del tiempo total de trabajo respecto del producto de más tiempo de trabajo de la familia (normalmente se considera un 30%).

Para determinar estos valores y establecer cuáles son las familias de productos, se realiza un análisis de las rutas de fabricación de cada uno de los productos.

3.2.2.1.2 Dibujar el mapa de valor de la situación actual:

Una vez que tenemos las familias de productos y que sabemos cuál es la que más nos interesa estudiar, bien sea por que es la que más producción supone para nuestra empresa, bien sea porque es la que supone mayores facturaciones, la que nos ocupa más tiempo, etc.... debemos dibujar el mapa actual del proceso.

El lugar para dibujar el mapa de valor de un proceso de una familia de productos no es un despacho, con una pizarra u ordenador, es en el taller, en la oficina, en el laboratorio, en el lugar donde dicho producto o servicio se "genera".

Se debe dibujar a lo largo del "paseo" un croquis o mapa a mano alzada, con las conexiones de cada paso (operación o conjunto de operaciones) con el anterior.

En cada punto del proceso (departamento, agrupación de operaciones) se pueden revisar los siguientes aspectos:

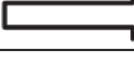
- **Expediciones:** Comenzar al final del proceso (donde el producto terminado sale del sistema) y muévase aguas arriba. Recabar los requisitos de cliente (frecuencia, cantidades de envío, etc.)
- **Operaciones:** recolectar los datos del proceso estándar en cada paso. Registrar el modo en que otras cadenas de valor, o subdivisiones de la principal, se unen a ésta. Recoger el tiempo de ciclo de cada máquina, el tamaño de lote estándar medio, los tiempos de cambio, el rendimiento, las paradas, los valores de OEE (Eficacia Global de los Equipos) de cada máquina con su disponibilidad, los defectos de calidad, las cantidades de chatarra y materia prima, etc...
- **Operarios:** Determinar cuántos operarios estándar son necesarios para cada operación. Saber de qué modo el operario interacciona con la máquina. Si la máquina espera por el operario es el tiempo de ciclo de éste quien determina el tiempo de operación. En caso contrario es el tiempo de ciclo de la máquina el determinante. En caso de que haya operaciones previas o posteriores de carga y descarga, hay que sumar esos valores al tiempo de operación obtenido en el paso anterior.
- **Inventarios:** detallar el nivel de inventario entre las distintas operaciones, independientemente del lugar físico donde se encuentre. Indicar de qué modo se gestiona cada inventario; FIFO, LIFO, etc.

- **Proveedores:** la cadena de suministro que se estudie sólo tendrá un proveedor. Se deberán recoger los valores relativos a frecuencia de entrega de materiales, lote, etc., para intentar obtener valores medios.
- **Otros aspectos:** Las operaciones externalizadas son difíciles de documentar. Se suele representar estas operaciones como una caja negra, donde el material entra, permanece un periodo determinado de tiempo y vuelve a salir transformado. Pero no es necesario registrar ni tiempos de cambio y ajuste, tiempos de ciclo, etc.

Existen una serie de técnicas para la elaboración de un VSM:

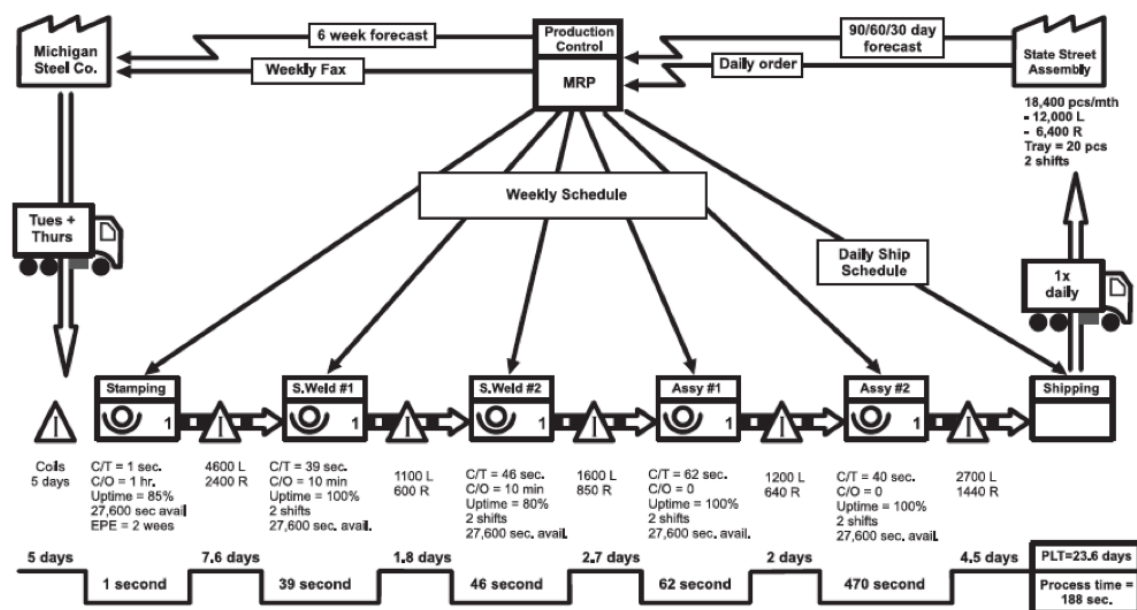
- La esquina superior derecha se reserva para la información del cliente.
- La esquina superior izquierda para la información del proveedor.
- La mitad superior del papel para el flujo de información.
- La mitad inferior del papel para el flujo de materiales o producto.
- Los márgenes superior e inferior para calcular el tiempo de valor y de no-valor.

Los iconos más usados, para realizar el mapeo, son los siguientes:

Icono	Nombre	Descripción
	Caja de proceso	Describe una actividad de la cadena de valor. Tiene un título e incluye los datos acerca de tiempo de ciclo, tiempo de máquina, tiempo de cambio y ajuste, rendimiento, OEE, número de operarios...
	Organización externa	Incluye tanto a clientes como a proveedores y, si es el caso, etapas intermedias externalizadas.
	Camión	Indica un transporte de materias entre dos puntos (externamente a nuestra organización), bien desde proveedores, bien hacia clientes.
	Información	Detalla la información transmitida por la cadena de valor.
	Transmisión electrónica	Indica que la información se transmite electrónicamente.
	Transmisión manual	Indica que la información se transmite de modo manual.
	Inventario o espera (cola)	Identifica el inventario, tanto de materias primas, como de material en curso de fabricación, como de producto terminado. Indicar si es FIFO, LIFO, etc.
	Movimiento de producto terminado	Representa un movimiento de producto terminado, bien de proveedor a nuestra organización, o bien de nuestra organización al cliente.
	Movimiento "push"	Representa el movimiento de material semi-elaborado de un paso a otro de la cadena, mediante un flujo push, es decir, forzado por la fabricación aguas arriba de producto debido a la planificación realizada previamente, o a la fabricación en masa buscando el máximo de producción.

	Movimiento "pull"	El movimiento de material semi-elaborado se produce porque el proceso posterior realiza una solicitud de suministro (por ejemplo, con tarjeta kanban).
	Tarjetas kanban	Tarjetas que representan la orden de reposición realizada por el proceso aguas abajo.
	Supermercado	Representa un inventario interno controlado, denominado supermercado.
	Operario	Son los lugares donde es necesaria la intervención de una o varias personas.
	Oportunidad kaizen	Indica el lugar donde existe una oportunidad de mejora por eliminación-reducción de desperdicio.
	Tiempo de operación	Esta línea se coloca en el margen inferior, debajo de cada operación. Si añade valor, VA (por ejemplo, las operaciones de máquina), se localizan en la parte inferior. Si no, NVA (por ejemplo, esperas), se localizan en la parte superior. Al final se suman todas y se totalizan ambas agrupaciones.

Si hacemos el VSM con todos los datos analizados y anotados tendremos algo del estilo:



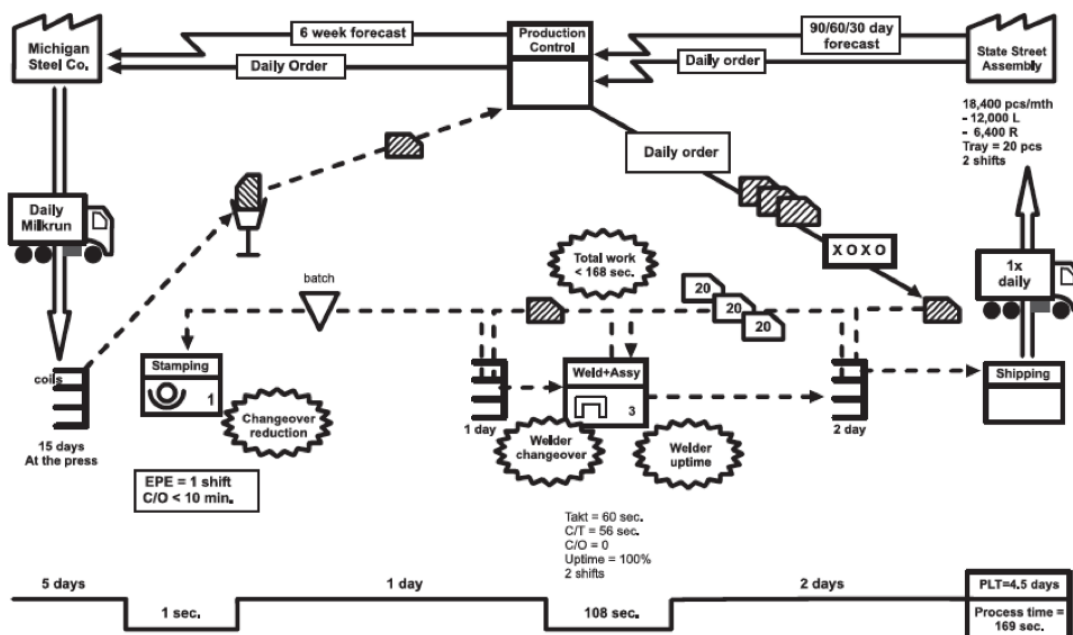
3.2.2.1.3 Determinar y dibujar el mapa futuro:

¿Por qué hacemos las cosas de esta manera? ¿No sería mejor que las hiciéramos de esta otra? Serán cuestiones que nos planteemos llegados a este punto.

Se podría desarrollar un proceso completamente "pull", diseñado para satisfacer al cliente exactamente al mismo ritmo que éste requiere, pero no suele ser la decisión correcta ni viable. Es necesario buscar mejoras que conviertan el estado actual en una versión mejor y acorde a los recursos que tenemos (tiempo, dinero, disponibilidad, etc.).

Para esta "versión mejorada" hay que tener en cuenta que el proceso VSM está diseñado para reducir el lead-time, hacer el producto fluir y eliminar el desperdicio (muda), para poder satisfacer al cliente con el coste más reducido y la calidad requerida.

Una vez identificadas las mejoras, el VSM anterior quedaría del siguiente modo:



3.2.2.1.4 Preparar el plan de acción:

El paso más importante del VSM es la creación y ejecución del plan de acción. La creación de los mapas es importante a nivel de que demuestra cómo es la realidad y a dónde queremos llegar; pero si no se crea el plan, en el fondo simplemente se ha realizado una nueva actividad que puede ser calificada como desperdicio.

El plan de acciones recogerá:

- Tareas
- Responsables de las tareas
- Recursos y medios
- Fechas de inicio
- Fechas previstas de fin
- Fechas reales de fin
- Costes, metas, beneficios
- Seguimiento
- Etc.

3.2.3 QUÉ ES SMED:

SMED son las iniciales de las palabras inglesas Single Minute Exchange of Die, que podría traducirse como cambio de utillajes en menos de diez minutos (en dígito único de minuto, literalmente).

SMED es un concepto introduce la idea de que en general **cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de diez minutos**, de ahí la frase Single Minute.

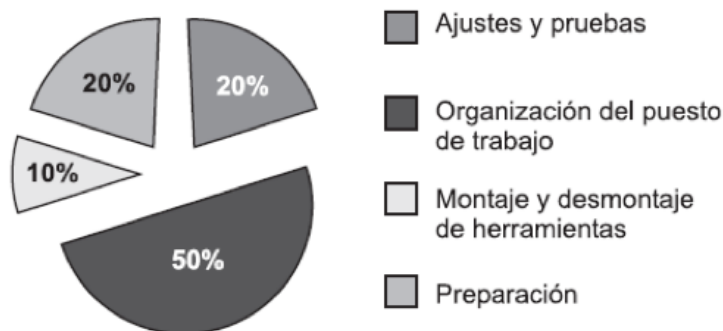
El SMED nace por la necesidad de lograr producción JIT y se desarrolló para acortar tiempos de preparación de máquina, para así conseguir la flexibilidad deseada en la producción. El mercado demanda mayor variedad de productos, esto referido a lotes de fabricación nos indica que necesitamos unos lotes de fabricación menores, es decir, o se reduce el tiempo de cambio o se aumenta almacén con el consiguiente aumento de costes.

Se evita de este modo planificar la producción de series largas se flexibiliza la producción.

Se mantiene la competitividad de la empresa, con los lotes pequeños los tiempos de entrega son más cortos y se llega a la demanda de los clientes. Al poder fabricar en pequeños lotes de producción, y reduciendo los tiempos de cambio, se puede flexibilizar la producción con mezcla de modelos, y operar en flujos continuos de pieza a pieza sin generación de inventarios intermedios.

SMED se trata de una Herramienta para **OPTIMIZAR** procesos (cambio de utillaje o cualquier operación que se realice en el proceso). Se usa para optimizar los tiempos no productivos, no sólo para los cambios de utillaje, molde o formatos, sino también a reparación de averías, mantenimiento preventivo, inspecciones, etc. Todos ellos generan tiempos improductivos.

Todo cambio es un despilfarro (MUDA) que debería eliminarse.



En este gráfico podemos ver que la mayor parte del tiempo dedicado a un cambio o ajuste, está relacionado con operaciones que nada tienen que ver con la máquina y las herramientas. Por lo que la gran ventaja del SMED es que el ámbito de aplicación es el 100% de las operaciones involucradas, no solo lo referido a la herramienta.

3.2.3.1 TIEMPOS USADOS EN SMED:

En estudio y aplicación de SMED tenemos que analizar una serie de tiempos que se ven involucrados.

Estos tiempos son los siguientes:

- **Tiempo de cambio de utillaje:** Tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida (pieza OK) de la serie, hasta la obtención de la primera pieza válida (pieza OK) de la serie siguiente.

La máquina esta parada. No solo es el tiempo de cambio, sino también el tiempo de ajuste.

- **Tiempo interno:** Tiempo durante el cual las operaciones se realizan con la máquina parada OPERACIONES INTERNAS (por ejemplo, el cambio de molde). Tampoco en este caso es producción o tiempo productivo.
- **Tiempo externo:** Tiempo durante el cual las operaciones se realizan con la máquina funcionando OPERACIONES EXTERNAS (por ejemplo, preparación herramienta)

Los tiempos estimados de cambio son los siguientes:

- 50% del tiempo en ensayos y ajustes
- 30% del tiempo en acopiar, retirar, preparar, limpiar todos los elementos del proceso (utillajes de fabricación y control, pautas, contenedores...)
- 15% del tiempo en centrado y posicionamiento
- 5% en montaje y desmontaje de esos elementos

3.2.3.2 ETAPAS DE IMPLANTACION DE SMED:

Según los distintos autores de bibliografía se pueden dividir las etapas de implantación en 4, en 10, en 5, etc. Pero siempre son las mismas, más desglosadas o menos, pero hay que seguir siempre las mismas pautas.

En este punto, veremos el desglose de etapas de modo general, y las vamos a definir de modo global en 4, aunque, como comento, cada una de ellas se puede desglosar en más pasos.

La idea general es la siguiente:

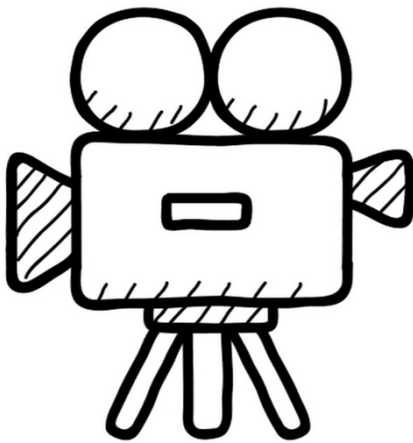
1. Identificar todas las etapas que forman parte del cambio
2. Separar tareas internas y externas
3. Convertir las tareas internas en externas
4. Analizar la reducción de tiempos

3.2.3.2.1 Identificar las etapas del cambio:

Se trata de elaborar una lista de todas las operaciones que han de llevarse a cabo en un cambio, anotando los tiempos empleados en cada una de ellas, las personas implicadas, las herramientas y sus ubicaciones, etc.

Identificar y cronometrar todas las tareas, anotando los detalles significativos.

Es interesante realizar un video para grabar la situación y las actividades. Sirve para analizar las desviaciones del tiempo de cambio, no se parará la grabación en ningún momento, ni siquiera en los descansos ya que todo ello son tiempos que ocurren durante el cambio, es decir, todo ello es la realidad del tiempo de cambio.



El Inicio grabación se lleva a cabo tras el fin de la fabricación de la última pieza de producto saliente. El Fin grabación se hace hasta el inicio de la fabricación de la primera pieza OK (si no hay pieza OK y se necesita comprobación de calidad, estas tareas están dentro de nuestros tiempos de preparación.

El hecho de que se realice un video del cambio es porque podremos visualizarlo las veces que haga falta, sin tener que cronometrar los tiempos y tener a alguien experto en tiempos, además se recogen todas las interferencias, incidencias, etc., que ocurran durante el cambio, así como los comentarios de las personas que lo están realizando, se puede preguntar y ellos responder mientras se llevan a cabo las operaciones.

Durante el visionado del video y durante la grabación se pueden tomar anotaciones de Qué ocurre, los Problemas, las Ideas y Soluciones que se van encontrando en ese momento.

Con ayuda de un plano, debemos anotar todos los movimientos de personal y transporte de materiales y utillajes durante el cambio. Veremos las distancias recorridas, los tiempos y buscaremos en etapas posteriores las mejoras en el layout.

3.2.3.2.2 Separar las tareas internas y externas:

Una vez identificadas todas las actividades han de separarse en dos categorías:

- **Actividades internas:** Son aquellas que han de ser realizadas mientras está la máquina parada, esto es, cuando ya se ha finalizado la fabricación anterior. *Por ejemplo, en fórmula 1, la colocación de una rueda.*
- **Actividades externas:** Son aquellas que podrían ser realizadas mientras la máquina está en marcha, es decir, antes de detenerla para realizar el cambio. *Por ejemplo, En fórmula 1, ir al almacén a por la rueda que se va a colocar.*

Se realiza una tabla de datos establecer qué operaciones son internas (con máquina parada) y cuáles externas (con máquina en funcionamiento), ver los tiempos, quién las realiza y pensar en cuáles serán las soluciones mejores a tomar.

Siempre se buscará externalizar el mayor número de operaciones.

Una vez que hemos analizado qué operaciones son internas y cuáles externas, debemos pensar qué haremos con ellas y anotarlo también.

Las opciones, de qué hacer con las operaciones, son:

- **ELIMINAR:** porque es innecesaria (por ejemplo, las esperas), porque podemos hacerla innecesaria (por ejemplo, modificar un elemento y hacerlo válido para todos los productos).
- **EXTERNALIZAR:** hay operaciones que se hacen en el tiempo de cambio que podríamos hacer antes.
- **REDUCIR:** no podemos eliminarla, pero podemos reducir su tiempo.
- **COMBINAR:** intentar combinarla con otra y reducir tiempos.
- **REORDENAR:** hacer la operación en otro momento.

El tiempo de cambio ahora debe ser el tiempo que se invierte en todas las operaciones en interno.

Antes de ponerlo a prueba, aún debemos hacer algún paso más. Aunque estén organizadas las operaciones, debemos ver si se pueden mejorar de algún modo para ajustar aún más los tiempos.

3.2.3.2.3 Convertir actividades internas en externas:

Aquí es necesario usar la creatividad, la experiencia y el conocimiento de las personas involucradas en el proyecto, especialmente de aquellos operarios cuya responsabilidad suele ser ejecutar esas operaciones.

Todas las tareas que puedan realizarse cuando la máquina esté en funcionamiento permitirán que el tiempo de cambio se reduzca considerablemente.

- **ANALIZAR LAS OPERACIONES EXTERNAS:** Se toman los datos del análisis y se definen acciones concretas sobre las operaciones. El tiempo de las operaciones externas debemos optimizarlo y deberíamos intentar que un operario atienda la máquina y otro haga las operaciones externas.
- **ANALIZAR LAS OPERACIONES INTERNAS:** Las operaciones internas debemos analizarlas para poder pasarlas a externas. Tal vez no se pueda pasar toda la operación, pero sí parte de ella.

Por ejemplo:

- *Hacer pre montajes*
- *Hacer pre reglajes*
- *Estandarizar alturas, conexiones, elementos de amarre...*

Para reducir tiempos de las tareas internas que no puede pasar a ser operaciones externas podemos:

- Minimizar elementos del cambio (tornillos, tuercas, arandelas...)
- Normalizar herramientas, amarres, tornillos...
- Minimizar desplazamientos, movimientos...
- Realizar operaciones en paralelo (2 operarios).
- Eliminar reglajes.
- Utilizar sistemas rápidos de fijación.
- Usar transporte por gravedad.
- Aplicar criterios de control visual.
- Tener en su sitio todo lo necesario habitualmente.

3.2.3.2.4 Analizar la reducción de tiempos:

Simplificar el proceso, procurando reducir los tiempos de las actividades internas y externas que aún queden en esta etapa del proceso.

Para conseguirlo es adecuado utilizar herramientas de mejora continua, como gráficos de Pareto, diagramas de causa-efecto, tormenta de ideas, etc.

Además de las ideas de mejora que obtenemos de estudiar las operaciones, pueden surgir otras:

- Adquirir elementos de transporte especiales (para material, utillaje, herramientas...)
- Mejorar la capacidad de las personas para poder realizar auto preparación.
- Identificar ubicaciones específicas para material, utillaje, herramientas...
- Dotarse de utillajes de control pasa-no pasa para simplificar la inspección.
- Instalar poka-yokes.
- Reducir el número de herramientas, estandarizarlas.
- Colocar visualizadores digitales para evitar ajustes por medios complejos.
- Instalar dispositivos de protección para las personas

Es necesario hacer un plan de acciones con plazos, tareas, responsables, seguimiento, etc.

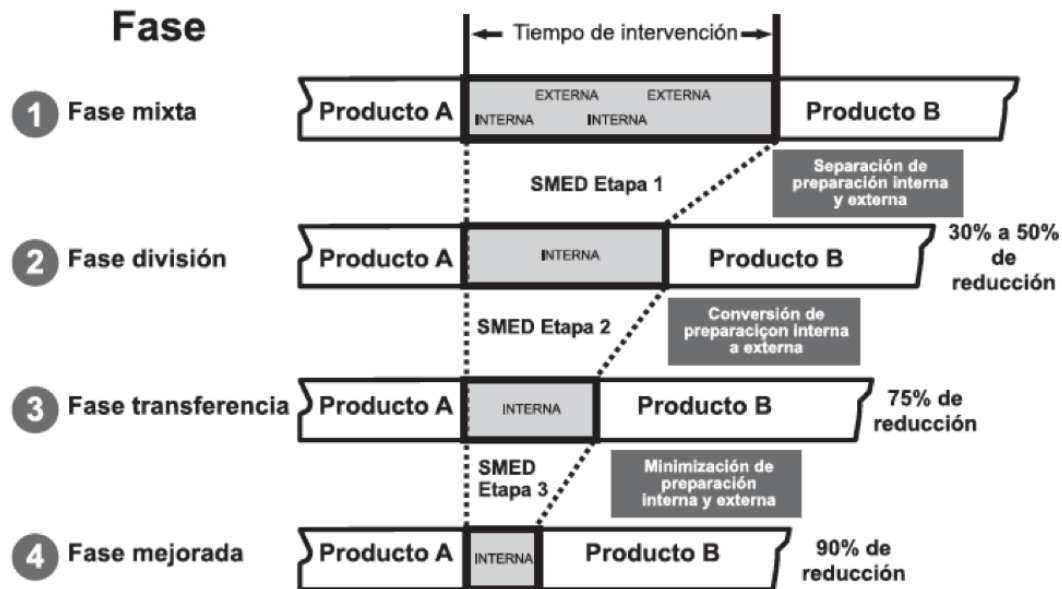
Llegados a este punto, ya hemos separado todas las operaciones, nos hemos quedado con las mínimas en interno, hemos aplicado mejoras para todo lo posible, no nos queda más que probar el nuevo cambio y ver que todo funciona.

Para ello documentaremos la mejora al igual que hicimos anteriormente con la situación actual, grabaremos en video las operaciones que se realizan.

Nuevamente anotaremos los comentarios, incidencias que puedan ocurrir y analizaremos las operaciones que se realizan con la mejora, veremos si los hacemos correctamente, si son los tiempos esperados o si aún se puede mejorar de algún modo.

Debemos estandarizar el nuevo método de cambio, creando la instrucción del nuevo cambio mejorado y formaremos al resto de personal para que pueda llevar a cabo el cambio de utillaje sin tener que depender de unos responsables del cambio para todas las operaciones.

Las reducciones de tiempos se pueden ver en el siguiente gráfico:



- **De la Fase Mixta a la Fase División** se ha logrado identificar las actividades internas y las externas.
- **De la Fase División a la Fase Transferida** se han convertido en externas algunas de las operaciones que inicialmente fueron consideradas internas.
- **De la Fase Transferida a la Fase Mejorada**, el tiempo de las actividades internas que aún permanecen se ve reducido mediante actividades de mejora.

3.2.2.3 VENTAJAS DE IMPLANTAR SMED:

- Reducción del tiempo de cambio de utillaje.
- Aumento del tiempo de disponibilidad de máquina.
- Reducción del stock y el consiguiente aumento del espacio disponible.
- Posibilidad de fabricación de lotes pequeños.
- Disminución de las pérdidas por movimientos, desplazamientos, esperas...
- Reducción del tiempo de respuesta.



- Disminución de defectos.
- Incrementar el compromiso de la persona con su trabajo.
- Utilizar la creatividad de las personas.
- Fomentar la puesta en común de los conocimientos aplicados.

3.2.4 QUÉ ES KAIZEN:

En la definición de Lean Manufacturing va implícito el concepto de KAIZEN que **significa cambio a mejor**. Este cambio consiste en un esfuerzo lento y continuado para mejorar las cosas.

Por lo tanto, debemos entender KAIZEN como una herramienta basada en mejoras pequeñas realizadas como resultados de esfuerzos progresivos. Una sucesión de pequeños cambios que nos conducirán a un cambio mayor.



Este concepto japonés se desglosa como que el cambio a mejor es responsabilidad de todos para conseguir el beneficio de todos. Es decir, el cambio en la organización se produce por un esfuerzo que realizan todos los miembros, no solo la dirección, para conseguir un beneficio para todo el grupo.

La esencia del KAIZEN es realizar la mejora de los procesos antes de esperar que se obtengan resultados mejorados. Hay que buscar y resolver los problemas de raíz, y eso se logra mediante un mejoramiento continuo a través de pequeñas y grandes acciones, pero de forma diaria.

Esta actividad de KAIZEN se resume en 10 mandamientos de la mejora continua:

1. Abre tu mente al cambio.
2. Sí, podemos hacerlo si conocemos dónde estamos.
3. No ataques a las personas..., ataca los problemas y los procesos poco eficientes.
4. Busca soluciones simples en lugar de complejas y costosas.
5. Si está estropeado, detente hasta solucionar el problema.
6. Utiliza principalmente la creatividad, no la inversión económica

7. Los problemas son oportunidades disfrazadas. Así pues, es una buena noticia descubrirlos y sacarlos a la luz, no esconderlos.
8. Encuentra la causa raíz. Pregúntate por qué una y otra vez, en lugar de buscar quién es el responsable.
9. Busca la sabiduría del grupo, no el conocimiento excelente de uno solo.
10. No hay meta final en el viaje de la mejora continua.

Se puede decir que existen 2 tipos de KAIZEN: formal e informal

- **KAIZEN FORMAL**: planificación y organización de la actividad de mejora, comparar indicadores definidos. *Por ejemplo, la construcción de una célula de trabajo.*
- **KAIZEN INFORMAL**: utiliza el sentido común (creatividad) para dar una solución inmediata a una oportunidad de mejora. Mejora que no cuesta dinero. *Por ejemplo, despejar un área en donde había almacenado un producto y que no correspondía a un área de almacenamiento.*

Adoptar el KAIZEN es asumir la cultura de mejoramiento continuo que se centra en la eliminación de los desperdicios y en los despilfarros de los sistemas productivos.

3.2.4.1 DESARROLLO DE KAIZEN:

El KAIZEN retoma las técnicas del Control de Calidad diseñadas por Edgard Deming y de ahí que toda mejora, o KAIZEN, es un ciclo, es decir, siempre debemos de mejorar. (MEJORA CONTINUA).

Pueden identificarse a grandes rasgos dos alternativas para lograr una mejora de las operaciones de una organización, estas son la innovación, y la mejora continua.

- Innovación:
 - Alta inversión
 - Alto impacto
 - Alta tecnología
 - Media / Baja participación del personal
 - Alto riesgo de perder el nivel de mejora (Depreciable)

- Proceso de mejora continua:
 - Optimización del recurso existente (Baja inversión)
 - Velocidad en implementación de cambios
 - Alta participación del personal (En todas las fases de la mejora)
 - Pequeños pasos
 - Acercamiento continuo al objetivo trazado (No depreciable)

Combinar ambas alternativas de mejora puede tener resultados muy importantes para la empresa.

Una compañía que quiera desarrollar una metodología KAIZEN deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- Alto compromiso de la dirección de la empresa (Creación de escenarios de participación)
- Alta receptividad y perspectiva respecto a nuevos puntos de vista y aportes
- Alta disposición de implementar cambios
- Actitud receptiva hacia errores identificados durante el proceso
- Alta valoración del recurso humano
- Disposición de elaboración de estándares (garantía para no depreciar las mejoras)

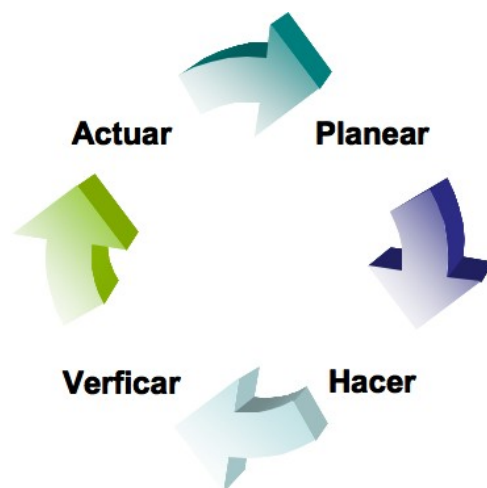
3.2.4.2 PASOS DEL KAIZEN:

Todo planteamiento KAIZEN consta de una serie de pasos:

- **Identificar la oportunidad de mejora.** Es el punto de partida de nuestro ciclo.
- Debemos **planear las medidas que debemos adoptar** para esa oportunidad de mejora que hemos identificado.
- Haremos una **revisión realista de esas medidas** que hayamos adoptado. Sin engañarnos y siempre siendo lo más fieles posibles a la realidad que tenemos.

- Una vez estudiada la realidad, haremos los **cambios necesarios** para lograr los objetivos planteados en esa oportunidad de mejora.
- Como siempre que se llevan a cabo cambios, es necesario **verificarlos** y ver que estamos actuando del modo correcto.
- Mediremos los resultados y estandarizaremos todo el trabajo realizado hasta ahora.
- Con el estándar terminado, realizaremos nuevamente todos los pasos, para **comprobar** que llegamos al objetivo y documentaremos entonces esta realidad, llegando así a conseguir esa mejora que nos habíamos planteado.

Como vemos es un ciclo PDCA o Deming.



Para la implementación de una filosofía KAIZEN o un Proceso de Mejora Continua, deben aplicarse como mínimo **cuatro principios fundamentales**:

1. **Optimización de los recursos actuales:** Para implementar KAIZEN el primer paso es realizar un análisis profundo del grado de utilización de los recursos actuales, y buscar alternativas para mejorar el uso y el funcionamiento de estos.
2. **Rapidez para la implementación de soluciones:** Un principio básico del KAIZEN es la de minimizar los procesos burocráticos de análisis y autorización de soluciones. Si los problemas son complejos KAIZEN propone dividir el problema en pequeñas partes que sean más fáciles de resolver.
3. **Criterio de bajo o nulo costo:** KAIZEN es una filosofía de mínima inversión que complementa la innovación.

4. **Participación activa del operario en todas las etapas:** Es fundamental que el operario participe de forma activa en todas las etapas de las mejoras, desde la planificación, el análisis, la ejecución y el seguimiento.

El primer mito que desestima el KAIZEN es aquel de que "Al operario no se le paga para pensar".

3.2.5 QUE ES KANBAN:

Hasta inicios de los 50 muchas empresas japonesas, para producir, realizaban pronósticos sobre la demanda y según los resultados, colocaban los productos.

En muchas ocasiones producían más de lo exigido por el público.

El mercado no era capaz de consumir tales cantidades y la clientela no se sentía satisfecha, puesto que sus gustos y preferencias no eran tenidos en cuenta. Se producía el denominado efecto látigo; mayor producción, más stock y menor servicio.

KANBAN es un tipo de sistema operativo y de producción diseñado para aumentar la productividad, reducir los despilfarros y mejorar los plazos de entrega al cliente.

Originalmente el principio KANBAN fue desarrollado por Taiichi Ohno en Toyota Motor Corporation en 1947.

El objetivo era aumentar la productividad y la eficiencia con el propósito de tener más ventajas frente a los competidores. Mediante el uso de "KANBAN" Toyota fue capaz de controlar la producción mucho más flexible y eficiente. El resultado fue sorprendente: el aumento de la productividad, así como la reducción de los costos de inventarios de materias primas, productos intermedios y productos terminados al mismo tiempo.

KANBAN es una palabra japonesa que significa "tarjetas visuales" o "tarjetas de instrucción". Esta técnica se utiliza para controlar el avance del trabajo, en el contexto de una línea de producción.

Las principales reglas de KANBAN son:

- Visualizar el trabajo y las fases del ciclo de producción o flujo de trabajo,
- Determinar el límite de "trabajo en curso" (o Work In Progress)
- Medir el tiempo en completar una tarea (lo que se conoce como "lead time")

Como estamos viendo a lo largo de los temas, uno de los problemas a los que se enfrentan las empresas es la planificación de la producción; producir lo necesario en el

tiempo necesario, sin sobrantes ni faltantes, para lograr esto se necesita un plan, un plan flexible que pueda ser modificado.

El ejemplo más común de "KANBAN" son las etiquetas que se les incorporan a los productos mientras son fabricados, para que posteriormente quede identificado a dónde tienen que enviarse o qué características tiene.

Las condiciones del mercado cambian constantemente. Para responder a estos cambios, se deben dar instrucciones constantemente al área de trabajo. Dado que queremos producir en un sistema justo a tiempo, las instrucciones de trabajo deben ser dadas de manera constante en intervalos de tiempo variado. La información más importante en el área de trabajo es: cuánto debemos producir y de cuál producto en ese momento.

Las instrucciones deben darse a medida que se van necesitando, no debemos hacer órdenes de producción elevadas para prevenir la demanda, pero tampoco podemos quedarnos cortos. Para solucionar esto, **lo más conveniente es hacer órdenes unitarias de fabricación, lotes pequeños**. Este es el concepto fundamental.

Este sistema de comunicación puede emplearse entre procesos internos (almacén-producción, producción-producción) o bien entre procesos internos y externos (proveedor-almacén, almacén-cliente).

El KANBAN debe ser una señal de información que indique a un proveedor (interno o externo) cuándo debe producir o mover un artículo y en qué cantidad debe hacerlo.

La conexión de procesos solamente busca un fin, crear flujo entre ambos procesos, es decir, que el producto que se mueve entre estos no se quede parado ni en inventario; se libera espacio físico, reduciendo stocks, evitando la gestión de este material y aumentando el coste y el lead time.

En general se conoce el sistema KANBAN por el uso de tarjetas, aunque podemos encontrar KANBAN de otros modos como:

- **Tarjeta:** una tarjeta indica la referencia a producir y la cantidad a producir
- **Máximo/mínimos:** un sistema visual indica cuando estamos llegando al mínimo de stock y nos indica que es el momento de realizar un pedido al proceso proveedor.
- **Caja llena/caja vacía:** la caja vacía indica la necesidad de reponer el artículo en cuestión.
- **Electrónico:** con el avance tecnológico, el sistema ha pasado a los sistemas IT, mostrando las necesidades, pero informáticamente.

La metodología KANBAN se trata de una manera de gestionar el trabajo de forma fluida, es un símbolo visual que se utiliza para desencadenar una acción.

La tarjeta KANBAN, se mueve a través de las diversas etapas de trabajo hasta su finalización. Se conoce como un método de extracción, es decir, que se "tira" (pull) de las tareas a través del flujo de trabajo.

Veíamos que el sistema de producción hacia el que se tiende es un sistema "pull" en el que sólo se fabrica lo que el cliente demanda, en contra del sistema "push" que es el que conocemos habitualmente.

Para llevar a cabo el sistema "pull" la mejor opción es a través del uso de KANBAN.

El ejemplo más común de KANBAN son las etiquetas que se les incorporan a los productos mientras son fabricados, para que posteriormente quede identificado a dónde tienen que enviarse o qué características tiene.

Referencia:	0701-10540223
Descripción:	Torpedo Metálico 12F
Línea de Producción:	Línea A-2
Tipo de Contenedor:	Metálica 400x400mm
Cantidad Contenedor:	104
Ubicación Almacén:	Sección 1
Operación de Producción:	20
Descripción de Producción:	Taladrar 34,5mm
Ubicación:	C-5

KANBAN también pueden ser ordenes de trabajo, es decir, incluir información acerca de qué operaciones se deben hacer con cada producto, en qué cantidad, mediante qué medios y como transportarlo.

En la actualidad, en la mayoría de empresas se han automatizado los métodos KANBAN de forma que se pueden colocar etiquetas con códigos de barras o QR que, de modo informatizado, al pasar los productos por cada punto de control, el sistema los localiza automáticamente y da las órdenes necesarias para que cada ítem llegue a su destino.

3.2.5.1 TIPOS DE KANBAN

Según la función para la que se dedique el KANBAN, podemos tener:

- **KANBAN de señal:** Es el primer KANBAN a utilizar y sirve como una autorización al último puesto de procesamiento (generalmente el de ensamblado) para que ordene a los puestos anteriores a empezar a procesar los materiales.
- **KANBAN de producción:** O de trabajo en proceso. Indica la cantidad a producir por el proceso anterior. Cuando no puede ser colocada cerca al material (*por ejemplo, si el material está siendo tratado bajo calor*), debe ser colgada cerca del puesto donde este material es procesado.
- **KANBAN de transporte:** (o de retirada de material). Indica la cantidad a recoger por el proceso posterior y se utiliza cuando se traslada un material ya procesado, de un puesto a otro posterior a éste. Va adherida al contenedor.

3.2.5.2 FUNCIONAMIENTO DEL KANBAN

Hasta ahora hemos visto que se trata de un sistema para controlar el flujo de material y la producción de acuerdo con el principio "pull", para garantizar el suministro de material.

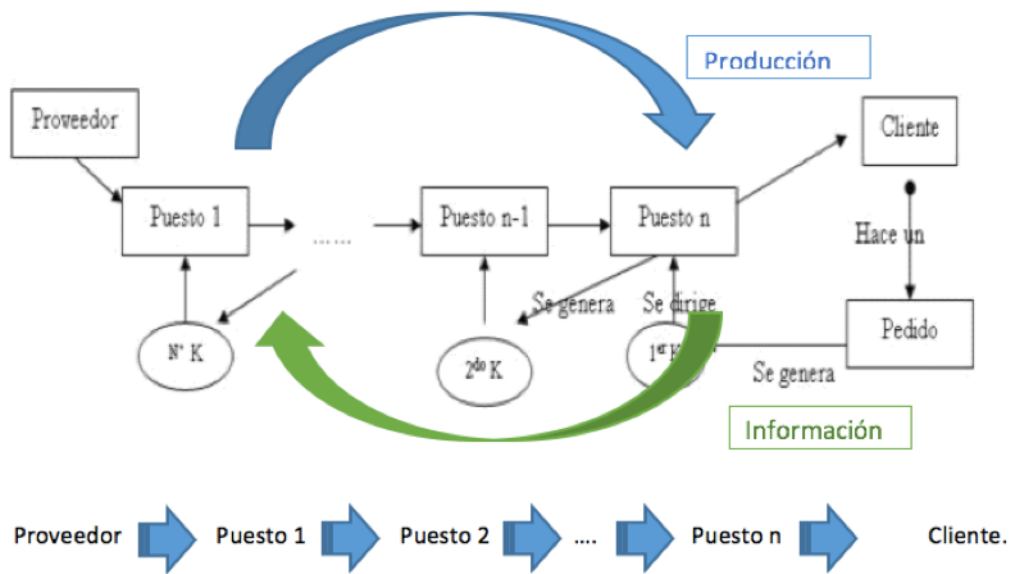
En KANBAN la orden de material es impulsada por el consumo, esto significa sólo el consumo de la producción y el proceso de logística activan los puntos de orden de KANBAN.

Hemos visto también que se utilizan las tarjetas para transportar información con el fin de controlar el proceso de producción visualmente.

Es el pedido el que pone en marcha la producción (pull) y no a la inversa.

Todos los detalles de la orden, se describen en la tarjeta, como, *por ejemplo:*

- el número de parte y descripción
- el número de piezas en el recipiente,
- el consumidor y el proveedor



El flujo que se sigue en este caso es el siguiente:

FLUJO INFORMACION

En el gráfico, se observa:

- El cliente hace un pedido
- El Puesto n recibe un KANBAN de señal
- Entonces, el Puesto n necesita los productos para cumplir el KANBAN de Señal
- El operador del Puesto n toma los tipos (tipo y al lote de material) de contenedores (vacíos) de acuerdo a lo que necesita y los envía al Puesto $n-1$, acompañados, cada uno de ellos, de:
 - " $n-1$ " KANBAN de Transporte (sin ninguna información y dentro de los contenedores) que van dentro de los contenedores y serán utilizados por los $n-1$ Puestos de trabajo restantes.
 - KANBAN de Producción (con toda la información necesaria) adherido dentro del contenedor y es una orden para el Puesto $n-1$.
- El operador del Puesto $n-1$ toma un KANBAN de Transporte (vacío), quita los KANBAN de Producción de los contenedores, y coloca ambos tipos de KANBAN en un lugar cerca a su puesto, si es necesario toma más contenedores (vacíos) de acuerdo a lo que necesita y los lleva hacia el Puesto $n-2$, acompañados, cada uno de los contenedores, de:

- "n-2" KANBAN de Transporte (sin ninguna información y dentro de los contenedores) que van dentro de los contenedores y serán utilizados por los n-2 Puestos de trabajo restantes.
- y un KANBAN de Producción (con toda la información necesaria) adherido dentro del contenedor y es una orden para el Puesto n-2.

Este proceso se repite "hacia atrás" hasta llegar al puesto 1.

Aquí termina el flujo de información

FLUJO DE MATERIALES

- a. Cuando el Puesto 1 termine este procesamiento (primer procesamiento), coloca los tipos de materiales ya procesados en sus contenedores respectivos, llena la información correspondiente en los KANBAN de Transporte y los adhiere en la parte externa del contenedor.
- b. El contenedor entonces es enviado hacia el Puesto 2.
- c. El Puesto 2 recibe los contenedores con los materiales ya procesados en el Puesto 1, verifica de acuerdo los KANBAN de transporte (que ya contiene información) y empieza a trabajar de acuerdo al KANBAN de producción (que colgó cerca de su puesto de trabajo y que le envió anteriormente el Puesto 3)
- d. Cuando el Puesto 2 termine este procesamiento (segundo procesamiento), coloca los tipos de materiales ya procesados en sus contenedores respectivos, llena la información correspondiente en los KANBAN de Transporte y los adhiere en la parte externa del contenedor.

Se repite este proceso "hacia delante" hasta el puesto n.

3.2.5.3 FASES DE IMPLANTACION DE KANBAN

1. Entrenamiento de personal
2. **Identificación del componente** con problemas (nos facilitará su producción la aplicación del KANBAN)
3. **Implementar en el resto** de componentes. Conocidas las ventajas implantamos a todo.
4. **Revisar** el sistema KANBAN

Existen una serie de reglas para implementar KANBAN:

- **Regla 1.** No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes. La producción de productos defectuosos implica costos tales como la inversión en materiales, equipo y mano de obra que no va a poder ser vendida. Este es el mayor desperdicio de todos. Si se encuentra un defecto, se deben tomar medidas antes que todo, para prevenir que éste no vuelva a ocurrir.
- **Regla 2.** Los procesos subsecuentes requerirán solo de lo que es necesario. Esto significa que el proceso subsiguiente pedirá el material que necesita al proceso anterior, en la cantidad necesaria y en el momento adecuado. Se crea una pérdida si el proceso anterior sule de partes y materiales al proceso subsiguiente en el momento que éste no los necesita o en una cantidad mayor a la que requiere. Esto significa principalmente que no se debe requerir material sin una tarjeta KANBAN.
- **Regla 3.** Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsiguiente.
- **Regla 4.** Balancear la producción. De manera en que podemos producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsecuentes, se hace necesario para todos los procesos mantener el equipo y a los trabajadores de tal manera que pueda producir materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria. En este caso, si el proceso subsiguiente pide material de una manera incontinua con respecto al tiempo y a la cantidad, el proceso anterior requerirá personal y máquinas en exceso para satisfacer esa necesidad.
- **Regla 5.** KANBAN es un medio para evitar especulaciones. De manera que, para los trabajadores, KANBAN, se convierte en su fuente de información para producción y transportación, ya que dependerán de KANBAN para llevar a cabo su trabajo.

3.2.5.4 VENTAJAS DEL KANBAN:

Ventajas en los procesos productivos con el uso de KANBAN

- **Aumenta la flexibilidad** de los procesos de producción y transporte.
- Si se usa un sistema informatizado, **permite conocer la situación de todos los ítems** en cada momento y dar instrucciones basadas en las condiciones actuales de cada área de trabajo.



- **Prevenir el trabajo innecesario** y prevenir el exceso de papeleo innecesario.
- Mejor **control del stock** de material.
- Posibilidad de **priorizar la producción**: el tipo de producto con más importancia o urgencia se pone primero que los demás.
- Se facilita el control de material.

Desventajas en la aplicación de KANBAN:

- Un **plazo de abastecimiento demasiado** grande excluye la elección del método KANBAN, ya que tendría muy desocupados a los trabajadores.
- El sistema **no tiene ninguna anticipación** en caso de fluctuaciones muy grandes e imprevisibles en la demanda.
- Es difícil de imponerles este método a los proveedores.
- Las **aplicaciones son limitadas** (solamente para una producción continua o repetitiva). Que el N° de referencias no sea muy elevado, y que la petición sea regular o con reducidas variaciones.
- Reducir el número de KANBAN sin aportar mejoras al sistema de producción, arrastrará retrasos de entrega y de espera (pérdidas importantes).
- No ha tenido el éxito ni ha llegado al óptimo funcionamiento cuando ha sido implementado en organizaciones occidentales. Uno de las principales causas de ello, las enormes diferencias culturales.

3.2.6 QUE ES TPM

TPM son las iniciales de Total Productive Maintenance, o Mantenimiento Productivo Total, como se ha venido a traducir. Es una metodología definida para mantener los equipos de trabajo y las plantas de fabricación que se viene usando desde hace años.

La diferencia más importante entre el TPM y otros conceptos de mantenimiento es que los operarios de producción están implicados directamente en el proceso de mantener sus equipos.

TPM es un concepto nuevo, nacido e implantado por primera vez en Japón en la década de los 60.

Nippondenso fue la primera compañía japonesa en aplicar la filosofía del mantenimiento preventivo a nivel global, aunque puesta en práctica por el personal especializado del departamento de mantenimiento.

A medida que aumentaba la automatización y crecía el número y complejidad de las máquinas, el mantenimiento se convirtió en un problema al requerir cada vez más personal de mantenimiento. En este punto es cuando la dirección decide que los operarios podrían desarrollar las operaciones rutinarias de mantenimiento en sus equipos de trabajo (mantenimiento autónomo, uno de los pilares del TPM), y así el equipo específico de mantenimiento podría enfocarse en temas más especializados. De este modo se añadió al mantenimiento preventivo, el mantenimiento autónomo desarrollado por los operarios.

Esta liberación de tareas del equipo de mantenimiento, ayuda a que se comience a mejorar la fiabilidad de las máquinas al introducir ciertas mejoras al diseño original. El equipo de mantenimiento especializado dispone de más tiempo para poder estudiar los problemas específicos de cada máquina, ya que las tareas diarias sencillas corren a cargo del operario.

Este concepto de mejorar y prevenir las acciones de mantenimiento, unido al mantenimiento preventivo previamente implantado, llevó al concepto final de "mantenimiento productivo".

TPM hace del mantenimiento una parte importante en el éxito de las operaciones de la empresa. Se descarta definitivamente la idea de que las labores de mantenimiento son actividades no rentables que sólo generan un gasto.

El tiempo para realizar el mantenimiento se programa como parte del tiempo de trabajo de los operarios y, en muchas ocasiones, como parte de las tareas de fabricación.



TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas.

Esto supone:

- Cero averías
- Cero tiempos muertos
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos al estos de los equipos

Se entiende entonces perfectamente el nombre: mantenimiento productivo total, o mantenimiento que aporta una productividad máxima o total.

Se han definido numéricamente los objetivos perseguidos por la actividad de TPM en cada uno de los campos, y estos son:

- P (Productivity, Productividad): Obtener un mínimo de 90% OEE.
- Q (Quality, Calidad): Operar de manera que no haya quejas de los clientes.
- C (Cost, Coste): Reducir el coste de fabricación en un 30%.
- D (Delivery, Entregas): Conseguir un 100% de éxito en la entrega de productos.
- S (Safety, Seguridad): Mantener un ambiente de cero accidentes.
- M (Morale, Moral): Aumentar las sugerencias al triple

3.2.6.1 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL TPM

El mantenimiento ha sido visto tradicionalmente con una parte separada y externa al proceso productivo. TPM emergió como una necesidad de integrar el departamento de mantenimiento y el de operación o producción para mejorar la productividad y la disponibilidad. En una empresa en la que TPM se ha implantado toda la organización trabaja en el mantenimiento y en la mejora de los equipos.

Se basa en cinco principios fundamentales:

1. **Participación de todo el personal**, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.

2. Creación de una **cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia** en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. Se busca la eficacia global.
3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la **eliminación de las pérdidas** antes de que se produzcan.
4. Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para **alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas** en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
5. Aplicación de los sistemas de gestión de **todos los aspectos de la producción**, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

3.2.6.2 LAS SEIS PÉRDIDAS. OEE

Los equipos/máquinas, cuando no operan en correctas condiciones y sufren averías frecuentes generan más trabajo, tanto para los operarios de fabricación como para los de mantenimiento, y pueden llegar a ser causa de insatisfacción para los clientes.

La filosofía del TPM considera que una máquina parada para efectuar un cambio, una máquina averiada, una máquina que no trabaja al 100% de su capacidad o que fabrica productos defectuosos, está en una situación que produce pérdidas a la empresa.

Estas máquinas, según TPM, se consideran improductivas en todos esos casos, y deben tomarse las acciones correspondientes para evitar en el futuro esas situaciones.

Para estudiar con detalle cuáles son los orígenes de estas averías, se han identificados las **siguientes seis pérdidas**.

1. **Averías/ Fallos del equipo**, que producen pérdidas de tiempo inesperadas. Fallos esporádicos y crónicos de los equipos (causados por diseños inadecuados) o roturas repentinas, causadas por deterioro de los componentes mecánicos y eléctricos. Los costes generados en este caso, incluyen el tiempo de parada (coste de oportunidad por la pérdida de capacidad productiva y rendimiento), mano de obra y piezas de repuesto.
2. **Puesta a punto y ajustes de las máquinas** (o tiempos muertos) que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación u otra etapa de ella. Es el tiempo de ajuste y preparación. Incluye los cambios de herramienta y utillaje, las pruebas iniciales, la reprogramación, etc. Los costes se refieren a las pérdidas de rendimiento del equipo por los cambios de turno, cambios de lote o ajustes en mitad de la operación.

3. **Velocidad de operación reducida** (el equipo no funciona a su capacidad máxima), que produce pérdidas productivas al no obtenerse la velocidad de diseño del proceso. Esta reducción suele tener lugar para prevenir el funcionamiento anómalo, la generación de productos con defectos, o microparadas.
4. **Marchas en vacío, esperas y detenciones menores** (averías menores) durante la operación normal que producen pérdidas de tiempo, ya sea por problemas en la instrumentación, pequeñas obstrucciones, etc. Son difíciles de detectar, registrar y corregir, y no suelen figurar visiblemente en los partes de fabricación ni en las características de la máquina. Además, pueden ser causa de averías posteriores.
5. **Defectos en el proceso**, que producen pérdidas productivas al tener que rehacer partes de él, reprocesar productos defectuosos o completar actividades no terminadas. Bien por la pérdida de tiempo, mano de obra y materiales empleados para la fabricación del producto defectuoso, o por el reproceso que es necesario para corregir el defecto, los costes de no calidad suelen ser un punto importante a considerar en la mejora.
6. **Puestas en marcha**, pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo, marcha en vacío, periodo de prueba, etc. Los costes (rechazos) que se producen al comenzar la operación de un determinado equipo, en su arranque inicial.

		Seis pérdidas	Objetivo
OEE (Eficiencia Global de los Equipos)	Disponibilidad	Averías	Eliminar
		Ajustes	Minimizar
	Rendimiento	Velocidad reducida	Eliminar
		Pequeñas paradas	Eliminar
	Calidad	Defectos	Minimizar
		Puestas en marcha	Eliminar

Si el equipo trabaja sin fallos, el trabajo de todos se hace más fácil, la empresa es más rentable y se mejoran las condiciones de trabajo.

Las pérdidas en disponibilidad de los equipos, rendimiento y calidad se unen para reducir la eficiencia general de una máquina del siguiente modo:

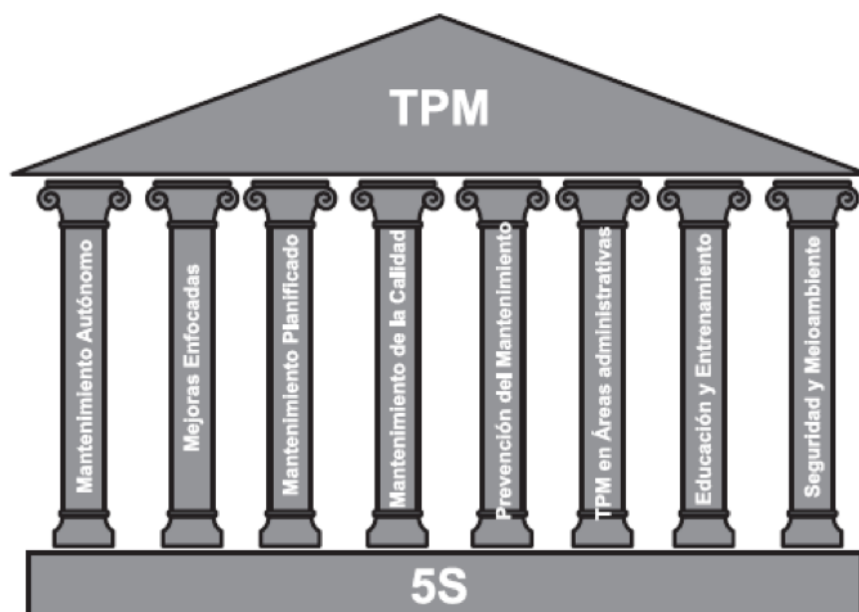
Tiempo total de operación				
Disponibilidad	A: Tiempo de operación neto			Inactiva
	B: Tiempo de trabajo		Ajustes Averías	
Rendimiento	C: Producción objetivo o nominal		Velocidad reducida Paradas	
	D: Producción total			
Calidad	E: Producción total			
	F: Producción conforme	Defectos Puestas en marcha		
OEE = B/A x D/C x F/E = Disponibilidad x Rendimiento x Calidad				

3.2.6.3 PILARES DEL TPM

Las actividades TPM involucran a todo el personal de la empresa para que, trabajando juntos, logren hacer un uso efectivo de los equipos y mantenerlos en las mejores condiciones de trabajo.

Normalmente se representan estas actividades como las ocho columnas de un edificio. Los pilares son las estrategias fundamentales para desarrollar el programa y sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción.

Como vemos en el esquema, además de la base de las 5S, tenemos diferentes pilares sobre los que se mantiene el TPM.



1. **Mantenimiento autónomo:** propone desarrollo y formación de los operarios de máquina. Debe ser ejecutado por los propios operarios de producción, con participación activa de empleados y responsables. *Por ejemplo, limpieza, inspecciones, lubricaciones...*
2. **Mejora enfocada:** Podría ser definida como cambio a mejor, no es un cambio repentino. Es llevar a cabo un KAIZEN, pequeñas mejoras continuas que involucren a todo el personal de la empresa. Lo que se pretende es aplicar la creatividad de las personas para ir logrando a partir de esas pequeñas mejoras continuas grandes resultados. Las mejoras se enfocan a las máquinas, análisis de condiciones de operación, identificación de problemas...
3. **Mantenimiento planificado:** la meta que se persigue con este pilar es tener disponibles para el personal de producción, las máquinas y equipos sin problemas, que fabriquen sin defectos. Hay que evaluar el estado inicial del equipo, repararlo en todos los elementos deteriorados, gestionar la información que nos da el equipo, preparar un programa con responsables y plazos, crear un mantenimiento predictivo...
4. **Mantenimiento de la Calidad:** satisfacer los requerimientos del cliente entregando productos sin defectos. A través del mantenimiento se pueden conocer qué partes del equipo o máquina pueden influir en el resultado final de la calidad del producto. No siempre las averías hacen que los equipos se detengan, a veces las averías lo que producen son un cambio en las características del producto final.
5. **Prevención del mantenimiento:** actividades de mejora que se desarrollan durante la fase de diseño y construcción de los equipos.
6. **Formación:** debemos conseguir que los operarios posean las habilidades y conocimientos suficientes para desarrollar sus tareas. También incrementa las motivaciones y se responsabilizan de sus tareas.
7. **TPM en tareas administrativas:** cuando ya se han implantado el resto de los pilares del TPM, su objetivo es mejorar la productividad de las funciones administrativas, identificando pérdidas por inactividad, por falta de información, sobrecostos por envíos urgentes, mala gestión de los canales de comunicación... Todas estas tareas no involucran al equipo productivo, pero son el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione correctamente.
8. **Seguridad y Medioambiente:** es importante conseguir cero accidentes, que no haya daños para la salud y que no haya daños ambientales. El número de accidentes crece en función del número de pequeñas paradas, por ello la implantación de 5S y de TPM es una base para la seguridad.

3.2.6.4 VENTAJAS DEL TPM

El TPM enfoca sus objetivos hacia la mejora de la eficiencia de los equipos y las operaciones mediante la reducción de los fallos, las no conformidades, tiempos de cambio, y se relaciona, de igual forma, con actividades de orden y limpieza. Actividades en las que se involucra al personal de producción, para así aumentar las probabilidades de mantenimiento del entorno limpio y ordenado, como requisitos previos de la eficiencia del sistema.

Además, el TPM presenta las siguientes ventajas:

- **Mejora de la calidad:** Los equipos en buen estado producen menos unidades no conformes.
- **Mejora de la productividad:** Mediante el aumento del tiempo disponible.
- **Flujos de producción continuos:** El balance y la continuidad del sistema no solo benefician a la organización en función a la disponibilidad del tiempo, sino también reduce la incertidumbre de la planificación.
- Aprovechamiento del capital humano.
- **Reducción de gastos de mantenimiento correctivo:** Las averías son menores, se reducen las compras urgentes, por ejemplo, de materiales de repuesto.
- Reducción de costos operativos.



3.2.7 OTRAS HERRAMIENTAS

❖ POKA YOKE:

El objetivo final de la estandarización es asegurar que los procesos permitan obtener productos o servicios para satisfacer los requisitos y necesidades del cliente. Pero, aunque el estándar pueda estar bien definido y documentado, la realidad es que: las personas cometemos errores y las máquinas y procesos fallan, y también aparecen los errores.

Estos errores generalmente son la causa de que aparezcan defectos en el producto o servicio.

El siguiente paso a la estandarización es hacer visible el estándar en el lugar de trabajo, así el operario realizará la operación que le sea encomendada del modo correcto. Esto

se consigue si intentamos desconectar el error del defecto introduciendo un dispositivo o procedimiento POKA YOKE que evita la aparición del defecto.

Como vemos, podemos considerar la estandarización (además del POKA YOKE) como otra herramienta de la filosofía lean que nos ayudará a mejorar nuestra producción.

Estandarización:

Lo primero en lo que pensamos cuando se hablamos de la estandarización es en un conjunto de procedimientos, instrucciones de trabajo u otros documentos donde se registra el modo de proceder para realizar una determinada tarea.

En las fábricas, los errores en la estandarización pueden agruparse en dos categorías principales:

- **Errores en la descripción** de los métodos y secuencias del procedimiento.
- Uso de enfoques de **estandarización que son inapropiados** para el usuario o situación particular.

Por ejemplo, las listas de chequeo que se elaboran para evaluar un producto al final de la línea de producción.

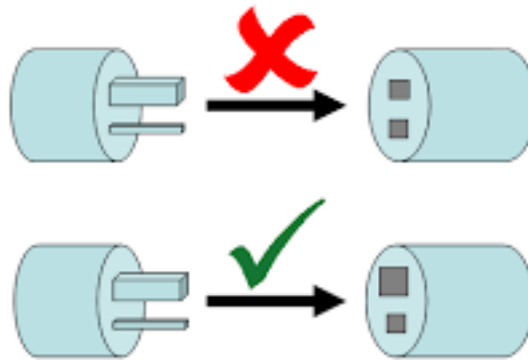
Esta herramienta puede ser eficaz (cumple su cometido), pero en ocasiones no es eficiente (no utiliza la menor cantidad de recursos). *Por ejemplo, se puede necesitar un operario especializado o mucho tiempo para prepararlos.*

Los estándares son herramientas importantes para mejorar las empresas, aunque para crear estándares eficaces y eficientes han de cumplirse unos criterios básicos; orientación al usuario, mejora constante como documento vivo, fácilmente integrables con documentación existente, etc.

Estándares: Descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas más autorizadas y fiables de una fábrica y nos proveen de conocimientos sobre diversos temas relacionados con la producción (personas, máquinas, materiales, métodos, mediciones e información), con la intención de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente.

El propósito del Trabajo Estandarizado es establecer una base repetitiva y previsible para una mejora continua y para involucrar al equipo de trabajo en los progresos iniciales y actuales para después lograr los niveles más altos de seguridad, calidad y productividad.

Esta herramienta de estandarización tiene más desarrollo del aquí planteado, ya que requiere de una implantación, de la elección del estándar más adecuado según su uso, del tipo de estándar, etc.



Pero una vez entendido de manera global el concepto de estandarización, lo aplicamos al concepto de POKA YOKE.

El significado específico de POKA YOKE es el siguiente:

POKA: "Error inadvertido que cualquiera puede cometer"

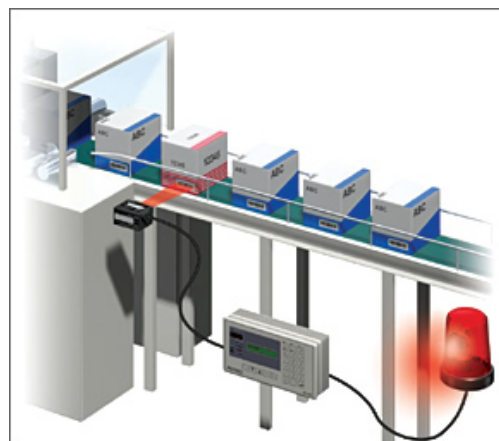
YOKE: "Prevenir o mostrar"

El POKA YOKE se considera una herramienta de mejora continua que evita la aparición de defectos (o no conformidades) en la fabricación de un producto o prestación de un servicio; para ello identifica y elimina las causas de variación o defecto.

Una vez identificadas se establecen las mejores técnicas, elementos, mecanismos, etc., para asegurar que existen las condiciones correctas antes de la operación para que ésta se ejecute sin fallos.

Se puede pensar que el POKA YOKE es un conjunto de verificaciones automáticas y complejas, pero la realidad es que los elementos POKA YOKE suelen ser de coste sencillo y de fácil aplicación. Cualquiera puede usarlos, sin necesidad de una formación específica y operan de modo seguro desde el punto de vista de no producir elementos defectuosos.

El POKA YOKE verifica las condiciones del 100% de la fabricación, esto es lo que lo diferencia de una plantilla de verificación o de una maqueta de control.



Hay distintos métodos de implantación del POKA YOKE dependiendo de la acción a tomar cuando ocurran:

- **Método de desconexión:** Los dispositivos verifican las condiciones críticas del proceso y lo detienen cuando un parámetro se sale del rango adecuado de funcionamiento, indicando que un producto defectuoso se está produciendo o está a punto de producirse.
- **Métodos de control:** Los elementos se incorporan al proceso de tal modo que evitan completamente la producción en malas condiciones, porque las corrigen; así, sólo existe un modo de hacer las cosas: la correcta.
- **Métodos de aviso:** Los dispositivos avisan que se ha producido un defecto o que las condiciones no son adecuadas. El operario debe intervenir para corregir el proceso y la causa del defecto.

Podemos decir como resumen que POKA YOKE nos proporcionan una inspección del 100% de las partes producidas, y una retroalimentación y acción correctiva con los datos que nos aportan.

❖ SIX SIGMA:

Six Sigma (Seis Sigma en la traducción española) es una técnica estructurada para el análisis y resolución de problemas. Fue desarrollada en Motorola y aplicada por primera vez en 1986 para mejorar la fabricación de componentes electrónicos, obteniendo ya resultados significativos a los dos años del inicio de su aplicación.

Podemos enfocar su definición desde tres puntos de vista:

- Six Sigma **como una medida estadística** del funcionamiento y resultado de un proceso o de un producto.
- Six Sigma **como una meta para la mejora** de los resultados que se acerca a la perfección.
- Six Sigma **como un sistema de gestión** para conseguir liderazgo duradero.

Se trata de una metodología para la mejora de procesos, la cual se basa en realizar análisis estadísticos con el fin de poder reducir o solucionar la causa raíz de un problema.

Uno de los siete tipos de desperdicios identificados por el Lean Manufacturing son los “defectos”, entendidos como todos aquellos resultados de un nivel de calidad inferior al requerido por el cliente. Los defectos en un proceso generan costes (materiales enviados a chatarra, reprocesos, costes de oportunidad por el uso de recursos con un resultado improductivo...) y hacen que muchas organizaciones industriales se vuelvan menos capaces de cumplir con los requerimientos del cliente.

Sin lugar a dudas, el método más eficaz para afrontar esta reducción de defectos lo constituye el Six Sigma.

Tradicionalmente **se hablaba de Six Sigma asociado a empresas productivas pero la visión actual se orienta tanto a productos como a servicios**; en nuestros días, los nuevos desarrollos necesitan ser innovadores y generarse cada vez en menos tiempo, las organizaciones productivas necesitan aumentar sus volúmenes, reducir sus costes y disminuir la utilización de recursos, pero también, las organizaciones de prestación de servicios necesitan reducir sus tiempos y satisfacer cada vez más a sus clientes.



Six Sigma, en realidad se orienta a cualquier tipo de proceso de una organización que sea susceptible de mejora y que repercuta en una mejora en la satisfacción de los clientes o en ahorro en costes, por lo que se ha comprobado su éxito tanto en empresas enfocadas a la producción como en empresas dedicadas a la prestación de servicios. Es un lenguaje común que permite cuantificar el rendimiento de los procesos a través de una métrica propia aplicable a cualquier proceso, el nivel de sigma.

El enfoque Six Sigma resulta especialmente adecuado a la hora de analizar procesos (o empresas) en los que el número de oportunidades de error es muy elevado. El enfoque porcentual puede esconder los problemas y, de esta manera, impedir la posibilidad de resolverlos.

Los productos y los procesos de fabricación cada vez son más complejos a medida que se desarrollaba la tecnología. El número de componentes de cada producto es mayor, uno sólo de esos componentes que resulte defectuoso, puede provocar que el producto completo no sea operativo. De ese modo, para alcanzar niveles de calidad suficientes en el "producto total" es necesario exigir a los procesos y componentes intermedios unas tasas de defectos tan reducidas, que no resulta posible medir de forma porcentual sin utilizar varios decimales. Es decir, es necesario enfocar la medida en los defectos por millón de oportunidades.

Se habla de nivel sigma, en función de cuantas desviaciones estándar caben entre los límites de especificación del proceso.

La mayoría de las empresas tradicionales se encuentran en un nivel 3 Sigma, esto quiere decir que tiene un 6.7% de defectos, evidentemente la meta es pasar a un **nivel 6 Sigma con 3,4 defectos por millón de oportunidades.**

❖ JIT:

El JIT o "Just in Time" es una técnica o herramienta avanzada para la mejora de la calidad. Consiste en cambiar la forma de organizar la empresa y producir en flujo. Este tipo de producción JIT **tiene como objetivo producir directamente lo que demanda el cliente, no almacenar esperando a la demanda.**

Se trata de **una filosofía de gestión**, ya que no solo afecta al proceso productivo, sino que también afecta directamente al personal, a la forma de trabajo, a los proveedores...

Este sistema de producción se basa en la demanda, debe entregar los artículos justo a tiempo de ser utilizados. Permite fabricar con rapidez un gran número de productos diferentes, en grandes lotes y con altos niveles de calidad y productividad.

La importancia recae sobre la palabra JUSTO. Si se dijese simplemente "a tiempo" esto puede ser meses, semanas o días antes del momento en que realmente se necesitarían esos artículos.

Trata de poner a disposición del cliente exactamente la cantidad de artículos que demanda y justo en el momento preciso.

Este sistema tiene la finalidad de eliminar todas las MUDAS, los despilfarros por sobreproducción, los despilfarros por almacenamiento, por traslados, etc.

El concepto del JIT tiene como fin mostrar y eliminar el despilfarro, reducir el capital invertido en stocks de materias primas, productos intermedios y productos acabados.

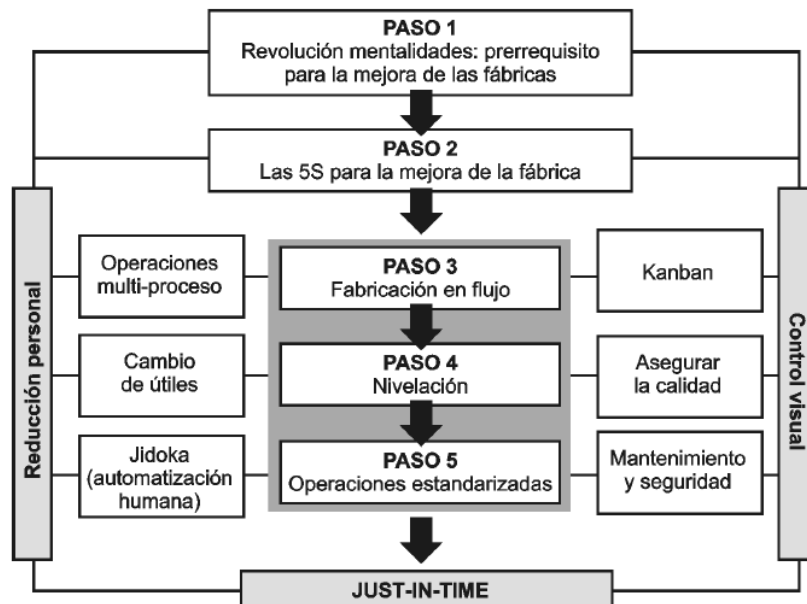
MEJORAS ANTES DE LA IMPLANTACION DEL JIT:

Antes de llevar a cabo la implantación del sistema, es conveniente hacer una serie de mejoras previas en la empresa:

- **Fabricación en flujo:** trata de eliminar los apilamientos y transportes internos. Su objetivo es que el trabajo en proceso fluya a lo largo de la línea, siendo procesado en el tiempo de ciclo fijado.
- **Manejo multiproceso:** la idea del JIT consiste en agrupar en un lugar varias máquinas diferentes que completen una secuencia de proceso, mientras que un único trabajador se mueve con la pieza de una a otra, hasta completar la secuencia o subproceso. Este operario es capaz de controlar o manejar diferentes tipos de máquinas. A esta situación se la denomina manejo multiproceso.
- **KANBAN:** como ya hemos visto, este término significa: tarjeta, y es uno de los elementos necesarios para mantener un JIT. Los KANBAN son tarjetas en las que figuran escritas las instrucciones, ya sea de operación y/o de información de entregas. Solamente son útiles en el sistema productivo JIT, porque cuando se produce en flujo se debe empezar a arrastrar las piezas desde los procesos anteriores.
- **Reducción de personal:** la idea convencional consiste en mantener un número estable de trabajadores en línea. El sistema JIT organiza la producción empleando el mínimo número de trabajadores necesarios para cubrirla, contando con equipos polivalentes y con el concepto de apoyo mutuo entre ellos.
- **Control visual:** Visibilizar los fallos y detectarlos, es una de las tareas necesarias para implantar un JIT. Para ello resultan útiles elementos como el KANBAN (tarjetas) y el ANDON (luces de alarma que detienen la línea); ambos son sencillos mecanismos de control visual.
- **Nivelación:** El concepto de nivelación es opuesto al tradicional de acumulación de lotes, y exige que los tipos y volúmenes de productos se distribuyan, para obtener un flujo de producción nivelado. Este concepto se denomina en japonés: HEIJUKA.
- **Cambio de útiles:** se incluye, en esta definición, además del cambio de útiles otras operaciones, como revisión de estándares de operaciones, reemplazo de piezas montadas y otros materiales. El objetivo de la mejora del cambio de útiles es acortar el tiempo empleado en esas operaciones.
- **Aseguramiento de la Calidad:** no sólo se refiere a los operarios de producción que sean cuidadosos, sino que afecta a los diferentes factores que actúan en la producción, incluyendo personal, materiales, métodos y equipos.

- **Operaciones estándares:** son aquellas operaciones que se han desarrollado minuciosamente para lograr una combinación efectiva de personas, materiales y máquinas, con la finalidad de fabricar productos de alta calidad, económicos, con rapidez y con seguridad.
- **JIDOKA:** se refiere a la automatización que posee un toque humano y que es diferente a la automatización tradicional. El concepto JIDOKA introduce a las personas en el proceso de automatización, para asegurar que éste sea fiable, flexible y preciso. Las máquinas JIDOKA deben contar con una automatización que permita, en caso de estar produciendo algo que no cumple el estándar de calidad establecido, detener inmediatamente su producción. En máquinas muy automatizadas es preciso que un operario permanezca vigilando el trabajo de la máquina, y básicamente en ello consiste su trabajo, lo cual se opone al concepto JIDOKA.
- **Mantenimiento y seguridad:** En el sistema JIT, el flujo de producción se detiene por completo cuando la máquina más pequeña se avería, ya que la producción se realiza en flujo. El JIT, por lo tanto, da gran importancia tanto a las actividades de mantenimiento como a aquellas destinadas a eliminar averías y accidentes.

Los pasos para implantar un sistema de producción JIT se ven en el siguiente gráfico:



El paso 3 nos indica que debemos tener una fabricación en flujo. Esto nos puede parecer de poca importancia, que se fabrique en lotes o en flujo, pensamos que el resultado de ambos métodos es el mismo: el producto final.

La diferencia está en que, al fabricar en flujo, el despilfarro se pone de manifiesto, mientras que la fabricación en lotes tiende a ocultarlo.

La fabricación en flujo presenta 7 requisitos fácilmente comprensibles:

1. Que las máquinas estén colocadas en la secuencia de proceso.
2. Contar con un equipo de propósito general y compacto especializado.
3. Que el flujo se produzca pieza a pieza.
4. Establecer el tiempo de ciclo.
5. Establecer un manejo multiproceso.
6. Contar con trabajadores polivalentes.
7. Realizar las operaciones de pie (sin asientos).

El sistema JIT es una herramienta avanzada para la mejora de la calidad, basada en la idea de lograr la producción en flujo y en el concepto de que las piezas circulen a lo largo del mismo sin paradas, almacenamientos intermedios, transportes internos, etc., adaptando el proceso a la satisfacción de las necesidades del cliente y eliminando stocks. A la idea tradicional de fabricar buenos productos de una forma rápida y barata, es preciso añadirle algunas condiciones más: capacidad de diversificación, lotes pequeños y programas de entregas más rápidas.

3.3 RESUMEN



Hemos visto una serie de herramientas Lean que facilitan la mejora de la producción, reduciendo y/o eliminando los desperdicios que puedan aparecer.

Como base para implantar Lean Manufacturing debemos considerar implantar primero unas 5S.

Las 5S es una metodología japonesa cuyo objetivo es conseguir y mantener un lugar de trabajo limpio y ordenado. Para ello es necesario aplicar sistemáticamente cinco pasos: tres de ellos orientados a los objetos que se encuentran en el puesto de trabajo, y dos orientados al modo en que los trabajadores interactúan con esos objetos

1. **Seiri**: eliminar los innecesarios
2. **Seiton**: cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa (organizar los necesarios)
3. **Seiso**: limpieza
4. **Seiketsu**: estandarizar (limpieza, código de colores en líneas, modo de organizar estantes, etiquetar, etc)
5. **Shitsuke**: disciplina

Entre los beneficios que nos aporta las 5S tenemos;

- Resultados rápidos.
- Mejora de la productividad y la calidad.
- Mejora de la seguridad.
- Aumento de la motivación en los trabajadores.
- Mejora de la imagen.

El proceso de fabricación de un producto o de prestación de un servicio está formado por una secuencia de operaciones (interacciones del operario con la máquina y los materiales).

Entre estas operaciones veíamos que se pueden distinguir entre aquellas que aportan valor desde el punto de vista del cliente final, y aquellas operaciones que no lo aportan. Estas operaciones sin valor añadido son consideradas desperdicios o “mudas”.

Para visualizar mejor el desglose de operaciones la herramienta Lean que nos ayuda es el **VSM** (Value Stream Mapping) ya que es una herramienta para representar la cadena de valor, o lo que es lo mismo, la secuencia de operaciones que corresponden a un proceso, mediante una combinación de símbolos y números. Podremos ver la cadena de valor como un todo y de este modo afrontar su mejora de una forma global.

Los pasos a seguir para la elaboración de un VSM son:

1. Seleccionar la familia de producto.
2. Dibujar el mapa de valor del estado actual.
3. Determinar y dibujar el mapa futuro.
4. Preparar el plan de acción.

A diferencia de otros diagramas de flujo, el VSM recoge los tiempos de las operaciones.

La realidad de los mercados y de la situación actual de las empresas nos lleva a una gran flexibilidad para poder dar servicio a los requisitos de nuestros clientes. Esta circunstancia, veíamos que genera la necesidad de realizar un cambio o ajuste de las máquinas para adecuarlas a las características de los diferentes productos que se fabrican en lotes consecutivos.

Definimos **Tiempo de cambio de utillaje** como el tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida (pieza OK) de la serie, hasta la obtención de la primera pieza válida (pieza OK) de la serie siguiente.

Dentro de ese periodo se distinguen dos partes: una con la máquina parada, y otra parte correspondiente al tiempo necesario para la fabricación de esa primera pieza buena (con la máquina en activa).

Desde el punto de vista del Lean Manufacturing, el tiempo de máquina inactiva siempre se puede considerar como “muda” (despilfarro) y ha de ser eliminado o reducido en su mayor parte. Además, dentro del periodo de tiempo para la fabricación de la primera pieza buena, también pueden existir operaciones que se consideren “muda”, aunque otras no lo son porque aportan valor.

Para ello aparece en escena la metodología **SMED** (Single-minute Exchange of Die) para reducir los tiempos de cambio y ajuste de máquina.

Cuando la máquina esta parada no solo es el tiempo de cambio, sino también el tiempo de ajuste.

- **Tiempo interno:** Tiempo durante el cual las operaciones se realizan con la máquina parada OPERACIONES INTERNAS (por ejemplo, el cambio de molde). Tampoco en este caso es producción o tiempo productivo.
- **Tiempo externo:** Tiempo durante el cual las operaciones se realizan con la máquina funcionando OPERACIONES EXTERNAS (por ejemplo, preparación herramienta)

Veíamos que los tiempos estimados de cambio son los siguientes:

- 50% del tiempo en ensayos y ajustes
- 30% del tiempo en acopiar, retirar, preparar, limpiar todos los elementos del proceso (utillajes de fabricación y control, pautas, contenedores...)
- 15% del tiempo en centrado y posicionamiento
- 5% en montaje y desmontaje de esos elementos.

Otra herramienta que hemos visto es el **KAIZEN** como una metodología basada en mejoras pequeñas realizadas como resultados de esfuerzos progresivos. Una sucesión de pequeños cambios que nos conducirán a un cambio mayor.

KAIZEN se resume en 10 mandamientos de la mejora continua:

1. Abre tu mente al cambio.
2. Sí, podemos hacerlo si conocemos dónde estamos.
3. No ataques a las personas..., ataca los problemas y los procesos poco eficientes.
4. Busca soluciones simples en lugar de complejas y costosas.
5. Si está estropeado, detente hasta solucionar el problema.
6. Utiliza principalmente la creatividad, no la inversión económica
7. Los problemas son oportunidades disfrazadas. Así pues, es una buena noticia descubrirlos y sacarlos a la luz, no esconderlos.
8. Encuentra la causa raíz. Pregúntate por qué una y otra vez, en lugar de buscar quién es el responsable.

9. Busca la sabiduría del grupo, no el conocimiento excelente de uno solo.

10. No hay meta final en el viaje de la mejora continua.

Para mejorar la producción y el servicio al cliente, eliminando desperdicios, a partir de los años 50 la herramienta usada es el **KANBAN**.

KANBAN es un tipo de sistema operativo y de producción diseñado para aumentar la productividad, reducir los desperdicios y mejorar los plazos de entrega al cliente.

KANBAN es una palabra japonesa que significa "tarjetas visuales" o "tarjetas de instrucción". Esta técnica se utiliza para controlar el avance del trabajo, en el contexto de una línea de producción.

El KANBAN debe ser una señal de información que indique a un proveedor (interno o externo) cuándo debe producir o mover un artículo y en qué cantidad debe hacerlo.

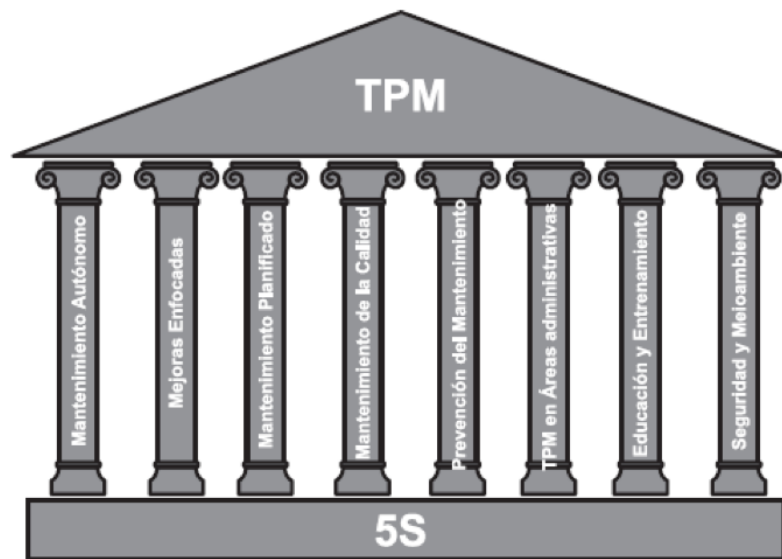
Ventajas en los procesos productivos con el uso de KANBAN

- Aumenta la flexibilidad de los procesos de producción y transporte.
- Si se usa un sistema informatizado, permite conocer la situación de todos los ítems en cada momento y dar instrucciones basadas en las condiciones actuales de cada área de trabajo.
- Prevenir el trabajo innecesario y prevenir el exceso de papeleo innecesario.
- Mejor control del stock de material.
- Posibilidad de priorizar la producción: el tipo de producto con más importancia o urgencia se pone primero que los demás.
- Se facilita el control de material

Nacido e implantado por primera vez en Japón en la década de los 60 aparece el **TPM** o mantenimiento productivo total, basado en 8 pilares fundamentales.

El cambio más importante que presenta esta herramienta con respecto al pensamiento que había hasta entonces, es que el operario es el primero que realiza tareas de mantenimiento, y que el mantenimiento no se puede tener como una actividad ajena a producción y que debemos darle valor.

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas.



La filosofía del TPM considera que una máquina parada para efectuar un cambio, una máquina averiada, una máquina que no trabaja al 100% de su capacidad o que fabrica productos defectuosos, está en una situación que produce pérdidas a la empresa.

Además de las 5S, SMED, VSM, KAIZEN, KANBAN y TPM, para tener visión de otras herramientas de mejora de producción, hemos visto también los **POKA YOKE** con sistemas a prueba de error y que inspeccionan el 100% de la producción, el **Six Sigma**, como una metodología para la mejora de procesos, la cual se basa en realizar análisis estadísticos con el fin de poder reducir o solucionar la causa raíz de un problema y el JIT cuyo objetivo es producir directamente lo que demanda el cliente y no almacenar esperando a la demanda.

A lo largo de este tema, hay que decir, que sólo se han abordado unos conceptos, en unos casos más amplios que en otros, para que conozcamos el enfoque de cada una de las herramientas o técnicas Lean, de mejora de producción, pero es más extenso el desarrollo de todas y cada una de dichas herramientas de lo que hemos explicado en este curso.

Para ello hay más cursos específicos de cada una de las herramientas y bibliografía a la que nos podemos remitir para seguir con una mejora continua personal y seguir aumentando los conocimientos de la filosofía Lean.

Con las ideas adquiridas a lo largo de este curso, se puede hacer ya un planteamiento de localización de los desperdicios o MUDAS en nuestra empresa y ver cuál será la herramienta más adecuada a nuestro caso para implantar.