



EL SABER DE MIS HIJOS
HARÁ MI GRANDEZA

UNIVERSIDAD DE SONORA
UNIDAD REGIONAL NORTE CAMPUS
CABORCA

TESINA

Situar el SMED como una herramienta de “Lean Manufacturing” para mejorar los tiempos de preparación, ajuste y cambios de herramientas.

Alcalá Gámez Alejandro

INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

Índice

Capítulo 1. - Introducción

1.1.- Introducción.....	1
1.2.- Objetivos de la investigación.....	3
1.3.- Delimitaciones.....	3

Capítulo 2.- Marco teórico y conceptualización

2.1.- ¿Qué es manufactura esbelta?.....	6
2.2.- Logros y Objetivos de la manufactura esbelta.....	6
2.3.- El pensamiento esbelto.....	8
2.4.- Los 5 principios del pensamiento esbelto.....	10
2.5.- Herramientas de la manufactura esbelta.....	10
2.5.1.- Las 5`s.....	10
2.5.2.- Justo a tiempo.....	11
2.5.2.1.- Células de manufactura.....	11
2.5.2.2.- Kankan.....	11
2.5.3.- Control visual.....	12
2.5.4.- Mantenimiento productivo total (TPM).....	12
2.5.5.- Producción nivelada (Heijunka).....	13
2.5.6.- Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke).....	14
2.5.7.- Mejora continua (Kaizen).....	14
2.5.8.- Cambio rápido de herramientas (SMED).....	14

Capítulo 3.- El sistema (Single Minute Exchange of Die) SMED

3.1.- SMED.....	17
3.2.- Antecedentes de SMED.....	17
3.3.- SMED como herramienta para reducir los tiempos de preparación.....	18
3.4.- Condiciones necesarias para implementar SMED.....	21
3.5.- ¿Qué es el cambio de herramientas?.....	22
3.5.1.- Aplicación de SMED.....	23

3.6.- ¿Cómo funciona SMED?.....	26
3.7.- Etapas de aplicación de SMED.....	27

Capítulo 4.- Casos prácticos

4.1.- Caso 1: En prensas.....	36
4.2.- Caso 2: Posicionamiento del chasis de lavadoras.....	38
4.3.- Caso 3: Colocación de interruptores.....	39

Capítulo 5.- Comentarios y conclusiones

5.1.- Analizando resultados.....	41
5.2.- Efectos del SMED.....	44
5.3.- Conclusiones.....	46

Índice de Figuras

Figura	2.3.1	Lean Manufacturing.....	6
Figura	3.1.1	SMED.....	13
Figura	3.1.2	Shigeo Shingo.....	14
Figura	3.5.1.1	Herramientas estadísticas.....	22
Figura	3.7.1	Fases de implantación.....	28
Figura	3.7.2	SMED y mejora continúa.....	30
Figura	4.1.1	Producción TOYOTA.....	31
Figura	4.2.1	Posicionamiento del chasis de lavadoras.....	33
Figura	4.3.1	Colocación de interruptores en una prensa.....	34

Índice de Tablas

Tabla	3.7.1	Etapas.....	24
-------	-------	-------------	----

Capítulo 1.- INTRODUCCION

Capítulo 1 Introducción

Manufactura esbelta no es ni más ni menos que crear más valor para los clientes eliminando las actividades que no aporten valor al producto o servicio.

Cualquier actividad que emplee tiempo o recursos y que no añada valor deberá ser tajantemente eliminada. Existen técnicas para identificar estas actividades y cómo tratarlas. Entender estas técnicas y conceptos permite eliminar el gasto y es crítico para implementar la manufactura esbelta.

Muchas empresas se equivocan concentrándose en puntos concretos del sistema, esto sólo lleva a un estado en que reina lo que se define como un "excitante caos", sin alcanzar grandes logros. La identificación de las actividades que no aportan valor es relativamente sencilla; mas interesante es el buscar soluciones en las que se eliminan.

Con la finalidad de facilitar los cambios de herramientas, realizarlos en un menor tiempo, producción con stock mínimo, simplificación del área de trabajo, mayor productividad, mayor flexibilidad y motivación que son los alcances que se requieren en producción, al igual que la reducción de los tiempos muertos de máquinas de operarios, transporte, ajustes, preparación y problemas que comúnmente surgen se creó Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta y como una de sus herramienta básica **SMED** (Single Minute Exchange of Die) conocida también como "Cambio de herramienta en menos de 10 minutos".

De aquí la necesidad de realizar esta investigación, acerca de esta filosofía porque SMED permite, reducir considerablemente los tiempos muertos de las máquinas logrando una mejor producción generando lotes pequeños, pero con mayor variedad de productos, reduce tiempos de entrega, reduce los inventarios y crea empresas mas competitivas, buscando así satisfacer las necesidades de los clientes.

Una revolución en la producción: el sistema smed, Shigeo Shingo, Productivity press, 1900 pp. 8-12

1.2.- Objetivos de la investigación

Conocer la teoría y aplicación de métodos para reducir los tiempos de cambios de herramientas, ajuste y preparación en máquinas y procesos. Aplicación a cambio de productos en líneas de fabricación, aumentando su flexibilidad.

Reducir los tiempos improductivos de máquinas e instalaciones optimizando los cambios, logrando la flexibilización de las series de producción, según la demanda, sin crear Stocks (Son un conjunto de productos en inventario) y reduciendo el "leadTime"(Son los tiempos de entrega) del proceso productivo, dando como resultado: Producir en lote pequeños, reducir inventario, procesar productos con mas alta calidad, reducir los costos, tiempos de entrega mas cortos, mayor competitividad, tiempos de cambios mas fiables, carga mas equilibrada en la producción diaria.

1.3.- Delimitaciones

Esta investigación está enfocada esencialmente en el método de cambio de herramientas en menos de 10 minutos denominado SMED, situado como herramienta de Lean Manufacturing para mejorar los tiempos de preparación, ajuste y cambio de herramientas, ya que al incluir manufactura esbelta o lean manufacturing se tendría que tomar en cuenta un sin fin de métodos, estrategias,

teorías, herramientas y esta tesina se desviaría de su contenido esencial que es SMED.

Otra limitación de esta investigación es el tiempo ya que los resultados y características de esta son a corto plazo.

Capítulo 2.- MARCO TEORICO Y **CONCEPTUALIZACION**

Capítulo 2

Marco teórico y conceptualización

2.1.-¿Qué es la Manufactura Esbelta?

La manufactura esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes expertos del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos.

Manufactura esbelta son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan Valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador.

El sistema de manufactura flexible o manufactura esbelta ha sido definido como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio.
- El respeto por el trabajador: Kaizen.
- La mejora consistente de Productividad y Calidad.

2.2.- Logros y objetivos de manufactura esbelta

Los principales objetivos de la manufactura esbelta es implantar una filosofía de mejora continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Manufactura esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, manufactura esbelta:

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente.
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción.
- Crea sistemas de producción más robustos.
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados.
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad.

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

- Reducción de 50% en costos de producción.
- Reducción de inventarios.
- Reducción del tiempo de entrega (lead time).
- Mejor Calidad.
- Menos mano de obra.
- Mayor eficiencia de equipo.
- Disminución de los desperdicios.

- Sobreproducción.
- Tiempo de espera (los retrasos).
- Transporte.
- El proceso.
- Inventarios.
- Movimientos.
- Mala calidad.

2.3.- Pensamiento esbelto

La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que respecta al personal, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor. Lo que descubrieron los japoneses es, que más que una técnica, se trata de un buen régimen de relaciones humanas.

En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y creatividad del trabajador, a quien se le contrata como si fuera una máquina. Es muy común que, cuando un empleado de los niveles bajos del organigrama se presenta con una idea o propuesta, se le critique e incluso se le calle.

A veces los directores no comprenden que, cada vez que le 'apagan el foquito' a un trabajador, están desperdiciando dinero.

El concepto de manufactura esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La palabra líder es la clave.

En la siguiente figura se muestra el ciclo que sigue lean manufacturing o manufactura esbelta para aportar todos los beneficios que son útiles en una empresa.

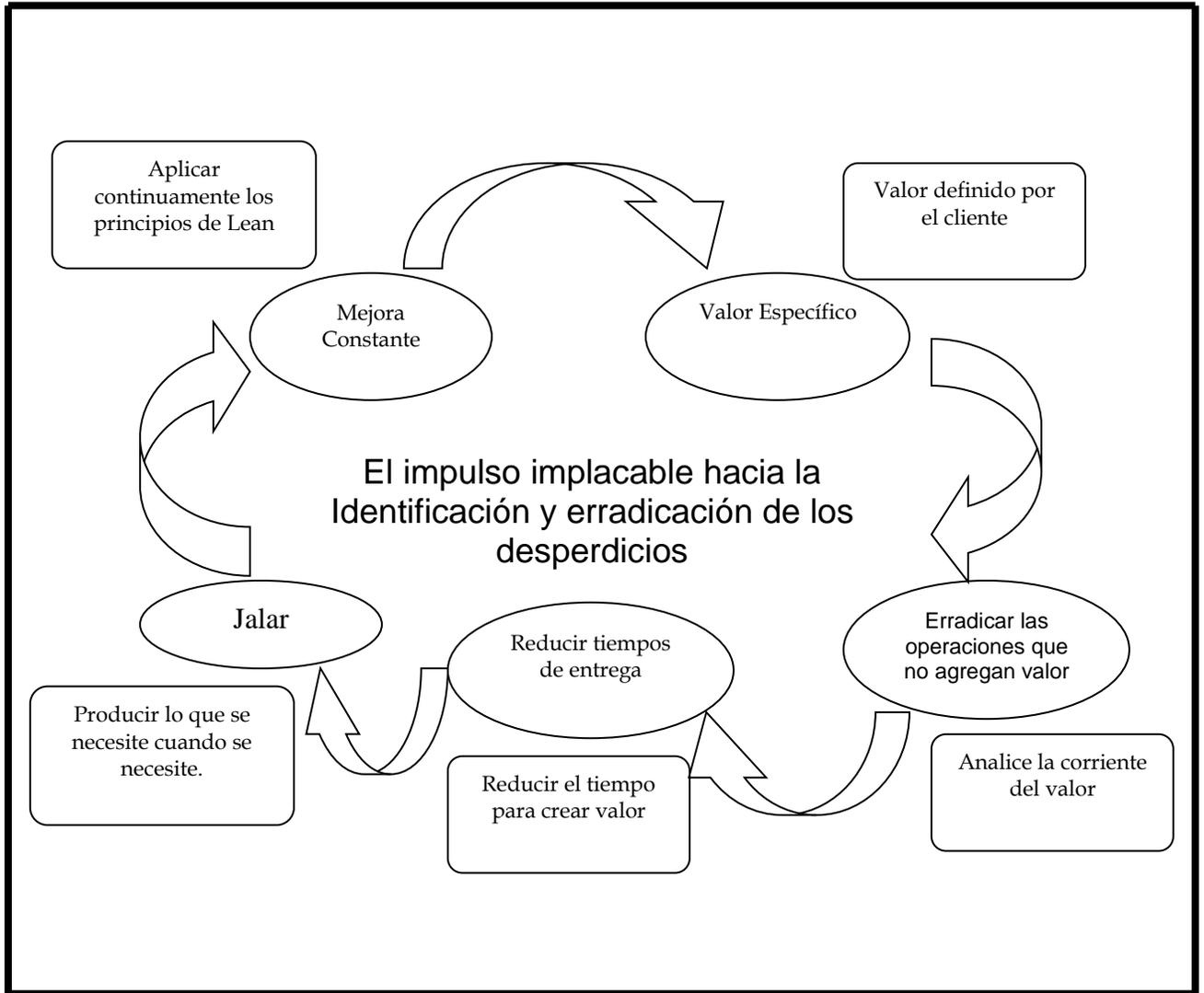


Figura 2.3.1.- Lean manufacturing (Manufactura esbelta)

Tomado de www.trans-group.com/_graphics/lean-manufacturing.gif

2.4.- Los 5 Principios del Pensamiento Esbelto

1. Define el Valor desde el punto de vista del cliente. La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.
2. Identifica tu corriente de Valor. Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.
3. Crea Flujo. Hace que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.
4. Produzca el "Jale" del Cliente. Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.
5. Persiga la perfección. Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.

¹http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/leanmfg/presentesbelta.htm consulta 18 /sep/ 2006

2.5.- Las Herramientas de Manufactura Esbelta

Como resultado de mas de 50 años de estudio de los sistemas de producción, Toyota ha desarrollado una gama de metodologías y herramientas que han sido probadas en todo el mundo por empresas de todos los tamaños y giros, obteniendo mejoras dramáticas en todos sus procesos y reducciones igual de importantes en los costos de producción; Estas metodologías y herramientas se presentan a continuación:

http://www.calidad.org/public/arti2002/1034275591_agustn.htm Autor: Agustín López Díaz

2.5.1.- Las 5'S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente se pone en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena ala cultura occidental, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tienen tendencia a practicar o han practicado las 5'S, aunque no se alla dado cuenta. Las 5'S son:

- Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: Seiri.
- Ordenar: Seiton.
- Limpieza: Seiso.
- Estandarizar: Seiketsu.
- Disciplina: Shitsuke.

2.5.2.- Justo a Tiempo

Justo a Tiempo es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) es decir todo lo que implique sub-utilización en un sistema desde compras hasta producción. Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el Justo a Tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y, finalmente, forzar su eliminación.

La idea básica del Justo a Tiempo es producir un artículo en el momento que es requerido para que este sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura. Dentro del justo a tiempo se recomienda:

2.5.2.1.- Células de manufactura

Es la agrupación de una serie de máquinas distintas con el objeto de simular un flujo de producción.

2.5.2.2.- Kanban

Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. Kanban significa en japonés "etiqueta de instrucción". La etiqueta Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras, es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante que medios, y como transportarlo.

- Eliminación de la sobreproducción.
- Prioridad en la producción, el Kanban con más importancia se pone primero que los demás.
- Se facilita el control del material.

Los tipos de Kanban mas utilizados son:

- Kanban de producción: Contiene la orden de producción.
- Kanban de transporte: Utilizado cuando se traslada un producto.
- Kanban urgente: Emitido en caso de escasez de un componente.
- Kanban de emergencia: Cuando a causa de componentes defectuosos, averías en las máquinas, trabajos especiales o trabajo extraordinario en fin de semana se producen circunstancias insólitas.
- Kanban de proveedor: Se utiliza cuando la distancia de la planta al proveedor es considerable, por lo que el plazo de transporte es un término.

2.5.3.- Control visual

Los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización. Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver. La

estandarización se transforma en gráficos y éstos se convierten en controles visuales. Cuando sucede esto, sólo hay un sitio para cada cosa, y se puede decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente.

2.5.4.- Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye "cero accidentes, cero defectos y cero fallos" en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos.

Es importante definir el concepto de productividad total efectiva de los equipos (PTEE)

La PTEE es una medida de la productividad real de los equipos. Esta medida se obtiene multiplicando los siguientes indicadores:

$$\text{PTEE} = \text{AE} \times \text{OEE}$$

Donde:

AE=Aprovechamiento del equipo

OEE=Efectividad Global del Equipo (Overall Equipment Effectiveness)

2.5.5.- Producción nivelada (Heijunka)

Heijunka, o producción nivelada es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente. La palabra japonesa Heijunka (pronunciado en el kah del junio), significa literalmente "haga llano y nivelado". La demanda del cliente debe cumplirse con la entrega requerida del cliente, pero la demanda del cliente es fluctuante, mientras las fábricas prefieren que ésta esté "nivelada" o estable. Un fabricante necesita nivelar estas demandas de la producción.

2.5.6.- Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke)

El término " Poka Yoke " viene de las palabras japonesas "poka" (error inadvertido) y "yoke" (prevenir). Un dispositivo Poka Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

2.5.7.- Mejora continua (Kaizen)

Proviene de dos ideogramas japoneses: "Kai" que significa cambio y "Zen" que quiere decir para mejorar. Así, se puede decir que "Kaizen" es "cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo" Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario. Su objetivo es incrementar la

productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y de los métodos de trabajo por operación.

2.5.8.- Cambio rápido de herramientas (SMED)

SMED significa "Cambio de modelo en minutos de un sólo dígito", Son teorías y técnicas para realizar las operaciones de cambio de modelo en menos de 10 minutos. El sistema SMED nació por necesidad para lograr la producción Justo a Tiempo. Este sistema fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, posibilitando hacer lotes más pequeños de tamaño. Los procedimientos de cambio de modelo se simplificaron usando los elementos más comunes o similares usados habitualmente.

Field William M. Lean Manufacturing: tools, techniques and how to use them, New York: St Lucie, 2002, pp 85-96

Capítulo 3.- El SISTEMA SMED

Capítulo 3

El Sistema (Single Minute Exchange of Die) SMED

Se ha definido el SMED como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de utillaje en menos de 10 minutos.

“Es importante señalar que puede no ser posible alcanzar el rango de menos de diez minutos para todo tipo de preparaciones de máquinas, pero el SMED reduce dramáticamente los tiempos de cambio y preparación en casi todos los casos. La reducción de los tiempos de estas operaciones beneficia considerablemente a las empresas”. (Ing. Francis Paredes R. Consultor asociado al CDI)

3.2.- Antecedentes de SMED

El sistema SMED nació por la necesidad de lograr la producción JIT (just in time), uno de las piedras angulares del sistema Toyota de fabricación y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño (Esto significa que pueden satisfacer las necesidades de los clientes con productos de alta calidad y bajo costo, con rápidas entregas sin los costos de stocks excesivos).

Partiendo de las ideas y conceptos generados por Shigeo Shingo, las cuales permitieron hacer realidad el “Just in Time” como revolucionario sistema de producción, mediante la reducción a un dígito de minuto del tiempo necesario para cambiar las herramientas o preparar éstas a los efectos del siguiente proceso de producción, se hizo posible reducir a su mínima expresión los niveles de inventario, volviendo más flexibles los procesos productivos, reduciendo enormemente los costos e incrementando los niveles de productividad.

Ahora era menester; partiendo de tal filosofía y, haciendo uso tanto de herramientas estadísticas, métodos de análisis e investigación, sistemas para la resolución de problemas y, la creatividad aplicada; generar un sistema más amplio que no sólo tuviera en consideración los procesos productivos de bienes correspondientes a diversas actividades, sino también los tiempos de preparación y cambio de herramientas vinculados a las actividades de servicios.

Esta nueva óptica o forma de ver los procedimientos parte de la necesidad imperiosa de no amoldarse sólo a los procesos tradicionales objetos de análisis por parte de Shingo, los cuales estuvieron por sobre todas las cosas vinculadas a labores y actividades metal-mecánicas, dado su especial interés en principio en la producción automotriz (*Sistema de Producción Toyota / "Just in Time*).

<http://www.ilustrados.com/publicaciones/#superior> autor: Mauricio Lefcovich consultado sep/2006

3.3.- SMED como herramienta para reducir los tiempos de preparación.

Cuando de cambio de herramientas o tiempos de preparación se trata, no sólo cuenta el efecto que ello tiene en los costos vinculados con dichas tareas específicas, los tiempos muertos de producción, el tamaño de los lotes, los excesos de inventarios de productos en procesos y productos terminados, los plazos de entrega y tiempo del ciclo, sino también el prestar mejores servicios, aumentar la cantidad de operaciones y mejorar la utilización de la capacidad productiva.

Tanto si se trata de mejorar los tiempos de preparación de un avión en las escalas técnicas o entre un vuelo y otro, cómo en el caso de los tiempos de preparación y acondicionamiento de un quirófano entre una cirugía y la siguiente, el tiempo es una variable esencial, la cual debe ser gestionada con suma atención dada la fundamental trascendencia que ella tiene tanto para la satisfacción de los clientes / consumidores, como en la rentabilidad del negocio.

En contra de los pensamientos tradicionales el Ingeniero japonés Shigeo Shingo señaló que tradicional y erróneamente, las políticas de las empresas en cambios de herramientas, se han dirigido hacia la mejora de la habilidad de los operarios y pocos han llevado a cabo estrategias de mejora del propio método de cambio.

El éxito de este sistema comenzó en Toyota, consiguiendo una reducción del tiempo de cambios de matrices de un periodo de una hora y cuarenta minutos a tres minutos.

Su necesidad surge cuando el mercado demanda una mayor variedad de producto y los lotes de fabricación deben ser menores; en este caso para mantener un nivel adecuado de competitividad, o se disminuye el tiempo de cambio o se siguen haciendo lotes grandes y se aumenta el tamaño de los almacenes de producto terminado, con el consiguiente incremento de los costos. Esta técnica está ampliamente validada y su implantación es rápida y altamente efectiva en la mayor parte de las máquinas e instalaciones industriales.

En el pasado, muchas empresas lograron vivir por décadas fabricando siempre el mismo artículo, en el mercado actual, hoy por hoy, demanda productos con un nivel de complejidad cada vez mayor, y se ve caracterizado por lotes pequeños de producción, menor tiempo de respuesta y reducción de costos.

Es aquí donde SMED juega un papel muy importante, ya que permite hacer ajustes y cambios de herramientas en tiempos que en el pasado se antojaban imposibles.

Los clientes tienden a hacer sus pedidos ya no en grandes cantidades de una misma parte, sino con variedad y diversidad. Asimismo, el tiempo total desde la confirmación del pedido hasta su entrega debe ser cada vez más corto.

En cuestión de costos, los productores no pueden reducir sus precios bajo un esquema de guerra de precios sin afectar o poner en riesgo la estabilidad del negocio. Por el contrario, se debe ofrecer una disminución de precios con base en las reducciones en los costos de operación, sin alterar el equilibrio y el retorno de la inversión, peso por peso, de la compañía. Esto implica trabajar con mayor productividad y fabricar productos al nivel más económico posible, sin afectar las especificaciones ni estándares de diseño y producción.

Ahora bien, partiendo de que la flexibilidad de operación depende, en gran medida, de la capacidad que tiene el sistema de producir, de una manera ágil y económica, productos y servicios en el menor tiempo de respuesta posible, existen tres alternativas para lograrlo: Cantidad económica a manufacturar, lote económico y SMED.

En la primera de ellas, para que el costo de producción disminuya, se debe elaborar una gran cantidad de productos durante cada cambio de trabajo. En el caso de la técnica del lote económico, es necesario determinar el punto de equilibrio “económico” entre una corrida larga de producción y los costos asociados, como el costo total de inventario y el costo total de set up.

La tercera y última alternativa, denominada SMED, reduce drásticamente el tiempo total de set up, por lo que, el costo asociado al cambio de trabajo se vuelve mínimo. Bajo esta perspectiva, podemos concluir que mientras el costo de preparación sea más bajo (tendiente a cero), la implicación de cambios de trabajo no tendrá impacto en el sistema de operación; es por ello que al SMED se le considera un factor de esencial competencia.

Shingo, Shigeo, *The SMED system I: Theory and conceptual stages*, Japan: Cambridge, MA and Norwalk, CT, 1987, Pag. (4,8-9).

3.4.- Las condiciones para implementar SMED

Existe una serie de condiciones fundamentales a los efectos de poder disminuir los tiempos de preparación, siendo ellas las siguientes:

1. Tomar conciencia de la importancia que tiene para la empresa y sus actividades la disminución de los tiempos de preparación.
2. Hacer tomar conciencia de la problemática a los empleados, y prepararlos mediante la capacitación y el entrenamiento a los efectos de incrementar la productividad y reducir los costos mediante la reducción en los tiempos de preparación.
3. Hacer un cambio de paradigmas, terminando con las creencias acerca de la imposibilidad de disminuir radicalmente los tiempos de preparación.
4. Cambiar la manera de pensar de los directivos y profesionales acerca de las técnicas y medios para el análisis y mejora de los procedimientos. Se debe dejar de estar pendiente de métodos ya construidos, para pasar a crear sus propios métodos. Cada actividad, cada máquina, cada instrumento, tienen sus propias y especiales características que las hacen únicas y diferentes, razón por la cual sólo se puede contar con un esquema general y una capacidad de creatividad aplicada a los efectos de dar o encontrar solución a los problemas atinentes a la reducción en los tiempos de preparación.

Dar importancia clave a la reducción de los tiempos, tanto de preparación, cómo de proceso global de la operación productiva, dado sus notorios efectos sobre la productividad, costos, cumplimiento de plazos y niveles de satisfacción. Por ésta razón se constituye su tratamiento en una cuestión de carácter estratégico.

3.5.- Cambio de utillaje o herramienta en una máquina

Es el conjunto de operaciones que se desarrollan por los operadores desde que se detiene la máquina para proceder al cambio de lote hasta que la máquina empieza a fabricar la primera unidad del siguiente producto en las condiciones especificadas de tiempo y calidad. El intervalo de tiempo correspondiente es el tiempo de cambio.

La misma gente que realiza el trabajo y los operadores que por vez primera se ven involucrados en el proceso son los que en realidad encuentran soluciones simples, lógicas y alcanzables para reducir el tiempo de paro en los equipos. Se buscan las oportunidades y se aplican remedios, generalmente de bajo costo, que contribuyen a abreviar el proceso.

http://www.manufacturaweb.com/nivel2.asp?pge=9&cve=81_26 Por: Juvencio Roldán Rivas consultado Sep/2006

Un aspecto muy importante en esta reducción de tiempos es nunca sacrificar la seguridad personal de los trabajadores, la seguridad de funcionamiento de la máquina ni la calidad del producto.

También se vuelve indispensable asegurar que todas las personas que han de participar en el set up, y que por cierto deben incluir al menos un operador del equipo, reciban toda la información y entrenamiento necesarios.

Los casos se repiten una y otra vez, por lo tanto, es vital hacer énfasis en la importancia de permanecer competitivos. El increíble poder de estas herramientas está a nuestro alcance.

3.5.1.- Aplicación de SMED

Esta técnica permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de utillaje necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro. Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

- Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo.
- Reducir el tamaño del inventario.
- Reducir el tamaño de los lotes de producción.
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

Esta mejora en el acortamiento del tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que no tan sólo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda. Al permitir la reducción en el tamaño de lote colabora en la calidad ya que al no existir stocks innecesarios no se pueden ocultar los problemas de fabricación.

Algunos de los tiempos que tenemos que eliminar aparecen como despilfarros habitualmente de la siguiente forma:

- Los productos terminados se trasladan al almacén con la máquina parada.
- El siguiente lote de materia prima se trae del almacén con la máquina parada.
- Las cuchillas, moldes, matrices, no están en condiciones de funcionamiento.
- Algunas partes que no se necesitan se llevan cuando la máquina todavía no está funcionando.
- Faltan tornillos y algunas herramientas no aparecen cuando se necesitan durante el cambio.
- El número de ajustes es muy elevado y no existe un criterio en su definición.

El SMED, asociado al proceso de mejora continua, va a tratar de eliminar todos estos desperdicios.

Herramientas a utilizar en SMED.

El secreto no pasa por las herramientas, sino por la manera en que éstas son utilizadas e interrelacionadas entre sí a los efectos de lograr los resultados.

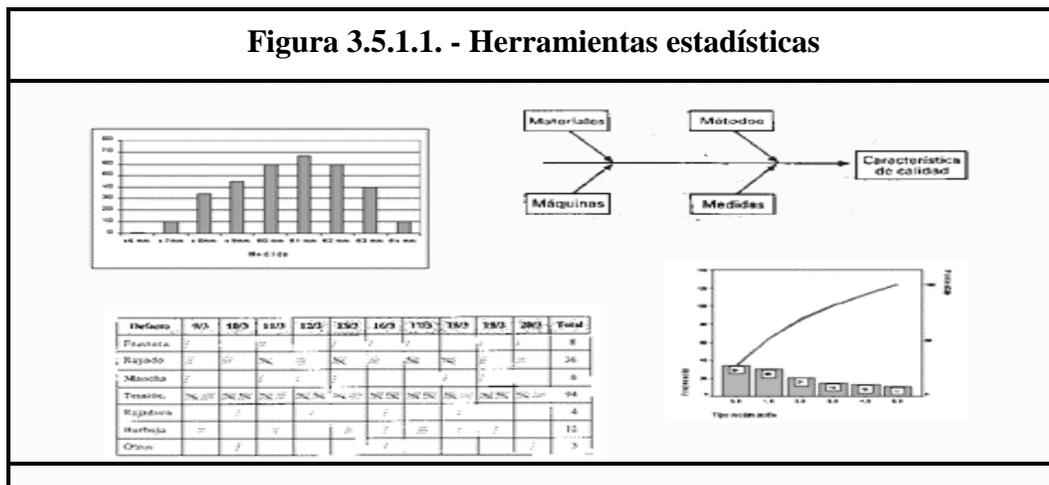
Además, son necesarias tanto disponer de aptitud y actitud para realizar la tarea, aparte de disciplina se debe tener capacidad de observación y análisis, creatividad y voluntad de cambio. Las herramientas son:

- **Utilización de cronómetro:** Medir el tiempo en sus fracciones mas pequeñas
- **Gráfica de Gantt:** Esta gráfica sirve para la planificación y control de una serie de actividades descritas para un período determinado.
- **Cursograma / fluxograma:** Gráfica que muestra el flujo y número de operaciones secuenciales de un proceso o procedimiento para generar un bien o un servicio.
- **Planilla de relevamiento:** Encuesta o formulario de liberación de la carga de trabajo de un proceso.
- **Planilla de análisis y mejora:** Encuesta o formulario de eventos en un proceso para el análisis y mejora del mismo.
- **Diagrama de Pareto:** Herramienta gráfica en la cual se representa la frecuencia para un conjunto de causas ordenadas desde la más significativa hasta la menos significativa.
- **Camino Crítico:** Es una secuencia de actividades conectadas, que conduce del principio del proyecto al final del mismo, por lo que aquel camino que requiera el mayor trabajo, es decir, el camino más largo dentro de la red, viene siendo la ruta crítica o el camino crítico de la red del proyecto.
- **Control Estadístico de Procesos (SPC):** Es un conjunto de herramientas estadísticas que permiten recopilar, estudiar y analizar la información de procesos repetitivos para poder tomar decisiones encaminadas a la mejora de los mismos.
- **Histogramas:** Es una representación gráfica de una variable frente a otra, en forma de barras, donde la altura o eje vertical es proporcional a los valores

producidos, y la anchura o eje horizontal a los intervalos o valores de la clasificación.

- **Medias – Modas – Medianas:** Son las medidas de tendencia central más usuales a) media aritmética (\bar{x}), el valor medio. b) mediana, el valor central. c) moda, el valor más frecuente.
- **Diagrama de Ishikawa: Técnica de análisis de causa y efectos para la solución de problemas, relaciona un efecto con las posibles causas que lo provocan.**
- **Análisis Inverso:** Metodología o herramienta de gestión que partiendo del resultado u objetivo al cual se quiere llegar, procede a analizar cuales son los factores o causas de las cuales depende dicho resultado,
- **Diagrama del Proceso de Operación:** Diagramas que emplean símbolos gráficos para representar los pasos o etapas de un proceso. También permiten describir la secuencia de los distintos pasos o etapas y su interacción.
- **Benchmarking:** Se define como el proceso continuo de mejora de productos, servicios y métodos con respecto al competidor más fuerte o aquellas compañías consideradas líderes.

Cómo se dijo al principio, no hay secretos, el único secreto está en la manera de combinar los componentes para lograr los objetivos.



<http://www.ilustrados.com/publicaciones/#superior> autor: Mauricio Lefcovich consultado sep/2006

3.6.- Funcionamiento de SMED

Para entender la importancia de esta técnica con un ejemplo sencillo podemos plantearnos que, en nuestro caso y como conductores, cambiar una rueda de nuestro vehículo en 15 minutos es aceptable, sin embargo, la elevada competencia y la continua pugna por el ahorro de tiempos ha llevado a los preparadores de Fórmula uno a hacer ese cambio en siete segundos.

Como caso genérico partiremos de la base de que con esta técnica puede reducirse el tiempo de cambio un 50% sin inversiones importantes.

Para ello Shigeo Shingo en 1950 descubrió que había dos tipos de operaciones al estudiar el tiempo de cambio en una prensa de 800 tns:

- Operaciones Internas: aquellas que deben realizarse con la máquina parada.
- Operaciones Externas: pueden realizarse con la máquina en marcha.

El objetivo es analizar todas estas operaciones, clasificarlas, y ver la forma de pasar operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible.

Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas. El objetivo es estandarizar las operaciones de modo que con la menor cantidad de movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios, de tal forma que se vaya perfeccionando el método y forme parte del proceso de mejora continua de la empresa.

Shigeo, Shingo, El Sistema de Producción TOYOTA desde el punto de vista de la ingeniería, 3rd Edition, Productivity Press, Madrid 1989 (90-107)

La aplicación de sistemas de cambio rápido de herramienta se convierte en una técnica de carácter obligado en aquellas empresas que fabriquen series cortas y con gran diversidad de referencias. Tradicionalmente el tamaño de los lotes ha sido el siguiente:

- Lote pequeño: 500 piezas o menos.
- Lote medio: 501-5000 piezas.
- Lote grande: Más de 5000 piezas.

Actualmente se exigen lotes pequeños y la frecuencia de entregas es menor. En ocasiones se produce en exceso para evitar defectuosos, aumentando los inventarios.

3.7.- Metodología de aplicación de SMED

Etapas conceptuales

La implantación del proyecto SMED consta de cuatro etapas.

Tabla 3.7.1. - Etapas

<u>ETAPAS</u>	<u>ACTUACIÓN</u>
1.-Etapas preliminar	Estudio de la operación de cambio
2.-Primera etapa	Separar tareas internas y externas
3.-Segunda etapa	Convertir tareas internas en externas
4.-Tercera etapa	Perfeccionar las tareas internas y externas

Shigeo, Shingo, El Sistema de Producción TOYOTA desde el punto de vista de la ingeniería, 3rd Edición, Productivity Press, Madrid 1989 (90-107)

1.- Etapa preliminar

Lo que no se conoce no se puede mejorar, si puede filmar el procedimiento hágalo, y se dará cuenta del sinnúmero de movimientos inútiles, paseos, distracciones, etcétera, en que incurren los operarios.

Pueden tomar hasta 40 minutos buscando por toda la planta una llave Allen, otro tanto localizando los tornillos en el almacén o hasta un troquel en los racks, afilando las piezas necesarias o llenando formatos de calidad y producción. Todo esto mientras el equipo permanece detenido esperando a que el operador se decida a empezar el desmontaje de las herramientas usadas por el artículo anterior y el acoplamiento de las que se necesitan para el que viene. Por ello en esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:

- Registrar los tiempos de cambio:
 - Conocer la media y la variabilidad.
 - Escribir las causas de la variabilidad y estudiarlas.
- Estudiar las condiciones actuales del cambio:
 - Análisis con cronómetro.
 - Entrevistas con operarios (y con el preparador).
 - Grabar en vídeo.
 - Mostrarlo después a los trabajadores.
 - Sacar fotografías.

Esta etapa es más útil de lo que se cree, y el tiempo que invirtamos en su estudio puede evitar posteriores modificaciones del método al no haber descrito la dinámica de cambio inicial de forma correcta.

2.- Primera etapa: Separar las tareas internas y externas

En esta fase. Primero será necesario realizar un listado de las actividades secuenciales realizadas durante el set up, para poder identificar cuáles son internas (realizadas durante un paro de máquina) y externas (ejecutadas durante la operación normal de la máquina). Se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina de trabajo:

- Se sabe que la preparación de las herramientas, piezas y útiles no debe hacerse con la máquina parada, pero se hace.
- Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas.

Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc. A partir de esa lista realizaremos una comprobación para asegurarnos de que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.

3.- Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas

La idea es que al tiempo en el cual el sistema no está produciendo, es decir, no agrega valor, se le considera como desperdicio; por lo tanto, se requiere de su eliminación. En esta etapa es necesario hacer una revisión minuciosa de las actividades internas, para poder hacer la conversión pertinente y así ganar más tiempo productivo, es decir, hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc., fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

- Reevaluar para ver si alguno de los pasos está erróneamente considerado como interno.
- Prerreglaje de herramientas.

- **Eliminación de ajustes:** las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda un tiempo en poner a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida.

Los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones (además se emplea una cantidad extra de material).

Partiremos de la base de que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios estándar.

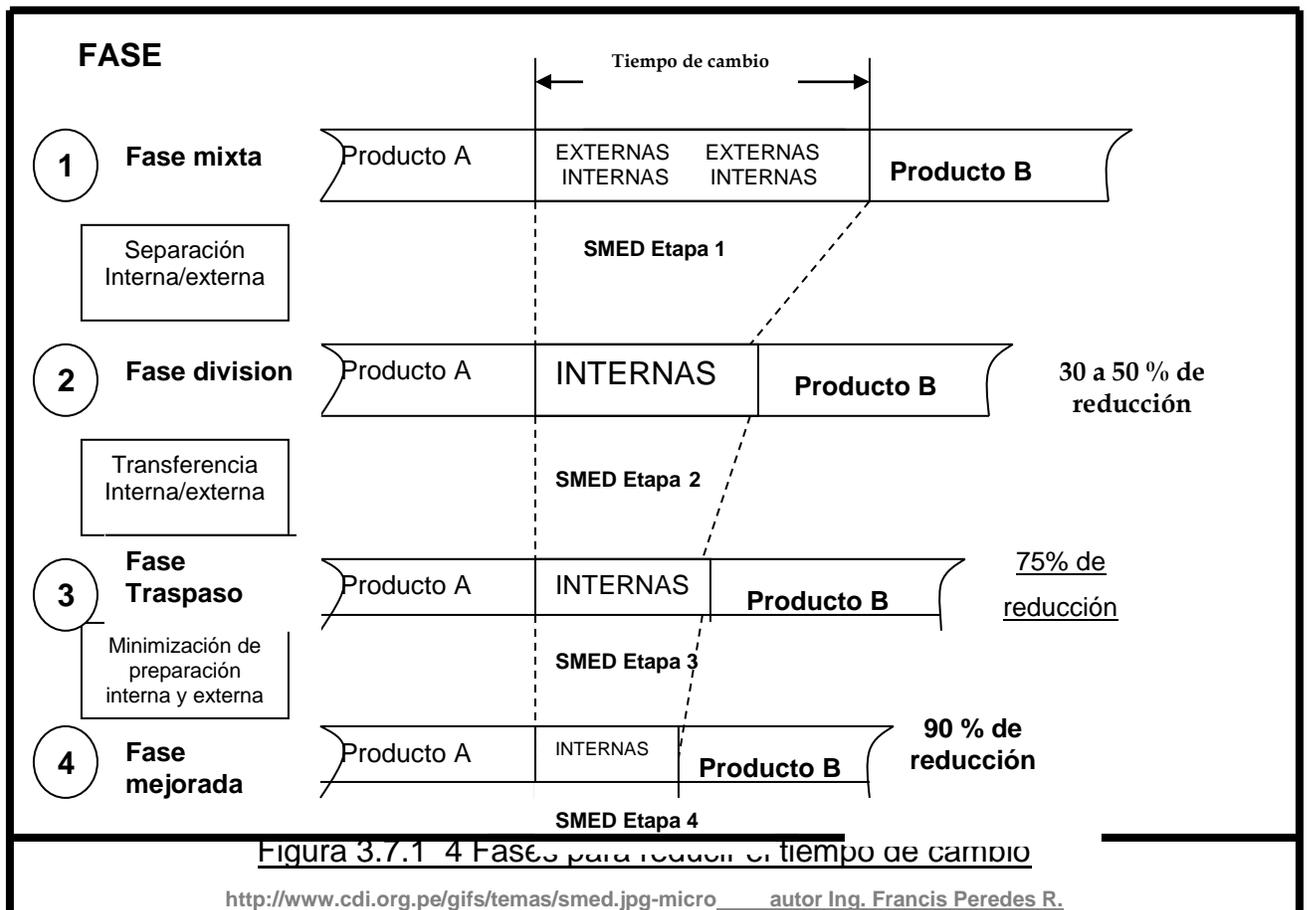
4.- Tercera etapa: perfeccionar las tareas internas y externas

El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).

La optimización de las operaciones internas y externas restantes, aun las reducciones obtenidas en las etapas previas pueden ser mejoradas. Esta labor es de alto nivel de detalle y, aunque también requiere de mucha imaginación y del diseño de dispositivos y elementos de sujeción novedosos. De hecho, la mayor

parte de los equipos con los que se logra esta mejora se encuentran estandarizados en el mercado.

En este paso, las mínimas actividades internas que quedan pueden ser aminoradas y las demás, aunque sean externas, también pueden mejorar.



El SMED cambia el supuesto de que los cambios de útiles / preparaciones requieren mucho tiempo. El concepto consiste en conocer las actividades de “Set-up” interno y Set-up” Externo. Cuando los cambios de útiles pueden hacerse rápidamente, se hacen si es necesario. Esto significa que las empresas pueden producir en pequeños lotes, lo que tiene muchas ventajas:

Flexibilidad: las empresas pueden satisfacer cambiantes demandas de clientes sin necesidad de mantener grandes stocks.

Entregas rápidas: la producción en pequeños lotes significa plazos de fabricación más cortos, y menos tiempo de espera para los clientes.

Productividad más elevada: tiempos de preparación y cambios de útiles más cortos reducen los tiempos de parada de los equipos, lo que eleva las tasas de productividad.

<http://www.cdi.org.pe/gifs/temas/smed.jpg-micro> autor Ing. Francis Peredes R.

Algunas de las acciones encaminadas a la mejora de las operaciones internas más utilizadas por el sistema SMED son:

- Implementación de operaciones en paralelo:

Estas operaciones que necesitan más de un operario ayudan mucho a acelerar algunos trabajos. Con dos personas una operación que llevaba doce minutos no será completada en seis, sino quizás en cuatro, gracias a los ahorros de movimiento que se obtienen. El tema más importante al realizar operaciones en paralelo es la seguridad

- Utilización de anclajes funcionales:

Son dispositivos de sujeción que sirven para mantener objetos fijos en un sitio con un esfuerzo mínimo.

Todas estas etapas culminan en la elaboración de un procedimiento de cambio que pasa a formar parte de la dinámica de trabajo en mejora continua de la empresa y que opera de acuerdo al siguiente esquema iterativo de trabajo:

1. Elegir la instalación sobre la que actuar.
2. Crear un equipo de trabajo (operarios, jefes de sección, otros).
3. Analizar el modo actual de cambio de herramienta. Filmar un cambio.
4. Reunión del equipo de trabajo para analizar en detalle el cambio actual.

5. Reunión del equipo de trabajo para determinar mejoras en el cambio:

- Clasificar y transformar operaciones Internas en Externas.
- Evitar desplazamientos, esperas y búsquedas, situando todo lo necesario al lado de máquina.
- Secuenciar adecuadamente las operaciones de cambio.
- Facilitar útiles y herramientas que faciliten el cambio.
- Secuenciar mejor las órdenes de producción.
- Definir operaciones en paralelo.
- Simplificar al máximo los ajustes.

6. Definir un nuevo modo de cambio.

7. Probar y filmar el nuevo modo de cambio.

8. Afinar la definición del cambio rápido, convertir en procedimiento.

9. Extender al resto de máquinas del mismo tipo.

(Los pasos 7 a 9 son recursivos. El tiempo de cambio se puede ir acortando por fases).

Tiempos y Tareas. Cardiel Mateos. Limusa. 1974.

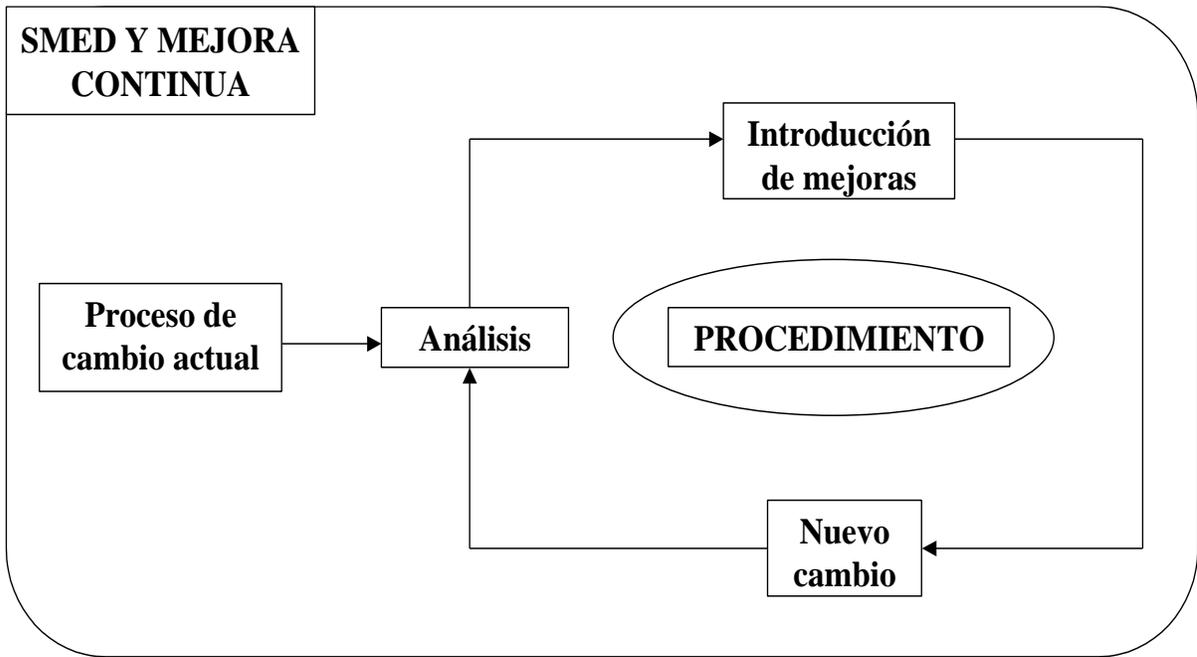


Figura 3.7.2.- SMED Y MEJORA CONTINUA

Capítulo 4.- CASOS PRACTICOS

Capítulo 4

Caso 1: En prensas

A modo de ejemplo, se desglosan a continuación un conjunto de reglas aplicables a prensas para lograr disminuir los tiempos de cambio, siendo extrapolables a otro tipo de máquinas con sus peculiaridades:

- Situar a pié de máquina el nuevo utillaje y sus herramientas mientras la prensa está todavía operando el lote anterior (pasar operaciones internas a externas).



Figura 4.1.1.- Prod.Toyota

- El operario deja el utillaje usado a pié de máquina cuando hace el cambio y comienza a trabajar con el nuevo lote; otra persona se encargará de evacuarlo a su almacén mientras la prensa está operando (pasar operaciones internas a externas).
- Dotar a las máquinas de bobina de doble alimentador, de tal manera que se pueda colocar una segunda bobina mientras la primera está en operación (es una inversión que permite flexibilizar el sistema productivo).
- En algún caso, dotar a las prensas de una mesa de rodillos para la entrada de molde y de otra para la salida. De esta forma, el molde entrante se sitúa en la mesa de entrada y cuando se hace el cambio, el molde saliente se empuja hasta la mesa de salida y el entrante se empuja hasta el interior de la máquina (es una inversión que permite flexibilizar el sistema productivo).
- Planificación de los cambios, de tal manera que, al principio del turno, se sepa a que hora será necesario realizar qué cambio en qué máquina. De esta forma se dispone de un margen amplio de tiempo para colocar antes del cambio el molde a pié de máquina. Si a las 6:00 se sabe que tal máquina requiere un cambio a tal

- molde a las 8:30, se dispone de dos horas y media para en cualquier momento dejar todo disponible (esta es una mejora en método).
- Entrenar a los operarios en una correcta ejecución del cambio y realizar un seguimiento exhaustivo del tiempo que se tarda en hacerlo, de tal forma que, fijado un objetivo coherente, este se cumpla y mantenga a lo largo del tiempo (es una mejora de método).
- Modificar los moldes para conseguir eliminar operaciones de ajuste (esta es una inversión algo más cara, que antes de lanzar se debería evaluar).

Shingo, Shigeo, The SMED system I: Theory and conceptual stages, Japan: Cambridge, MA and Norwalk, CT, 1987, Pag. 20.

4.2.- Caso 2: Posicionamiento del chasis de lavadoras.

En el proceso de ensamblado automático de lavadoras se instalaban toques de posicionado en el palet sobre el que se iban colocando las lavadoras, toques que había que cambiar siempre que variaba el modelo de lavadora (existían cuatro modelos distintos) la operación se modificó colocando en las esquinas del palet cuatro toques al que se hacía girar automáticamente antes de iniciar el montaje (ver Figura 4.2.1). Debido a que la anchura y profundidad eran diferentes en cada modelo, los toques giratorios se construyeron con las muescas correspondientes a estas diferencias. Los toques podían ser rotados fácilmente hasta la posición correcta. Esta modificación convirtió la preparación en algo sencillo, eliminando la necesidad del trabajo humano. Se adoptó la producción de pequeños lotes, sin que aparecieran problemas por el mayor número de preparaciones necesarias.

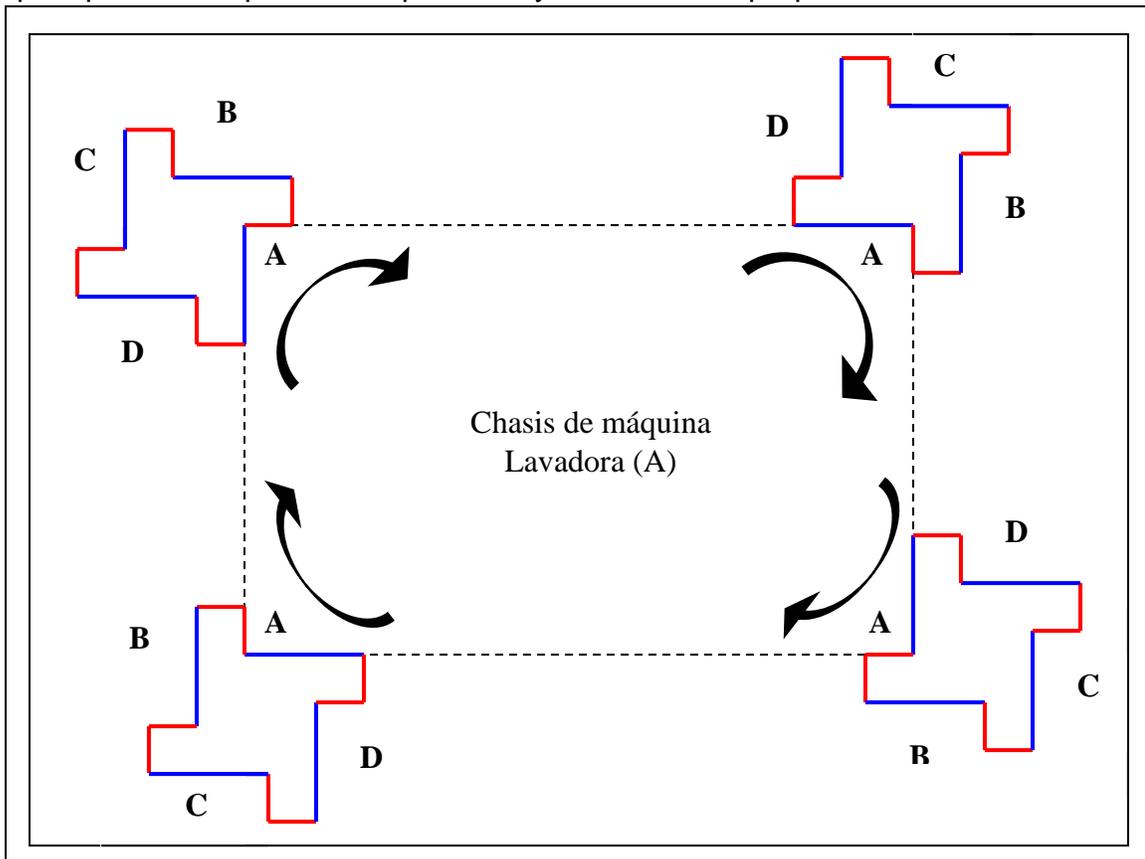
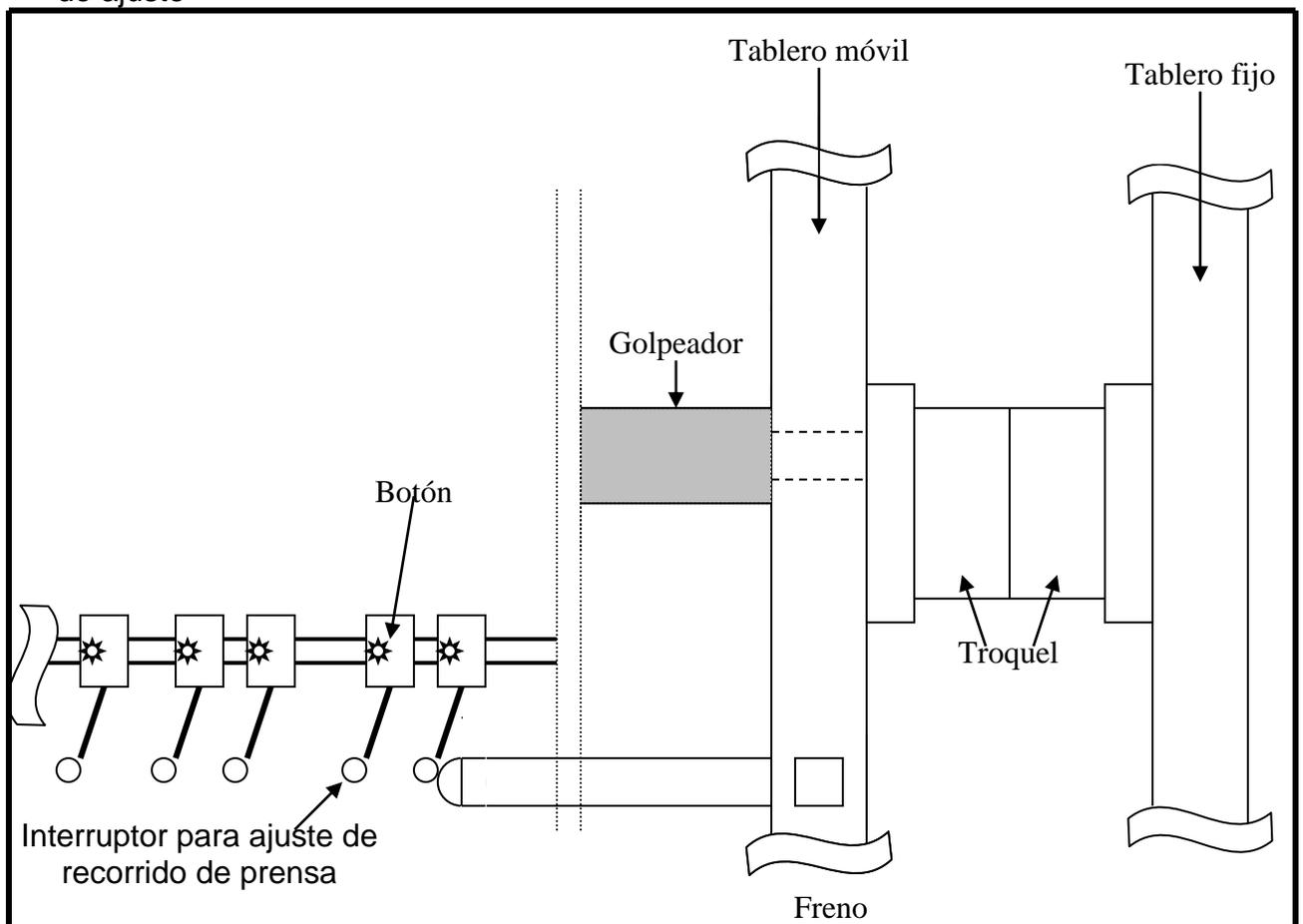


Figura 4.2.1.- Posicionamiento del chasis de las lavadoras.

4.3.- Caso 3: Colocación de interruptores.

Una máquina moldeadora requería diferentes recorridos de prensa, según el troquel utilizado, para cada uno de los cinco modelos de productos fabricados. El cambio de posición de un interruptor era el que marcaba la longitud del recorrido, por lo era necesario ajustarlo hasta encontrar la posición correcta. Esta labor de ajuste era siempre una operación necesaria. En este caso, se instalaron cinco interruptores en lugar de uno solo para las cinco posiciones, haciendo además que con una sola pulsación de corriente eléctrica circulase hasta el interruptor necesario en cada momento. Con ello se eliminó completamente la necesidad de ajuste (ver Figura 4.3.1). (Monden, 1987, pág. 88)

Figura 4.3.1.- La colocación de interruptores en una prensa elimina la necesidad de ajuste



Capítulo 5.- COMENTARIOS Y **CONCLUSIONES**

Capítulo 5

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

5.1.- Resultados y objetivos

En la metodología tradicional de trabajo para la aplicación del SMED se crean grupos de trabajo con el personal implicado en el manejo de las máquinas y en su cambio de utillaje y se les plantea unas reuniones de trabajo en las se van definiendo las mejoras a implantar en el modo de cambio. De esta forma, se plantea a los trabajadores el desafío de lograr una fuerte reducción del tiempo de cambio, y a medida que estos trabajadores van colaborando, hacen suyas las propuestas y los logros, por lo que en su momento son quienes mejor defienden el nuevo modo de trabajo. Esto implica la dedicación en horas de reuniones dedicadas al efecto y a la formación de los operarios.

Es de fundamental importancia que en el proceso de mejora continua se considere la opinión de los técnicos involucrados en estas operaciones, quienes pueden hacer aportaciones magníficas y se rompe a la vez la resistencia al cambio, la cual se genera siempre que se pretende alcanzar dicha iniciativa. Es muy conveniente que los trabajadores sean reunidos en sesiones de trabajo parecidas a los círculos de calidad y que no se les impongan las soluciones, sino que se sientan partícipes de éstas.

Como se ha comentado, es importante orientar el proyecto SMED hacia la Mejora Continua. En ese sentido, hay que destacar que gran parte del potencial de mejora de esta técnica está asociado a la Planificación, puesto que gran parte del tiempo se pierde pensando en lo que hay que hacer después o esperando a que la máquina se detenga.

La utilización de la metodología SMED y la implantación de las propuestas generadas por ésta han traído grandes recompensas a muchas empresas, las cuales deben ser traducidas a valores económicos de costos y beneficios. Entre los más importantes es posible destacar:

Reducción de tiempo ocioso de los equipos. Considerarlo en una base de costos anuales a través de su vida útil, contemplando también la posible obsolescencia de éste en el largo plazo. Regularmente se tienen estadísticas del costo por minuto por máquina parada.

Disminución de costos de mantenimiento de inventarios en proceso, los cuales se considera (en muchos casos) que llegan a ser hasta de 30% en comparación con los de operación. Esto se da al facilitar la posibilidad de fabricar lotes más pequeños de partes.

Aminoración de costos de calidad. Al producir lotes grandes y acumularse en inventario durante mucho tiempo se ocultan algunas series defectuosas, las cuales se detectan hasta después de muchas semanas de darse la falla en el proceso.

Baja en los tiempos de entrega de partes, con el consecuente incremento en el grado de satisfacción de los clientes. Aspecto difícil de evaluar y que puede medirse a través de la reducción de cancelación de pedidos.

Aumento en la capacidad de diversificar la oferta de productos, lo cual implica vender más.

Es claro que en la primera y tercera etapas en las que la inversión es mínima, el rendimiento de la misma es más alto en términos relativos. Sin embargo, en condiciones absolutas, aunque la inversión en la segunda etapa es mayor, el impacto es más alto.

De acuerdo con testimonios recolectados entre directores de empresas de autopartes que han utilizado esta metodología, se pueden obtener reducciones de 15 a 40% de los costos operativos en una empresa manufacturera, dependiendo del grado de avance que ya se tenga en ésta.

Planificar las siguientes tareas reduce el tiempo de cambio y supone un punto de partida importante:

- El orden de las operaciones.
- Cuando tienen lugar los cambios.
- Que herramientas y equipamiento es necesario.
- Que personas intervendrán.
- Los materiales de inspección necesarios.

El objetivo es transformar en un evento sistemático el proceso, no dejando nada al azar, y facilitando que cualquier operario pueda realizar un cambio en ausencia del preparador especialista.

Una vez establecidas ciertas reglas de cambio rápido a aplicar, es cuando se debe formar un equipo piloto para trabajar en el desarrollo específico del nuevo modo de trabajo, determinando y concretando la forma en que la empresa deberá hacer el cambio rápido de utillaje. Una regla clara a aplicar es la de realizar análisis puntuales y luego extenderlo al resto de las máquinas.

Los ingredientes vitales para que la técnica SMED logre ser exitosa son el apoyo de la dirección en el proyecto; la capacitación al personal, para que todos conozcan la técnica y aporten ideas, y el trabajo en equipo, para lograr armonía y alineación de objetivos de todas las áreas, para lograr la reducción de tiempos muertos.

5.2.- Efectos del SMED Cambios más sencillo.

- Producción con stock mínimo.
- Simplificación del área de trabajo.
- Mayor productividad.
- Mayor flexibilidad.
- Motivación: todo el mundo se siente tremendamente motivado al compartir el sentimiento de logro y de éxito.

Cambio más sencillo

- Nueva operativa del cambio más sencilla.
- Necesidad de operarios menos calificados.
- Se evitan situaciones de riesgo.
- Mayor seguridad.
- Se eliminan errores en el proceso.
- Mayor calidad.

Producción con stock mínimo

- Lotes más pequeños.
- Menor inventario en proceso.

Simplificación del área de trabajo

- Codificación de utillajes.
- Limpieza.

Productividad y flexibilidad

La productividad busca que de 8 horas de trabajo (6 de trabajo y 2 de cambio):

- se pase a 7 horas de trabajo y 1 de cambio.
- se pase a 7 y media de trabajo y media de cambio.

La flexibilidad busca que de 8 horas de trabajo (6 de trabajo y 2 de cambio):

- se pase a 6 horas de trabajo y dos cambios de 1 hora.
- se pase a 6 horas de trabajo y cuatro cambios de media hora.

Conclusiones

Esta metodología denominada *SMED* (Single Minute Exchange of Die) permite encarar en todo tipo de actividades la reducción sistemática de los tiempos insumidos ya no sólo en la preparación o cambio de herramientas, sino en todo el proceso productivo, sea este de bienes o de servicios. Menores tiempos implica aumentos en la productividad laboral, menos tiempos muertos, mejoras de costos y un mayor flujo de fondos generados por una mayor rotación de activos.

Nunca como en estos tiempos de máxima competitividad ha sido y será necesario un uso eficaz del tiempo, y una forma de gestionarlo es mejorando las actividades y procesos manufactureros y de servicios. Sólo podrán seguir siendo competitivas aquellas empresas que se concienticen acerca de la eliminación sistemática de desperdicios, entre los cuales se encuentra los tiempos muertos o de espera.

La pretensión de ésta metodología es en primer lugar no limitarse a ver el problema y sus soluciones sólo desde el punto de vista de Shigeo Shingo. Segundo, hacer uso de las herramientas de gestión y otros instrumentos ya en uso en temas de reducción de costos y calidad. En tercer término, dejar en claro que la creatividad es un componente fundamental, pues las actividades son innumerables, y no existe libro que pueda tratar todas ellas, además de que los cambios tecnológicos van alterando las posibles soluciones. En cuarto lugar se quiere dejar bien en claro la fundamental y crítica importancia que tiene la administración del tiempo en los procesos productivos, trátense ellos de bienes o de servicios.

Está el esquema, las herramientas existen, sólo es necesario mejorar la calidad de observación y liberar el espíritu creativo a los efectos de reducir los tiempos de manera radical.

Referencias bibliográficas

1. http://www.calidad.org/public/arti2002/1034275591_agustn.htm
2. Cardiel Mateos, Tiempos y Tareas, Limusa 1974.
3. <http://www.cdi.org.pe/gifs/temas/smed.jpg-micro> Ing. Francis paredes R.
4. <http://www.cdi.org.pe/temas/smed>. Ing. Francis paredes R.
5. Domínguez Machuca et al. Aspectos tacticos y operativas en operación y servicios, Mc Graw Hill, 1990.
6. Feld William M., Lean Manufacturing: tools, techniques and how to use them, New York: St. Lucie, 2002, Pag. (80-81,87-88).
7. <http://www.ilustrados.com/publicaciones/#superior>
8. http://www.manufacturaweb.com/nivel2.asp?pge=9&cve=81_26
9. http://www.manufacturaweb.com/nivel2.asp?pge=2&cve=105_13
10. Shigeo, Shingo, El Sistema de Producción TOYOTA desde el punto de vista de la ingeniería, 3rd Edition, Productivity Press, Madrid 1989 (90-107).
11. Shingo, Shigeo, The SMED system I: Theory and conceptual stages, Japon: Cambridge, MA and Nortwalk, CT, 1987, Pag. (4,8-9,16-20).

12. Shigeo Shingo, una revolución en la producción: el sistema SMED, Productivity Press, 1990 pp. 8-12.

13. http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance

14. http://www.transcend-group.com/_graphics/lean_manufacturin.gifg