

## COMO REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN

### How to Reduce Setup Time

#### RESUMEN

Este documento presenta de forma resumida como reducir el tiempo de preparación (setup) en un proceso de producción, usando la metodología S.M.E.D (Single Minute Exchange of Die). También se muestran las ventajas y pasos a seguir para su adecuada implementación y adicionalmente se presenta un corto ejemplo numérico que logra flexibilizar la producción.

**PALABRAS CLAVES:** Tiempos de preparación, SMED, Flexibilizar.

#### ABSTRACT

*This paper shows a short idea how to reduce setup time on production process used the SMED methodology. Also the paper shows advantages and steps for implementation and a numerical example that it gets flexible the production.*

**KEYWORDS:** Setup time, SMED, Flexible

#### Jorge Hernán Restrepo Correa

Ingeniero Industrial, M. Sc.  
Profesor Asistente  
Universidad Tecnológica de Pereira  
jhrestrepoco@utp.edu.co

#### Pedro Daniel Medina V

Ingeniero Mecánico, M. Sc.  
Profesor auxiliar  
Universidad Tecnológica de Pereira  
pemedin@utp.edu.co

#### Eduardo Arturo Cruz T

Ingeniero Industrial, M. Sc.  
Profesor Asistente  
Universidad Tecnológica de Pereira  
ecruz@utp.edu.co

## 1. INTRODUCCIÓN

Lean[1] es el termino usado para describir el sistema de producción desarrollado por Toyota después de la segunda guerra mundial. Lean significa hacer mas con menos por medio de la continua eliminación de desperdicio. El concepto Lean no es exclusivo de manufactura, el se puede aplicar en toda compañía como en la cadena de suministro, procesos de desarrollo de nuevos productos y provisión de servicios.

Lean identifica 8 desperdicios [2] estos se definen así:

- Sobreproducción: Producir artículos anticipadamente o en cantidades superiores a las requeridas por el cliente.
- Esperas: Los trabajadores simplemente observan una maquina automática o esperan por la siguiente operación, herramienta, suministro o parte. Ellos no trabajan por que los lotes están retrasados, los equipos detenidos y por cuellos de botella.
- Transporte: moviendo material entre procesos.
- Sobreprocesamiento o procesamiento incorrecto: realizando pasos no requeridos para procesar una pieza, procesamiento ineficiente debido a pobres herramientas y diseño de producto causando movimientos innecesarios y produciendo defectos.
- Exceso de inventario: Exceso de inventario causa largos lead time, obsolescencia, daños,

transporte, demoras y costos de almacenamiento. También el extra inventario esconde problemas como el desbalance en la producción, retardo en las entregas de los proveedores, defectos, equipos detenidos y largos tiempos de preparación o setup.

- Movimientos innecesarios: Algunos movimientos tienen que ser realizados durante el trabajo que añade valor a la pieza, tales como alcanzar, observar o apilar partes o herramientas. También caminar es un desperdicio.
- Defectos: La producción de partes defectuosas o correcciones. Reparación, desperdicio, reemplazo de producción e inspección significa despilfarro, tiempo y esfuerzo.
- No usar la creatividad: Se pierde tiempo, ideas, experiencia y oportunidades de aprendizaje por no interesarse o escuchar a los empleados.

Lean plantea varias herramientas[3] que ayudan a eliminar el desperdicio. Estas se listan a continuación:

- Cellular Manufacturing
- Total Quality
- Teams
- Rapid Setup (SMED)
- Kanban
- Metrics & Measurements
- Mixed Model Production

- Value Stream Mapping
- Process Mapping
- Work Balancing
- 5S
- Autonomation
- Pokayoke
- Jidoka
- Elimination of Waste
- Total Productive Maintenance
- Continuous Flow
- One Piece Flow
- Standard Work
- Visual Management
- In Station Process Quality
- Level Production
- Takt Time
- Point of Use Storage
- Kaizen
- Supplier Development

Como se subrayo en la clasificación de los desperdicios, específicamente en el exceso de inventario, una causa de este evento son los largos tiempos de preparación o setup.

En este documento presentaremos la herramienta SMED(Single minute Exchange of Die)

**2. SMED**

Los orígenes[4] de esta metodología se remonta a los primeros años del sistema de fabricación lean. Aunque la metodología busca reducir los tiempos de setup, realmente el principal objetivo es permitir al sistema productivo producir lo que realmente solicita el mercado.

El SMED sirve para:

1. Reducir el tiempo de preparación y volverlo tiempo productivo.
2. Reducir el tamaño del inventario
3. Reducir el tamaño de lotes de producción
4. Producir varios modelos o productos el mismo día en la misma máquina o línea de producción.

la imagen 1 [5] muestra la dinámica que ocurre cuando no se tienen cambios rápidos.



Imagen 1. La dinámica sin cambios rápidos

Cuando se programa un cambio en la producción se generan unas actividades antes y después de detener la producción. Estas actividades se conocen como externas e internas.

**2.1 Actividades internas**

Son todas las actividades de cambio de producción que se hacen cuando las máquinas están paradas. Por ejemplo en una prensa solo se podrá montar la matriz si ella esta parada.

**2.2 Actividades externas**

Son todas las actividades de preparación que hacen antes del cambio de producción. Estas actividades se realizan con las máquinas en movimiento. Por ejemplo el alistamiento de la matriz que se requiere para empezar la nueva corrida de producción.

**2.3 Etapas de aplicación de la metodología SMED.[6]**

Para llegar a los beneficios del sistema SMED se deben ejecutar los siguientes pasos:

**2.3.1 Preliminares.**

Lo que no se conoce no se puede mejorar. 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:
  - o Análisis con cronómetro.
  - o 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.

### 2.3.2 Primera etapa: Separar las tareas internas y externas

En esta fase se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina del 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 que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.

### 2.3.3 Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas.

La idea es 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.

- Pre reglaje 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 standard.

### 2.3.4 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).

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 12 minutos no será completada en 6, sino quizás en 4, 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 utillaje. 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).

#### 2.4 Ejemplo.

Suponga que se demandan 3 productos A, B y C, en las siguientes cantidades: 18,12 y 6. Los tres productos se fabrican en una misma máquina y actualmente se tiene un costo de setup de  $K=10$  unidades monetarias.

Al programar la producción de forma tradicional se fabricarían lotes completos de cada producto:

Producto	A	B	C	Total
Setup	k	k	k	30
Lote(ud)	18	12	6	36

Los costos de setup serán = 30

Disminuyendo los costos de setup en un 50% se puede plantear la siguiente programación con  $k=5$

Prod	A	B	C	A	B	C	Total
Setup	k	k	k	k	k	k	30
Lote(ud)	9	6	3	9	6	3	36

Al disminuir el setup en 50% podemos aumentar las preparaciones de máquina logrando producir lotes más pequeños de los productos en diferentes tiempos con el mismo costo total de setup, garantizando :

1. Entregas a tiempo.
2. Minimización del inventario y sus costos de sostenimiento.
3. Tener rápidamente variedad de productos.
4. Minimizar la obsolescencia.
5. Rapidez para responder al mercado entre otras.

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Disminuir los tiempos de preparación o setup permite la reducción de costos que facilita el redimensionamiento de lotes, hasta el punto de poder ajustarnos a una producción lote a lote, logrando aproximarnos a la utopía del cero inventario. Esta reducción del setup aumenta la flexibilidad de la planta y garantiza afrontar las variaciones del mercado. El SMED es una herramienta poderosa y de fácil implementación que genera grandes beneficios que impactan positivamente el sistema productivo.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] The Manufacturing institute, Resources: What is lean?. <http://www.manufacturinginstitute.co.uk/text.asp?PageId=89>
- [2] Liker Jeffrey and Meier David, The Toyota Way Field book, Mc Graw Hill pp 35.
- [3] Strategos, Lean implementation, <http://www.strategosinc.com/implementation0.htm>
- [4] Jimenez Manoli, Ugalde Xabier y Tornos Ignacio. Reduccion del tiempo de Cambio ¿una semana? [http://www.galgano.es/lbinaries/pdf3701\\_pdf.pdf](http://www.galgano.es/lbinaries/pdf3701_pdf.pdf)
- [5] Strategos, Setup reduction(SMED), [http://www.strategosinc.com/setup\\_reduction.htm](http://www.strategosinc.com/setup_reduction.htm)
- [6] S.M.E.D <http://www.itcl.es/ifficheros/SMED.pdf>