

Caso: reducción de los tiempos de set up en el área de moldeo de ITT Industries

Claudio Carmona Infante ¹

Resumen

El presente trabajo se realizó en la empresa ITT Industries, con el propósito de disminuir el tiempo de preparación entre ordenes de trabajo procesadas en las máquinas de moldeo.

La necesidad del proyecto resulta por las características de manufactura de la empresa, dado que se dedica a la fabricación de switch a nivel mundial bajo el concepto producción bajo pedidos de un cliente específico. Esto implica que la empresa debe de tener bajo tiempo de preparación de las órdenes y mucha flexibilidad para hacer los cambios de moldes.

Basados en las teorías de Lean Manufacturing y sus metodologías, se analiza el proceso productivo mediante un mapeo del proceso y se señalan las actividades que no agregan valor a la operación y las que agregan valor. Como resultado del análisis del proceso, se logró disminuir el tiempo de preparación (set up) en un 50 %, generando en el área de moldeo una gran flexibilidad de acuerdo a los requerimientos de operación.

Palabras Claves

Optimización / Moldeo /Flexibilización en los set ups

Abstract

This project was made in ITT Industries, in order to reduce the set up time between each batch record in the mold machines.

The necessity of this project was because ITT is focus on high mix with low volume, so it requires a low cycle time and high flexibility in their process.

Based on the theories and methodologies of Lean Manufacturing, the non value added operations was defined and eliminated. In conclusion, the goal of 50% of set up time reduction and increased the flexibility was achieved.

Key Words

Optimization / holding / set up flexibility

¹ Ingeniero Industrial. Candidato a Master en Administración de Empresas. Correo electrónico: ccarmonai@yahoo.com

I. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1 Política de la empresa.

Nuestro objetivo es lograr la satisfacción total del cliente a través del mejoramiento continuo de productos, procesos y servicios.

1.2 Historia

En 1988 se funda la empresa bajo el nombre C & K Components, ubicando sus operaciones en Santa Ana. Posteriormente en 1994 se crea el segundo edificio, para después certificarse en ISO 9000 en 1998.

El crecimiento de las operaciones ha sido exponencial logrando en 1999 la plena responsabilidad de las compras de materias primas, y un año después se inicia con la exportación directa de producto a los clientes.

En el 2002 se logra certificar con la ISO 1999:2000 y se da la re certificación de QS 9000, además de iniciar la transferencia del área de moldeo y de estampado, y en el año 2003 se inicia en la empresa a manejar la tendencia de Lean Manufacturing.

En el año 2000 ITT Industries Electronics compro la empresa C & K Components, logrando alcanzar ciertos reconocimientos de mejora como lo son el Anillo de Plata de Calidad en el 2002 y el de oro en el 2004.

1.3 Ubicación geográfica

Actualmente las operaciones en Costa Rica se realizan en dos edificios, el primero es de 50,000 metros cuadrados y el segundo de 75,000 metros cuadrados ubicados en la Radial de Santa Ana.

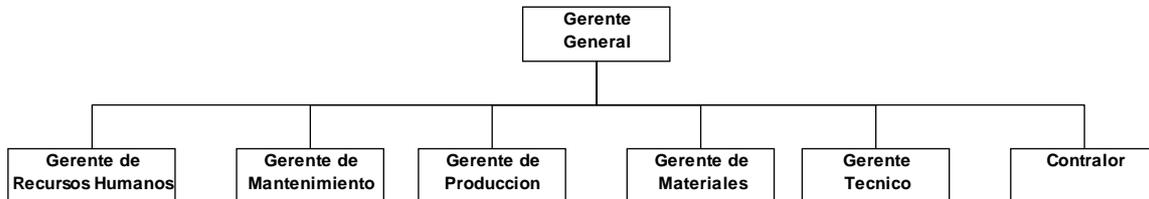
1.4 Organización

La organización de empresa se basa en una jerarquía horizontal, descentralizada. Esto facilita la toma de decisiones siguiendo las políticas de la empresa a niveles medio y bajos.

El funcionamiento de esta estructura (figura 1.1 Estructura organizacional) inicia con el Gerente General seguido de los gerentes de área y a partir de ahí se encuentran los diferentes supervisores y técnicos. De manera que la empresa cuenta con cuatro departamentos tales como producción, técnica, mantenimiento, controlador, de recursos humanos y materiales.

Actualmente la empresa cuenta con un total de 600 empleados, en donde el 90% de los empleados se dedican a las labores operativas.

Figura 1.1
Estructura organizacional

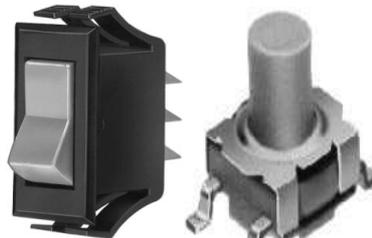


1.5 Tipos de productos

El segmento de mercado al cual esta dirigida la empresa es a la producción de diferentes interruptores para usos militares, automovilísticos, máquinas utilizadas en hospitales, etc.

La figura 1.2 muestra un ejemplo de un interruptor utilizado para la industria automovilística.

Figura 1.2
Tipo de interruptor



Fuente: ITT Industries

II. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

Debido a las condiciones en las que vivimos actualmente en los mercados, donde se requiere que una empresa no solo ofrezca un producto y servicio de gran calidad que exceda los requerimientos del cliente, sino que se complemente con un precio altamente competitivo, las empresas están tratando de disminuir sus estructuras de costos, maximizando el uso de los recursos (mano de obra, tiempo, materiales, maquinaria, etc).

Teniendo una estructura de costos competitiva y logrando el uso adecuado de los recursos, la empresa obtiene una invaluable ventaja competitiva, que puede reflejarse en una disminución de los precios del producto, mejoras de tiempos de entrega, investigación, etc.

El proyecto que pretendo realizar se enfoca en la disminución del tiempo invertido en el set up (o preparación de máquina) del área de moldeo en un 20 %. Con el fin de poder entender el contexto en el que se desarrolla este proyecto se explicaran varias terminologías.

El tiempo de set up, es el tiempo invertido en la preparación o adaptación de una máquina para poder manufacturar un orden de producción. Este tiempo, desde el punto de vista de producción es un tiempo muerto que no le esta generando a la empresa ningún valor agregado o retorno financiero, sin embargo es necesario para la manufactura de dicha orden de producción.

Otro término que se utilizara en el proyecto es "valor agregado", que se utiliza cuando un material recibe un cambio físico por el cual el cliente pagara. Teniendo claro estos términos, debemos tener una idea de cómo se realiza el proceso de manufactura en el área de moldeo.

Una vez que las resinas han entrado en la planta estas se colocan en unos mezcladores los cuales tratan de homogenizar la resina virgen y el regran (residuos de resina, utilizado para disminuir el costo del producto). Posteriormente el material pasa a unos hornos, donde se le tratara de quitar la humedad. Este proceso dura de tres a cuatro horas. Paralelamente debe prepararse el molde con el cual se manufacturara el producto deseado.

Una vez que se tiene listo el material y el molde, se deben colocar en la máquina. Este proceso de instalación o paro de la máquina dura aproximadamente dos horas, en las cuales la máquina no esta produciendo.

Debe tenerse en cuenta que el costo de oportunidad por hora es de 10 dólares por máquina, actualmente posee 8 máquinas. Los tonelajes son dos de 110 toneladas, una de 75 toneladas, dos de 55 toneladas y tres de 25 toneladas.

Teniendo el entorno claro, se puede entender de donde nace la necesidad de la empresa en disminuir los tiempos de set up, ya que estos son tiempos improductivos de la empresa.

El proyecto planteara una serie de estrategias que puedan ayudar a la empresa a la maximización de los costos de oportunidad de la maquinaria disponible.

III. ANALISIS DE LAS ANTERNATIVAS DE SOLUCION

Desde el primer momento en el que evaluamos la situación se pueden presentar varias posibles rutas por medio de las cuales se logre el objetivo de la disminución del set up o preparación de máquina, sin embargo cada una de estas involucra una serie de ventajas y desventajas que deben analizarse.

Como posibilidades se presentan:

- Preparación de un set up entre dos personas.
- Preparación de un set up entre dos personas con la contratación de una nueva persona.
- Preparación de un set up con una persona.

A continuación se comenzara el análisis de cada una de las posibilidades, analizando no solo las variables de eficiencia de un proceso, costo/beneficio cuantitativo y cualitativo y perspectiva del negocio.

Para realizar correctamente el análisis de las opciones, debemos ubicarnos en el contexto de la planta, la cual cuenta con dos personas por turno, en dos turnos.

Como otro punto a tomar en cuenta debe conocerse las cargas de trabajo de cada persona, la cual, en condiciones normales de operación de una máquina estable, la cual solo se encuentran produciendo y debe solo realizarse operaciones de separación de partes, monitoreos de calidad, toma de datos, alistamiento de material, preparación del siguiente molde y re abastecimiento de materia prima. En el momento en que esta máquina termina una orden de producción, la persona debe iniciar el proceso de set up, con el fin de preparar y colocar el nuevo molde en la máquina, colocar los materiales necesarios, traer la documentación, bajar el molde viejo, pesar el material producido, etiquetar el material, cerrar en el sistema la orden de producción, dejar dicho material en bodega.

En términos generales, se han mencionado las cargas de trabajo de una persona.

Como la mayor parte de las operaciones de producción el tiempo es plata, ya sea invertida o bien desperdiciada. De la forma en la que se plantea

esta opción, cada persona debe operar 4 máquinas de moldeo, y aparte de esto, debe realizar el set up entre ordenes de producción.

La duración de cada set up esta definido actualmente en dos horas, para lo cual debe tomarse en cuenta que cada hora de paro tiene un costo de oportunidad de \$ 4,3 .

Para realizar el estudio del proceso se utilizaran las herramientas que brinda Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta), que se basan en el análisis del procesos y la disminución parcial o total de desperdicios de tiempos o esfuerzos, mejorando así la eficiencia de una operación. Las herramientas que se utilizaran serán 5" S, Reducción de set ups, Value Stream Map.

Como primer punto se filmo y documento todo el proceso de set up, prosiguiendo con el análisis de cada una de las actividades que se pudieron observar en el periodo de estudio de la cinta. Esto nos permitió poder detectar operaciones que dábamos por un hecho que no se estaban realizando o bien, que suponíamos que se hacían de distinta forma.

El siguiente punto que se realizo fue la definición de las áreas de mejora que podríamos trabajar cuando la máquina no esta parada (que seria adelantar operaciones de la siguiente orden de producción o bien operaciones del set up) y las que solo se pueden realizar cuando la máquina esta parada.

Posteriormente se realizo con el Value Stream Map un análisis del desplazamiento del material e información, de tal forma que se logre disminuir distancias y mejorar los tiempos.

Como último punto se definieron cuales son las herramientas necesarias para lograr un set up, evitando que las personas tengan que perder tiempo en la búsqueda de las mismas y de errores en el proceso. Finalmente, se colocaron las herramientas que realmente se van a necesitar cerca del área de trabajo.

Sin embargo para poder definir si las opciones que se proponen son rentables y realmente benefician a la empresa, debemos analizar cuanto es lo que esta significando para la empresa el costo de oportunidad de realizar los set up con el método actual.

Para poder realizar dicho análisis, se mostrara el siguiente cuadro que define el costo de oportunidad en el que incurre.

Figura 3.1
Costo por operación

Máquina/ Item	Costos
Set up/semana	4,67
Semanas/mes	4,33
Meses/año	12
Total de cambios/año	243
Costo por hora de M.O.	4,1
Tiempo Actual (hrs)/set up	2
Costo Actual/ año	\$ 15.934,93

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se analizaran cada una de las opciones que se proponen.

Alternativa No. 1: Preparación de un set up con una persona

Una vez realizados los estudios con las herramientas ya mencionadas (ver Anexo 1), se puede percibir que se logra realizar una mejora sustancial, ya que se logra alcanzar un set up en 55 minutos, ahorrando en el tiempo de paro de una máquina por set up 1.05 horas al día.

Esta mejoría se logro trasladando todas las actividades que la persona puede avanzar mientras que la máquina esta trabajando en alguna orden de producción y cediendo otras actividades de mayor dificultad a otra persona, ya que implican que la persona debe dejar sola la máquina.

Ventajas

1. Se disminuye el tiempo de set up en un 55 %, que representa 65 minutos al día.
2. Se logra ahorrar \$ 4.5 en el costo de oportunidad en cada set up.
3. Una persona esta realizando el set up, mientras que la otra puede estar cuidando el resto de máquinas.

Desventajas

1. La persona que debe realizar el set up, por 65 minutos no podrá cuidar de las otras máquinas.

Procediendo con el análisis de los costos que implica esta opción se presenta el siguiente estudio.

Figura 3.2
Costo de preparación de un set up con una persona

OPCION 1	
Tiempo Propuesto (hrs)/set up	0,92
Costo Propuesto/ año	\$ 912,94
Cantidad de maquinas	8
Costo opcion 1	\$ 7.303,51
Ahorro	\$ 8.631,42

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de tener una mejor visión de esta opción se puede hacer un flujo de caja con el fin de tener un mejor panorama de los beneficios. La figura 3.3, muestra dicho análisis, manteniendo ciertos supuestos como, el pago de impuestos de un 30 % y el incremento de ventas de un 15 % por año.

Figura 3.3
Flujo neto de efectivo a tres años

OPCION 1			
Detalle	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Incremento de ventas	\$ 200.000	?230.000	?264.500
Incremento de costos	\$ -	\$ -	\$ -
Ahorro de set ups	\$ 8.631	\$ 9.926	\$ -
Depreciacion	\$ -	\$ -	\$ -
UNAI	\$ 208.631	\$ 239.926	\$ 264.500
Impuestos/Renta	\$ 62.589	\$ 71.978	\$ 79.350
UNDI	\$ 146.042	\$ 167.948	\$ 185.150
Depreciacion	\$ -	\$ -	\$ -
Valor de recuperacion	\$ -	\$ -	\$ -
FNE	\$ 146.042	\$ 167.948	\$ 185.150

Fuente: Elaboración propia

Alternativa No. 2: Preparación de un set up con dos personas

Tomando el análisis que se realizó del modelo de trabajo actual, se procede a dividir entre dos las operaciones que han quedado como que solo se pueden realizar cuando la máquina no está trabajando. Como resultado se logra disminuir el tiempo de set up a 37 minutos, reduciendo en un 69 % la duración de esta operación.

Ventajas

1. Disminución del tiempo de set up de una persona a un 69 %, que corresponde a 37 minutos.
2. Se logra percibir un ahorro de costo de oportunidad por máquina parada de un \$ 6.9.

Desventajas

1. Dos personas no podrán operar las restantes siete máquinas por 37 minutos, lo que significa que en caso que se pare alguna máquina por algún problema mecánico no podrá ser atendida hasta que se termine el set up.
2. No se podrán realizar los monitoreos de calidad normales en el resto de las máquinas.

Por otro lado se debe analizar dicha propuesta desde el punto de vista de costos.

Figura 3.4
Costo de operaciones para la preparación del set up con dos personas

OPCION 2	
Tiempo Propuesto (hrs)/set up	0,58
Costo Propuesto/ año	\$ 580,96
Cantidad de maquinas	8
Costo opcion	\$ 4.647,69
Ahorro	\$ 11.287,24

Fuente: Elaboración propia

Una vez, teniendo los datos del ahorro en una sola opción, podríamos analizar cuales son los efectos en la rentabilidad de la operación, manteniendo los mismos supuestos de un incremento en las ventas de un 15% anual y el pago de impuestos de un 30 %.

Figura 3.5
Flujo neto de efectivo para alternativa 2

OPCION 2			
Detalle	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Incremento de ventas	\$ 200.000	\$ 230.000	\$ 264.500
Incremento de costos	\$ -	\$ -	\$ -
Ahorro de set ups	\$ 4.648	\$ 4.648	\$ 4.648
Depreciacion	\$ -	\$ -	\$ -
UNAI	\$ 195.352	\$ 225.352	\$ 259.852
Impuestos/Renta	\$ 58.606	\$ 67.606	\$ 77.956
UNDI	\$ 136.747	\$ 157.747	\$ 181.897
Depreciacion	\$ -	\$ -	\$ -
Valor de recuperacion	\$ -	\$ -	\$ -
FNE	\$ 136.747	\$ 157.747	\$ 181.897

Fuente: Elaboración propia

Las ganancias en el flujo neto de efectivo al final de los tres años es mayor por \$3,000 dólares que lo que presenta la primera opción, aun cuando en el primer año mas bien se presenta una pérdida de casi \$3,000. Esto se debe a que aumentar las ventas el ahorro que se genera al hacer los set ups más rápidos presenta un mejor beneficio.

Alternativa No. 3: Preparación de un set up con dos personas, contratando a una persona extra

Esta opción mantiene los mismos beneficios de la anterior en cuando a una disminución de un 69 % de tiempo, que representa 37 minutos, sin embargo, también significa que se incurre en un costo extra al tener a una persona extra en dicho centro de costos la cual no estaría ocupándose de producir. Sin embargo, el propósito de esta persona es asistir en el proceso de set up de tal forma que se logre disminuir a 37 minutos el tiempo de paro, y en caso de tener poder asistir a las personas en caso e problemas con las máquinas mientras que se esta haciendo el set up.

Por otro lado, mientras que las máquinas están operando normalmente el puede estar realizando operaciones de cierre de ordenes de producción, conteos cíclicos, transporte de materia prima y producto terminado.

A continuación se presenta un análisis del costo de esta opción.

OPCION 3	
Tiempo Propuesto (hrs)/set up	0,58
Costo Propuesto/ año	\$ 580,96
Cantidad de maquinas	8
Costo opcion	\$ 4.647,69
Ahorro Bruto	\$ 11.287,24
Salario promedio anual de un operario	\$ 5.000,00
Ahorro Neto	\$ 16.287,24

Fuente: Elaboración propia

Ventajas

1. Disminución del tiempo de set up de una máquina a un 69 %, que corresponde a 37 minutos.
2. Se logra percibir un ahorro de costo de oportunidad por máquina parada de un \$ 6.9.
3. Realización de operaciones que no agregan valor como lo es cierre de órdenes, transporte de materiales, coordinación de producción, entrenamientos, etc.

Desventajas

1. Aumento en el costo de las operaciones de \$ 352.31.
2. Incremento de costos de operación por el área de planilla directa.

Figura 3.6
Flujo neto de efectivo para la alternativa 3

OPCION 3				
Detalle	Ano 1	Ano 2	Ano 3	
Incremento de ventas	\$ 200.000	\$ 230.000	\$ 264.500	
Incremento de costos	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000	
Ahorro de set ups	\$ 4.648	\$ 4.648	\$ 4.648	
Depreciacion	\$ -	\$ -	\$ -	
UNAI	\$ 190.352	\$ 220.352	\$ 254.852	
Impuestos/Renta	\$ 57.106	\$ 66.106	\$ 76.456	
UNDI	\$ 133.247	\$ 154.247	\$ 178.397	
Depreciacion	\$ -	\$ -	\$ -	
Valor de recuperacion	\$ -	\$ -	\$ -	
FNE	\$ 133.247	\$ 154.247	\$ 178.397	

Fuente: Elaboración propia

Al final de tres años, la diferencia en costos entre las opciones hace muy visible que la opción mas rentable a corto plazo es la dos, sin embargo la opción 3, proporciona el beneficio de que esta persona extra, puede ayudar a facilitar operaciones secundarias como lo son las planeación, cierre de órdenes de producción, transporte de material, control de inventarios, etc.

IV. SELECCIÓN DE LA OPCION

A continuación se presenta un cuadro donde se analizaran financieramente las opciones que se han presentado.

Figura 4.1
Comparación del flujo neto de efectivo por alternativa

Análisis de la Rentabilidad de las opciones				
Opcion	Item	Ano 1	Ano 2	Ano 3
1	Monto	\$ 133.958	\$ 154.052	\$ 178.202
	Diferencia	\$ -	\$ -	\$ -
2	Monto	\$ 136.747	\$ 157.747	\$ 181.897
	Diferencia	\$ 2.788,61	\$ 3.694,91	\$ 3.694,91
3	Monto	\$ 133.247	\$ 154.247	\$ 178.397
	Diferencia	\$ (711,39)	\$ 194,91	\$ 194,91

Fuente: Elaboración propia

Antes de analizar cada una de las propuestas es importante destacar que como punto de partida se considera la opción uno, preparar el set up con una persona. Dado que, así es como se maneja actualmente en la empresa.

De acuerdo a los datos presentados en la figura 4.1, se puede apreciar que la tercera opción (realizar el set up entre dos personas contratando una persona extra) es la que genera al final de tres años el mejor rendimiento financiero aun cuando, a través del tiempo el margen de ganancia presenta una tendencia negativa. Es decir, al tercer año la ganancia es de 246.62\$ y en el primer año es de 6288, 61\$.

En vista de la variabilidad de la demanda, que es directamente proporcional a la cantidad de set ups, debemos de hacer este análisis una vez al año para ver la variabilidad de los planes y escoger la opción que a corto o mediano plazo presente la mejor disminución de los costos de set up.

Sin embargo, para tomar una decisión, nos solo debe tomarse en cuenta los factores cuantitativos, sino también los cualitativos. Es por este motivo que se presenta un cuadro comparativo de dichas opciones.

Figura 4.2
Comparación de los factores cualitativos

Opciones	Ventajas	Desventajas
1	1.La otra persona del area, puede seguir atendiendo las otras maquinas <i>momentaneamente, mientras que no haya un problema de calidad o mecanico.</i>	1.La persona que debe realizar el set up, no podrá cuidar de las otras maquinas.
2	Realizar el proceso de set up lo mas rapido posible.	1.Dos personas no podrán operar las restantes siete maquinas por 37 minutos, lo que significa que en caso que se pare alguna maquina por algún problema mecánico no podrá ser atendida hasta que se termine el set up. 2.No se podrán realizar los monitoreos de calidad normales en el resto de las maquinas.
3	1.Disminución del tiempo de set up de una maquina a un 69 %, que corresponde a 37 minutos. 2.La persona extra puede realizar operaciones que no agregan valor como lo es cierre de ordenes, transporte de materiales, coordinación de producción, entrenamientos, etc. 3.Esta persona extra puede servir como back up de cualquier operario, en casos de rotacion, incapacidad, o bien la necesidad de extender la capacidad de produccion creando mas turnos.	

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta los datos cuantitativos y cualitativos, la opción seleccionada es la tres debido a la posibilidad que ofrece de incrementar no solo la capacidad de producción en casos de picos de demanda, sino también, ofrece la posibilidad del usar al recurso disponible para la capacitación de los otros compañeros y la planificación de mejoras en el área, lo cual se retorna en una mayor eficiencia de las operaciones y satisfacción del cliente.

V. PLAN DE ACCION PARA LA MEJOR ALTERNATIVA

De acuerdo a la opción seleccionada se debe crear un plan de acción por medio del cual se pueda cumplir con nuestra meta. Con el fin de definir este plan de acción, se plantea el siguiente cronograma.

Actividad	Fecha de Finalizacion
Selección del nuevo personal	15-Abr
Capacitación del personal	15-Jun
Seguimiento del mejoramiento	Semanal a partir del 15/Junio

Debe tomarse en cuenta que el personal que se debe contratar de moldeo, es un personal que debe tener una capacitación especial, la cual no es común en este país. Es por este motivo que el tiempo definido para la contratación y capacitación es tan extenso, ya que el proceso por su naturaleza es muy especializado.

VI. BIBLIOGRAFIA

“Learning to See”, Autor: Mike Rother, John Shook.

“The Kaizen Revolution”, Autor: Michael D. Regan.