

Un modelo de gestión de costes para avanzar hacia la producción *lean*. Aplicación a un caso

Patxi Ruiz de Arbulo López, Pablo Diaz de Basurto Uruga

Departamento de Organización de Empresas. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao (Bizkaia).
Universidad del País Vasco. Almd. Urquijo, s/n. 48013 Bilbao. patxi.ruizdearbulo@ehu.es, pablo.diazdebasurto@ehu.es

Resumen

La adopción de prácticas de producción ajustada o lean se ha convertido en algo muy extendido en muchas industrias desde los primeros años 90. Las empresas reclaman métodos de costes que reflejen las mejoras producidas por los sistemas de fabricación ajustada. La falta de un sistema de costes adecuado a los nuevos sistemas productivos ha dado origen a importantes cuestiones de investigación. Este trabajo presenta una metodología de gestión de costes basada en el modelo de costes ABC, utilizando índices técnicos para las partidas de gasto de las actividades, cuyo propósito es servir de ayuda a las empresas que están avanzando hacia una producción lean, lo que se suele denominar también empresas en estado lean no maduro.

Palabras clave: Fabricación *lean*, Gestión de costes, *Lean accounting*

1. Introducción

La adopción del sistema de fabricación *lean* promete mejoras significativas en productividad, calidad, flexibilidad, entrega y costes. Sin embargo a pesar de que muchas empresas han introducido prácticas *lean*, con frecuencia estas prácticas no están basadas y enraizadas en métodos de gestión de costes rigurosos y apropiados.

Las empresas, por lo tanto, se dan cuenta de que los métodos de costes tradicionales pueden entrar en conflicto con las iniciativas *lean* que están implementado (Ahlstrom y Karlsson, 1996; Womack y Jones, 2003).

Este conflicto o desajuste da origen a importantes cuestiones de investigación tales como:

- ¿Es preciso tener una nueva aproximación de gestión de costes para las empresas que adoptan los principios y prácticas *lean*?
- ¿Si es así qué debería incluir?

Se ha escrito mucho sobre los problemas asociados con la contabilidad de costes y la necesidad de cambio existiendo un reconocimiento de la misma tanto en la industria como en el entorno académico, pero no hay un consenso real de cómo deben ser adoptadas las prácticas de contabilidad o cómo deben ser desarrolladas para apoyar y dirigir la fabricación *lean*. (Ward et al, 2003, p59)

En este últimos años se han realizado diversas contribuciones de gestión de costes para la fabricación *lean*, entre las que destacan las realizadas por Maskell (1996, 2000) y por Jenson et al. (1996).

Jenson et al. (1996), en una de sus investigaciones, crearon un perfil de empresas que ponían

en consonancia con éxito los sistemas de gestión de costes con los principios *lean*. En dicha investigación encontraron que las empresas que adaptan sus sistemas de gestión de costes para apoyar sus sistemas de fabricación poseen las siguientes características:

1. Integran las culturas de negocio y fabricación.
2. Reconocen la fabricación *lean* y su efecto en las medidas de gestión contable.
3. Enfatizan la mejora continua de la contabilidad.
4. Se afanan en eliminar el desperdicio de contabilidad.
5. Favorecen una cultura de gestión de contabilidad preactiva.

El trabajo de Maskell (1996, 2000) desarrolló un modelo para ir avanzando hacia una contabilidad *lean*. El modelo es valioso para identificar los cambios que deberían hacerse en la contabilidad y cómo deberían ser introducidos.

El mismo Maskell desarrolló posteriormente un modelo de gestión de costes basado en cadenas de valor (Maskell y Baggaley, 2003) el *Value Stream Costing (VSC)*, que es el que ha sugerido esta investigación. (Ruiz de Arbulo, 2006)

Los autores del VSC señalan que para que el método propuesto por ellos funcione eficientemente la empresa debe encontrarse en un estado avanzado en fabricación *lean* (Maskell y Baggaley, 2003), es decir, el VSC debe ser adoptado cuando una empresa ha alcanzado tiempos cortos de *lead times*, tiene niveles de inventario bajos y estables y se ha organizado así mismo a lo largo de líneas de cadena de valor.

De la revisión bibliográfica realizada se echa en falta una metodología de gestión de costes para empresas que están camino hacia la fabricación *lean*. Solamente se han encontrado 2 metodologías, una la propuesta por Ruiz de Arbulo (2005) y la otra la llevada a cabo por Lluís Cuatrecasas (2006 y 2006b).

En esta investigación se propone la metodología de gestión de costes de Ruiz de Arbulo para empresas que se encuentran en el camino de la fabricación *lean*, a través de un caso suficientemente contrastado.

2. Metodología propuesta

El sistema propuesto se basa en el modelo de costes ABC (*Activity Based Costing*) utilizando índices técnicos para las partidas de gasto de las actividades (Bagner, 1996). integrándose con las metodologías actuales de implantación eficiente de procesos de producción, que están en línea con la producción ajustada.

El modelo de gestión de costes que se plantea cumple el objetivo de reflejar los cambios que se den en la empresa, cuando ésta camina hacia un entorno ajustado o *lean*. El modelo refleja:

- Los cambios en la distribución en planta.
- Los cambios en los medios de manutención entre operaciones.
- La reducción del tamaño de los lotes de proceso al de los correspondientes pedidos de forma que no se produzca para stock.
- La reducción de los lotes de transferencia.
- Cualquier otro cambio que lleve a la empresa a una producción más ajustada.

La metodología propuesta cuantifica los costes de tiempos espera y los costes de *stocks* de tal forma que mejoras en la eficiencia del proceso productivo se vean reflejadas en el coste del producto. El coste de estos aspectos habitualmente se suelen ignorar o infravalorarse y es muy importante tenerlos en cuenta, porque en procesos poco eficientes los *stocks* en proceso y los tiempos de espera de las instalaciones suelen esconder importantes deficiencias.

Respecto a las magnitudes que se analizan en el proceso productivo, para ver si ha mejorado su eficiencia son: tiempo ciclo proceso, *lead time* total, *lead* primera pieza, *lead* time última pieza, tiempo de espera, *stock* medio y productividad. (Cuatrecasas, 2006).

2.1. Modelo de costes

Las partidas de costes que se calculan son: 1) Coste de materias primas y componentes (Cmp); 2) Coste de cada una de las actividades que añaden valor al producto (Cva); 3) Costes de transporte interno (Ctran); 4) Costes de preparaciones (Cprep); 5) Coste de defectos (Cdef); 6) Coste de esperas en procesos (Cesp); 7) Costes de stocks en curso (Cstock).

Las ecuaciones siguientes permiten calcular el coste unitario del producto.

1) Coste de materias primas y componentes (Cmp)

$$C_{mpj} = \sum_{o=1}^p [U_{mpoj} * K_d * K_m * P_{Co}] \quad (1)$$

- U_{mpoj} = número de unidades teóricas de materia prima o por cada unidad fabricada de producto j.
- k_d = Coeficiente de defectivo que afectan a la materia prima o componente.
- k_m = Coeficiente de merma que afecta a la materia prima.
- P_{Co} = Precio de compra de la materia prima o, incluyendo todos los gastos necesarios hasta su puesta en almacén.

2) Coste de las actividades que añaden valor al producto (Cva)

$$C_{vaj} = \sum_{i=1}^n [N_{ij} * C_{Ii}] \quad (2)$$

- N_{ij} = número de inductores que consume de la actividad i que consume el producto j en dicha operación.
- C_{Ii} = Coste inductor de la actividad i.

3) Coste de transporte interno (Ctran)

$$C_{\text{Transporte } j} = \sum_{t=1}^w (N_{tj} * CI_t) \quad (3)$$

- N_{tj} = número de inductores que consume las actividades t (de transporte) que consume el producto j en dicha operación.
- CI_t = Coste inductor de la actividad de transporte t .

4) Coste de preparaciones (Cprep)

$$C_{\text{prep } j} = \sum_{u=1}^x [N_{uj} * CI_u] \quad (4)$$

- N_{uj} = número de inductores que consume las actividades u (de preparación) que consume el producto j en dicha operación.
- CI_u = Coste inductor de la actividad de preparación.

5) Coste de defectos (Cdef)

$$C_{\text{def } j} = \sum_{i=1}^n (CI_i * N_{ij} * K_d) - \sum_{i=1}^n (CI_i * NI_i) \quad (5)$$

- CI_i = Coste inductor de la actividad i .
- N_{ij} = número de inductores que consume de la actividad i que consume el producto j en dicha operación.
- kd = Coeficiente de defectos que afectan al material o componente

6) Coste de espera

$$C_{\text{esp}}(\text{por unidad del producto } j) = \sum_{i=1}^n [t_{\text{esp } ij} * CI_{Fi}] / [\text{unidades fabricadas } j] \quad (6)$$

- $t_{\text{esp } ij}$ = tiempo espera en la actividad i de todas las unidades del producto j .
- CI_{Fi} = Costes Fijos de la actividad i .
- $\text{Unidades fabricadas } j$ = Número unidades fabricadas del producto j .

7) Coste de stocks en curso

$$C_{invj} = \sum_{r=1}^s [C_{WIPj} * U_{nWIPj} * \% \text{ coste}] \quad (7)$$

- C_{invj} = Coste inventario de la producción en curso correspondiente al producto j.
- C_{WIPr} = Costes del producto en curso s.
- U_{nWIPr} = Unidades de producto en curso s correspondiente al producto j.
- % coste = tanto por ciento de coste imputable como coste de inventario.

3. Aplicación a un caso

El proceso de producción con el que se pretende contrastar el modelo planteado es el de una planta de ensamblaje de productos informáticos. (Cuatrecasas, 1998; pp199-244).

Se trata de una planta productiva que se dedica al montaje de productos informáticos. La figura 2, muestra los procesos que se llevan a cabo así como los tiempos ciclo.

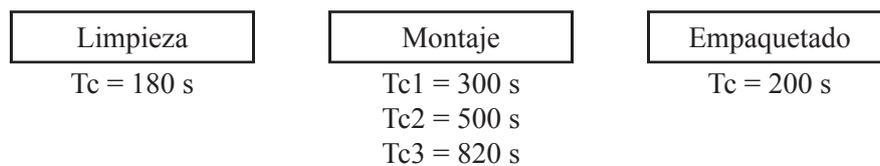


Figura 1. Procesos de la planta

Se trata de una distribución en línea, con flujo de producto unidad a unidad.

Hay un total de 5 puestos, que se distribuyen según se muestra en la tabla 5.

Tabla 1. Distribución de puestos de trabajo

Número de personas	
Limpieza	1
Montaje	3
Empaquetado	1

3.1. Evaluación de la situación inicial

La tabla 2 resumen las magnitudes clave del sistema y sus valores para la etapa inicial.

Tabla 2. Situación inicial

Tiempo de ciclo	Lead time total	Lead time 1ª pieza	Lead time últ. pieza	Tiempo de espera total	Máximo stock
820 s	140.580 s (39,05 horas)	2.000 s	110.160 s (30,60 horas)	111.280 s (30,91 horas)	136 unidades

3.2. Cálculo del coste del producto aplicando esta nueva metodología

Para la aplicación del sistema de costes propuesto en esta investigación, se han definido todas las actividades así como los inductores de cada una de ellas (tabla 3).

Tabla 3. Definición de las actividades e inductores

Centro de trabajo	Código actividad	Descripción actividad	Inductores
Limpieza	LPC-Trans	Transportar desde el almacén al centro de limpieza	HO
	Limpieza	Limpieza	HO
Montaje	MONT-P1	Montaje puesto 1	HO
	MONT-P2	Montaje puesto 2	HM
	MONT-P3	Montaje puesto 3	HO
	MONT-P3-Trans	Transportar desde montaje a empaquetado	HO
Empaquetado	EMPAQ	Empaquetado	HO
	EMPAQ-Trans	Transportar al almacén de producto terminado	HO

Por otra parte y con objeto de que el coste del producto no fluctúe como consecuencia de diferentes grado de actividad se han definido para cada concepto de gasto de cada actividad un índice técnico de forma tal que para los conceptos de gastos que tienen el carácter de fijos, como pueden ser las amortizaciones, se ha definido un nivel de actividad normal de tal forma que si no se alcanza dicho nivel no afecta al coste del producto y se lleva como coste de subactividad.

Para mayor claridad se presenta en la tabla 4 el desglose del coste inductor de la actividad montaje-puesto2.

Tabla 4. Definición de las actividades e inductores

Código proceso	Denominación proceso	UI	I. Óptimos	I. Previstos	Subproceso
MONT-PUESTO2	MONT-PUESTO2	HM	200,00		
Concepto de consumo					
		UC	Unidades por inductor	Precio	Importe por inductor
Mano de obra					
Mano de obra			1,00	20,00	20,00
Materias principales					
Mprinc1			1,00	3,00	3,00
Mprinc2			1,00	2,00	2,00
Materias secundarias					0,00
Energía eléctrica					0,00
Amortización maquinaria			1,00	10,00	10,00
Amortización utillaje					0,00
Mantenimiento maquinaria					0,00
Mantenimiento utillajes					0,00
Servicios					0,00
Otros consumos					0,00
Total coste del inductor					35,00

De la misma forma se ha calculado el coste del resto de inductores que son los utilizados en el cálculo del coste.

3.2.1 Coste del producto

Con la información anterior se procede al cálculo del coste unitario, de acuerdo con las ecuaciones (1) a (7), según se muestra en la tabla 5, en la que se ha utilizado la siguiente notación:

PC: precio de compra de la unidad de material.

UM / UF: unidades de material teóricas consumidas por cada unidad fabricada.

Kmp: coeficientes de mermas y defectuosos que afectan al consumo y coste de los materiales.

UM^r/UF: unidades de material reales consumidas por cada unidad fabricada = (UM / UF) x Kmp.

Cmp: Coste de materiales del producto.

I/UF: número de inductores teóricos que consume la actividad por unidad fabricada.

Kd: coeficiente de defectuosos que afectan al consumo de inductores de la actividad.

I^r/UF: número de inductores reales que consume la actividad por unidad fabricada.

CFact: Coste de fabricación del producto por el total de actividades

Tabla 5. Coste del producto

MATERIAS PRIMAS/CONJUNTOS INCORPORABLES/SEMIELABORADOS								
Código	Denominación	UN	PC		UM/UF	Kmp	UM ^r /UF	CFact
A	Elemento A	un.	2		1	1	1	2
B	Elemento B	un.	5,5		1	1	1	5,5
C	Elemento C	un.	3		1	1	1	3
Total materias primas								10,5

COSTES DE ACTIVIDADES EN CENTROS								
Código operación	Denominación	Inductor	Coste Inductor	Tiempo (seg)	I/UF	Kd	I ^r /UF	CFact
LPC - TRANS	Transportar desde el almacén al centr	HO	20	10	0,0028	1	0,0028	0,0556
LPC	Limpieza pantallas y cristales	HO	30	160	0,0444	1	0,0444	1,3333
LPC - TRANS	Transportar desde el almacén al centr	HO	20	10	0,0028	1	0,0028	0,0556
Esperas MONT - P1								0,0059
MONT - P1	Montaje puesto 1	HO	35	300	0,0833	1	0,0833	2,9167
Esperas MONT - P2								0,0157
MONT - P2	Montaje puesto 2	HO	35	500	0,1389	1	0,1389	4,8611
Esperas MONT - P3								0,0320
MONT - P3	Montaje puesto 3	HO	35	810	0,2250	1	0,2250	7,8750
MONT - P3 - TRANS	Transportar lote desde montaje a dep	HO	20	10	0,0028	1	0,0028	0,0556
Esperas PA								2,6123
PA	Packing	HO	20	180	0,0500	1	0,0500	1,0000
PA - TRANS	Transportar lote al almacén de produ	HO	15	20	0,0056	1	0,0056	0,0833
Total coste de actividades en centros								20,90

Total coste de fabricación	31,40
-----------------------------------	--------------

El total coste lo separaremos en coste de materiales, coste de actividades con valor añadido, costes de transporte y coste de espera, tal como aparece en la tabla 6.

Puede observarse en la tabla 6 que el despilfarro que más repercusión tiene en el coste es el coste de espera (un 8,5%).

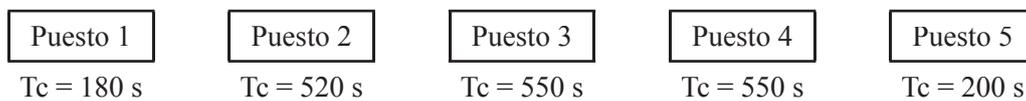
Tabla 6. Detalle del coste del producto

Coste materiales	10,50
Coste de actividades con valor añadido	17,99
Coste de transporte	0,25
Coste espera	2,67
Total	31,40

3.3. Mejora en el proceso de producción

En la implantación inicial el producto ya avanza en flujo. Lo que trataremos es que el mismo sea regular y equilibrado. Para ello descompondremos los procesos en sus operaciones elementales e intentaremos agrupar las operaciones en bloques cuyo tiempo total se más parecido, o dicho de otra forma el proceso esté más equilibrado.

El resultado es el siguiente:

**Figura 2.** Distribución equilibrada de tareas

Calculando las magnitudes del proceso actual observamos que todas ellas han mejorado tal como se indica en la tabla 7. Puede observarse que el lead time total se ha reducido considerablemente (alrededor del 32,5%), que el máximo de stock ha pasado de 136 a 118 unidades, que el tiempo de ciclo del proceso se ha reducido alrededor del 33% y que el tiempo total de espera ha disminuido un 43,3%.

Tabla 7. Situación tras la primera etapa

Tiempo de ciclo	Lead time total	Lead time 1ª pieza	Lead time últ. pieza	Tiempo de espera total	Máximo stock
550 s	94.950 s (26,38 horas)	2.000 s	64.530 s (17,93 horas)	63.080 s (17,52 horas)	118 unidades

3.3.1 Coste del producto tras la primera etapa

Tabla 8. Coste del producto tras la primera etapa

MATERIAS PRIMAS/CONJUNTOS INCORPORABLES/SEMIELABORADOS								
Código	Denominación	UN	PC		UM/UJF	Kmp	UM'/UJF	CFmp
A	Elemento A	un.	2		1	1	1	2
B	Elemento B	un.	5,5		1	1	1	5,5
C	Elemento C	un.	3		1	1	1	3
Total materias primas								10,5

COSTES DE ACTIVIDADES EN CENTROS								
Código operación	Denominación	Inductor	Coste Inductor	Tiempo (seg)	I/UJF	Kd	I'/UJF	CFact
LPC - TRANS (10 unid)	Transportar desde el almacén al centr	HO	20	10	0,0028	1	0,0028	0,0556
LPC	Limpieza pantallas y cristales	HO	30	160	0,0444	1	0,0444	1,3333
LPC - TRANS (10 unid)	Transportar desde el almacén al centr	HO	20	10	0,0028	1	0,0028	0,0556
Esperas MONT - P1								0,0059
MONT - P1	Montaje puesto 1	HO	35	520	0,1444	1	0,1444	5,0556
Esperas MONT - P2								0,0229
MONT - P2	Montaje puesto 2	HO	35	550	0,1528	1	0,1528	5,3472
Esperas MONT - P3								0,0408
MONT - P3	Montaje puesto 3	HO	35	540	0,1500	1	0,1500	5,2500
MONT - P3 - TRANS	Transportar lote desde montaje a depa	HO	20	10	0,0028	1	0,0028	0,0556
Esperas PA								1,4939
PA	Packing	HO	20	180	0,0500	1	0,0500	1,0000
PA - TRANS (10 unid)	Transportar lote al almacén de produ	HO	15	20	0,0056	1	0,0056	0,0833
Total coste de actividades en centros								19,80

Total coste de fabricación	30,30
-----------------------------------	--------------

Respecto al coste total por unidad (tabla 8) ha pasado de 31,40 € a 30,30 €.

Si vemos su detalle, se observa que la mejora operativa de equilibrar el proceso se ha traducido en unos menores tiempos de espera y por lo tanto en unos menores costes de espera tal como se puede apreciar en la tabla 9.

Tabla 9. Detalle del coste del producto tras la primera etapa

Coste materiales	10,50
Coste de actividades con valor añadido	17,99
Coste de transporte	0,25
Coste espera	1,56
Total	30,30

4. Conclusiones

- La adopción de sistemas de fabricación JIT puso de manifiesto la inadecuación de los sistemas de contabilidad de costes
- Una de las mayores dificultades que se encuentran las empresas que implementan fabricación *lean* es ligar los impactos de este sistema con la parte financiera.

- Se ha escrito mucho sobre los problemas asociados con la contabilidad de costes y la necesidad de cambio. Sin embargo, el cómo abordar estos cambios es materia de continuo debate.
- De la revisión bibliográfica realizada se echa en falta una metodología de gestión de costes para empresas que están camino hacia la fabricación *lean*.
- En esta trabajo de investigación se propone una metodología de gestión de costes para empresas que se encuentran en el camino de la fabricación *lean*, a través de un caso suficientemente contrastado.
- El modelo de gestión de costes que se plantea cumple el objetivo de reflejar los cambios que se den en la empresa, cuando ésta camina hacia un entorno ajustado o *lean*.

Referencias

- Ahlstrom, P.; Karlsson, C. (1996). Change Processes towards Lean Production: the role of the management accounting system. *International Journal of Operations and Productions Management*, Vol. 16, Nº. 11, pp 42-56.
- Baguer, A., (1996). Simulación integrada de costes a través de técnicas de índices. Tesis Doctoral. Universidad de Navarra.
- Cuatrecasas, Ll. (2006). Claves de Lean Management. Gestión 2000.
- Cuatrecasas, Ll. (1998). Gestión Competitiva de stocks y procesos de producción. Ed. Gestión 2000.
- Cuatrecasas, Ll.; Fortuna Santos, J. (2006b). Deslocalización o producción ajustada. X Congreso de Ingeniería en Organización (ADINGOR). Valencia.
- Jenson, R.; Brackner, J.; Skousen, C. (1996). Management accounting in support of manufacturing excellence. Institute of Management Accountants.
- Maskell, B. (1996). Making the numbers count. Productivity Press.
- Maskell, B. (2000). Lean Accounting for Lean Manufacturers. *Manufacturing Engineering*, Vol. 125, Iss. 6, pp. 46-53.
- Maskell, B.; Baggaley, B. (2003). Practical Lean Accounting. Productivity Press.
- Ruiz de Arbulo, P. (2005). Un nuevo modelo de gestión de costes para avanzar hacia la producción *lean*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco.
- Ruiz de Arbulo, P.; Diaz de Basurto, P. (2006). El Value Stream Costing (VSC). X Congreso de Ingeniería en Organización (ADINGOR). Valencia.
- Ward, Y. et al. (2003). Cost management and accounting methods to support lean aerospace enterprises. University of Bath.
- Womack, J.; Jones, D. (2003). Lean Thinking. Free Press.