

La teoría del lote económico de fabricación

Manuel GÓMEZ

Escuela Universitaria de Estudios Empresariales de Lugo

Tradicionalmente se ha venido manteniendo, y aún se mantiene en ocasiones, que en la fabricación de productos o componentes por partidas existe un tamaño del «lote» para el cual el coste combinado¹ resulta mínimo.

Sin embargo, no todo el mundo acepta que esta relación se cumpla regularmente. Nosotros, desde una perspectiva *estratégica* y con independencia de cuáles hayan sido los criterios para realizar el cálculo de la *cantidad económica del lote* (C.E.L.), manifestamos nuestro esencial desacuerdo, es decir, no creemos que el objetivo «determinación de la cantidad óptima a fabricar en cada lote» sea factible, al menos en buena parte de los casos; ni interesante; ni que su filosofía pueda incluirse, sin más, entre las que informan las nuevas lógicas de fabricación.

Tanto en otros trabajos como en éste, nuestros planteamientos convergen en el rechazo de la C.E.L. como elemento con valor de apoyatura *estratégica*. El antagonismo *estrategia* –C.E.L. es una realidad en gran parte de las posibles situaciones que se analicen. Ahora –desde la perspectiva de algunos objetivos de categoría y naturaleza similares a la de los buscados por quienes defendieron y desarrollaron dicha teoría– nos ocuparemos sólo de proponer

¹ Entendemos como *coste combinado*, la suma de los *gastos de preparación y de gestión*.

Gastos de preparación: suelen estimarse en una cantidad fija por lote, de forma que el coste por pieza disminuye (rápidamente al principio y más despacio después) al crecer el volumen de aquél. Los principales son: costes de preparación de la maquinaria, costes de ordenación y lanzamiento y costes de algunos transportes.

Gastos de gestión: originados por el capital invertido en los diversos stocks, por el mantenimiento del almacén (espacio ocupado, personal, averías, depreciación), etc.

algunos argumentos (o contraargumentos), especialmente cuando en una planta se fabrican diversos componentes, en favor de nuestro pensamiento al respecto:

a) Los objetivos pretendidos con la determinación de la C.E.L. han carecido, en cualquier caso, de una consideración verdaderamente estratégica. Incluso los más ambiciosos en amplitud como los de obtener:

- costes unitarios mínimos,
- beneficio por partida máxima,
- máxima relación entre el beneficio y el coste de producción,
- tasa de rendimiento máxima por unidad de tiempo,

y otros similares, están orientados hacia el logro de unos costes bajos (lo cual es altamente cuestionable procediendo de semejante modo) y olvidan que existen muchas otras formas de competir.

b) La función de los costes totales unitarios de producir tiene una curvatura mucho menor de lo que generalmente se ha dado a entender a través de ecuaciones y de gráficos, de tal manera que existe un amplio intervalo de producción dentro del que las variaciones porcentuales de tales costes, con respecto a los mínimos, son muy poco significativas.

Cualquier modelo de determinación del lote económico de producción nos lleva aproximadamente a la formulación siguiente:

$$C_u = c + \frac{s}{Q} + KQ; \quad (1)$$

C_u	costes totales unitarios
c	costes fijos unitarios (materiales, mano de obra...)
s	costes de preparación por partida
Q	volumen del lote de fabricación
K	factor de costes de mantenimiento (costes del capital invertido, mantenimiento de almacenes, etc.)

Observamos que en la anterior expresión:

c = parte del coste total que es constante

$\frac{s}{Q} + KQ$ = parte del coste total que es variable

Para determinar el coste total unitario mínimo, derivamos con respecto a « Q » e igualamos a cero:

$$\frac{dCu}{dQ} = 0$$

$$-\frac{s}{Q^2} + K = 0$$

$$Q_m = \sqrt{\frac{s}{K}} \quad ; \text{ (lote de coste unitario mínimo)}$$

Por lo tanto, el coste total unitario mínimo se puede expresar de las siguientes maneras:

$$Cum = c + \frac{s}{Q_m} + KQ_m \quad (2)$$

$$Cum = c + \frac{s}{Q_m} \quad (3)$$

$$Cum = c + 2KQ_m \quad (4)$$

Si ahora denominamos «p» a la relación que existe entre los costes variables unitarios de producir una cantidad cualquiera y los correspondientes al lote económico (Q_m):

$$p = \frac{Cu - c}{Cum - c} \quad (5)$$

y hacemos las oportunas sustituciones en (2), (3) y (4), nos queda:

$$Cu = c + p (Cum - c)$$

$$Cu = c + 2 \frac{s}{Q_m} p$$

$$Cu = c + 2KQmp$$

Lógicamente, cuanto mayor sea «p», mayor será el intervalo en el que puede variar la producción, por lo que fijando un valor tope para dicha relación, obtendremos la amplitud que podrá alcanzar, como máximo, el intervalo.

De acuerdo con (1) y (4):

$$C_u - c = \frac{s}{Q} + KQ$$

$$C_{um} - c = 2KQ_m$$

y sustituyendo en (5):

$$p = \frac{(s/Q) + KQ}{2KQ_m}$$

$$p = \frac{1}{2} \left[\frac{s}{K} \frac{1}{Q \cdot Q_m} + \frac{Q}{Q_m} \right]$$

Cambiando ahora s/K por Q_m^2 y haciendo $Q/Q_m = q$ (relación entre el volumen de un lote y el del correspondiente al económico), tenemos que:

$$p = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{q} + q \right]$$

$$q = p \pm \sqrt{p^2 - 1}$$

o también:

$$Q_1 = Q_m \left[p - \sqrt{p^2 - 1} \right]$$

$$Q_2 = Q_m \left[p + \sqrt{p^2 - 1} \right]$$

Q_1 y Q_2 son los «extremos de un intervalo de producción» para los que la relación entre el coste total unitario y el mínimo es «p».

Estas funciones indican que:

1) La curva característica en un amplio intervalo, que incluye el punto mínimo, es muy plana.

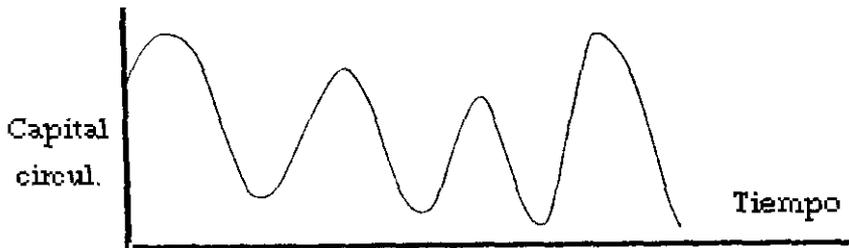
2) Es más plana hacia la derecha que hacia la izquierda.

3) Cuanto mayor sea la relación entre los costes fijos unitarios y los costes variables unitarios, menor será la influencia de las variaciones del tamaño del lote en los costes unitarios totales.

c) Seguir la política del lote económico cuando, como es el caso general, se fabrican diversos productos, piezas o componentes en una misma factoría, puede suponer una actitud pródiga de inversión.

El valor de los stocks, en este caso, es el resultado aleatorio de tantos cálculos independientes de la C.E.L. como piezas o componentes se fabriquen, e independiente, por lo tanto, de las posibilidades financieras de la firma.

Así, pues, el montante de circulante necesario sigue una evolución errática:



d) El hecho de gestionar la producción aceptando la C.E.L. significa que, implícitamente, también se acepta un sistema de ordenación de fase y ciclo múltiples, con los problemas que ello conlleva.

Destacamos aquí los elevados costes de administración y de control en los que se incurrirá programando de tal modo la fabricación, pero sobre todo los de obsolescencia.

Es obvio que en la mayoría de las factorías se producen piezas y otros componentes para su posterior ensamblado y venta. Cuando los programas de fabricación de éstos siguen una ordenación coordinada y sus ciclos son semejantes, tanto la fabricación como el montaje se hacen por subconjuntos equilibrados, y cuando tiene lugar un cambio de diseño, o de otro tipo, prácticamente se agotan antes todas las existencias de modo simultáneo; pero si la ordenación y ciclos son múltiples, cual es el caso que plantea el seguimiento de una política de la C.E.L., las piezas no forman subconjuntos equilibrados hasta que llegan a la fase final (el montaje), por lo que cualquier

cambio de planes, de diseño, etc., originará inevitablemente obsolescencias y otras pérdidas.

e) Una programación realizada teniendo en cuenta únicamente los criterios que contempla el modelo de la C.E.L., propiciará con harta frecuencia la rotura de stocks de los diversos componentes (fabricados). A la supuesta «racionalidad económica» que le atribuyen quienes lo defienden, en múltiples ocasiones se contraponen un olvido, cuando no una actitud anárquica, respecto a: fechas de comenzar y de finalizar un trabajo; lógica de secuencias (desde la perspectiva técnica del proceso y de las necesidades); capacidades necesarias y disponibles; posibilidades de fabricación simultánea; incompatibilidades; etc. Lo que con toda seguridad conduce a que, por ejemplo: «mientras que en la sección «A» se está procesando el número «x» de las piezas «p», del lote «L», cuya cantidad ideal para minimizar sus costes unitarios particulares es «N», en el almacén dispuesto al efecto se han agotado las piezas «r», para cuya fabricación es necesario disponer de las máquinas que se están utilizando en el proceso de las «p», y consiguientemente, el departamento de ensamblaje «M» ha tenido que detener su actividad por la falta de dichas piezas («r»).

f) Las necesidades de muchos materiales, especialmente los de uso más general, pueden satisfacerse con menor coste si los consumos se programan conjuntamente. Es decir, si se cortan, por ejemplo, al mismo tiempo todas las piezas (grandes y pequeñas) que se procesan utilizando materiales de las mismas características y medidas típicas, como espesor de chapas, diámetro de redondos, etc., el aprovechamiento será muy superior –y el trabajo menor– que si se utiliza un sistema de órdenes de fase múltiple.

g) En el desarrollo teórico del modelo de la C.E.L. se parte de la base de que los costes de preparación son muy elevados, y para suavizar su efecto negativo se recurre a la solución de *invertir* en stocks, pero se olvida deliberadamente que una solución «mucho más rentable» sería la de *invertir* en estudiar los posibles modos de lograr la reducción de aquéllos.

h) Los costes de utillaje también se ven afectados cuando el orden de fabricación de las piezas se establece irregularmente o con criterios no uniformes; esto impide diseñar utillajes para familias de piezas similares que vayan a ser procesadas, sucesivamente, utilizando una misma preparación básica.

i) En la mayoría de los casos, la praxis de la fabricación industrial está lejos de coincidir con lo recomendado por la teoría de la C.E.L. En general, la rentabilidad de las empresas se relaciona directamente con la tasa de rotación de los stocks, y es obvio que ésta se eleva mejorando los sistemas de flujo de materiales y su gestión antes que recurriendo a incrementar dichos stocks para compensar los costes de preparación de la fabricación.

j) Con toda seguridad, se puede afirmar que, en el mejor de los casos, a través del modelo del «lote económico» sólo se conseguirá alcanzar un coste

mínimo para un tipo de flujo muy ineficiente e impuesto por el mismo modelo.

k) La filosofía de los sistemas de fabricación que utilizan nuevas tecnologías tiene muy poco que ver con la que sirve de base a la teoría de la C.E.L.

Es cierto que la evolución de la Teoría de Inventarios (Modelos Determinísticos de revisión continua o periódica, resueltos por medio de «algoritmos» o por «programación matemática»; Modelos Estocásticos, que contemplan una amplia casuística: con/sin costes de preparación, con penalizaciones si/no lineales, para uno/varios productos, con revisiones globales...; etc.), ha suavizado algunas de las dificultades expuestas, pero, repetimos, no atacan la «esencia» del problema; se encuentran con el escollo de la interacción entre productos (componentes fabricados) y sus resultados están, desde luego, mucho más próximos a la realidad cuando dicha teoría es aplicada a la «función de aprovisionamiento» que cuando lo es a la de «fabricación».

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO ALONSO, E.

1987 «CIM: Excelencia a través de la integración», *Dirección y Progreso*, septiembre-octubre.

ALTON, R.

1982 *Group Technology*, Universidad Estatal de Michigan, 26-28 julio.

ARMSTRONG DAVID, J.

1987 «Perfeccionamiento de la gestión de las existencias», *Harvard-Deusto Business Review*, 4 T.

BASAÑEZ, L.

«Automatización industrial», *C.E.A.M., Revista de Economía Industrial*, número 171.

BUFFA, E. S. Y, NEWMAN, R. G.

1987 «*Administración de producción*», El Ateneo, Buenos Aires.

BURBIDGE, J. L.

«*El control de producción*», Ediciones Deusto, S. A. Bilbao.

CHASE, R. B. Y, AQUILANO, N. J.

«*Gestión de la producción y dirección de operaciones*» (I y II), Edit. Hispano Europea.

DRUCKER, P. F.

1981 «¿Qué secreto se esconde detrás del triunfo económico del Japón?», *Harvard-Deusto Business Review*, 3 T.

- EILON, S.
«*La producción: planificación, organización y control*», Edit. Labor, Barcelona.
- FREEMAN, C.
«*The economics of industrial innovation*», Frances Printer, segunda edición.
- GOLD, B.
1983 «La fabricación con ayuda de ordenador induce a nuevos criterios de producción», *Harvard-Deusto Business Review*, 3 T.
- HAAS, E. A.
1987 «Innovaciones en fabricación», *Harvard-Deusto Business Review*, 4 T.
- HYER, N. L.
1985 «The potencial of Group Technology for U.S. Manufacturing», *Journal Operations Management*.
- MAYNARD, H. B.
«*Manual de ingeniería y organización industrial*», Edit. Reverté, S. A., tercera edición.
- MONDEN, Y.
El sistema de producción Toyota. Edit. CDN, Ciencias de la Dirección, S. A., Madrid.
- NAKANE Y HALL, R. W.
1984 «Hacia una producción sin existencias en curso», *Harvard-Deusto Business Review*, 1 T.
- PALFY, M. A.
«El cambio tecnológico y la competitividad empresarial», *Economía Industrial*, número 192.
- RITZMAN, L. P., KING, B. E. Y, KRAJEWSKY, L. J.
1985 «Rendimiento de fabricación; pulsar las teclas adecuadas», *Harvard-Deusto Business Review*, 1 T.
- SAVE, J.
«Innovación y Tecnología: La Tecnología y los programas europeos», *Dirección y Progreso*, número 79.
- SIRVENT, J. I. Y, CAPDEPON, A.
«Automatización integral flexible: Siemens-Cornellá», *Dirección y Progreso*, número 92.
- WHEELWRIGHT, S. C. Y, HAYES, R. H.
1982 «La competencia y la función de fabricación», *Harvard-Deusto Business*, 3 T.