Rentabilidad en la Toma de Decisiones
Teoría de las Limitaciones

Ramón Martín-Andino

Logística y Operaciones

MBA- Edición 2006

.

©: Quedan reservados todos los derechos. (Ley de Propiedad Intelectual del 17 de noviembre de 1987 y Reales Decretos)
Documentación elaborada por el profesor para EOI.
Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización escrita de la EOI

ÍNDICE:

7. LA TEORÍA DE LAS LIMITACIONES 4
7.1. Introducción 4
7.2. Principios básicos 5
7.3. Aplicación de la TOC a la producción 7
7.4. Los recursos con capacidad limitada 12
7.5. La contabilidad de valor 13
7.6. La contabilidad de valor y los recursos con capacidad limitada 17
7.7. Cuestionario de control 24
BIBLIOGRAFÍA.

7. RENTABILIDAD EN LA TOMA DE DECISIONES. LA TEORÍA DE LAS LIMITACIONES

7.1. Introducción

La Teoría de las Limitaciones[1] procede de un anterior sistema de gestión de la producción denominado OPT (Optimized Production Technology) su creador Eli Goldratt amplió ésta última con la intención de crear una herramienta aplicable a la gestión empresarial y no sólo al taller de producción. Por tanto, la TOC es más que un instrumento de gestión de la producción, e intenta ser un sistema para conseguir mejoras en cualquier área de la empresa.

De lo escrito hasta ahora podemos establecer que la TOC basa su potencia en tres pilares.

1. Un nuevo sistema de razonamiento lógico a través de esquemas causa-efecto y que el autor denomina Procesos de Razonamiento (Thinking Process)

2. Un control de costes productivos, más simple y distinto a los sistemas contables usuales –sistema clásico y ABC- que Goldratt ha llamado Contabilidad de Valor, para dejar claro su rechazo a la Contabilidad de Costes, basada en los costes por absorción.

3. Una ampliación de lo tratado en la OPT, cuyos principios, antes dirigidos al campo de la fabricación, ahora resultan aplicables a cualquier proceso, aunque no sean los típicamente productivos.

No obstante, esta teoría se haya sometida a un proceso de revisión y mejora, con nuevas aportaciones obtenidas de la práctica diaria.

Todo esto da pie para pensar que en el futuro su potencia de gestión aumentará. Si bien,

[1] *Theory of Constraints* (TOC)

algunas de las dificultades reales aún permanecen sin resolver, a pesar de la indudable eficacia en el tratamiento de ciertos problemas empresariales.

Puesto que lo referido a los Procesos de Razonamiento se sale fuera del ámbito de lo tratado en este módulo, nos limitaremos a exponer lo referente sobre el segundo y tercer punto.

7.2. Principios básicos

La TOC se asienta en tres principios básicos:

1. Toda organización tiene un objetivo final.
2. Una organización es más que la suma de sus partes.
3. La eficiencia de una organización está limitada por unas pocas variables.

El primer punto no requiere mayores explicaciones. Ciertamente, cualquier organización, sea cual sea, tiene alguna finalidad. Para una empresa, desde el punto de vista de la TOC, este objetivo es ganar dinero.

El dinero no es la única finalidad de la actividad empresarial, podemos decir que hay otras, como por ejemplo dar satisfacción al mercado, o mantener una plantilla de trabajadores motivada; pero sin fondos monetarios suficientes será difícil cumplir cualquier de estos objetivos. De aquí que sea realista establecer el dinero como el fin principal de la empresa. Sin duda esta es la principal meta de la TOC. Sus aplicaciones a la producción y a la contabilidad se dirigen en este sentido.

Por lo que respecta al segundo punto anterior, es claro que en una organización, en la que no existen “sinergias” entre sus partes, sería mejor que operaran de manera independiente. Si damos por sentado que la práctica nos muestra que no ocurre así, deberemos suponer que la unión de las varias partes que forman el conjunto empresarial, se debe a que el valor percibido por el mercado de la organización de su totalidad es mayor que cada una de sus secciones por separado. En otras palabras, le

resulta más rentable a la organización trabajar de forma conjunta que separada.

Toda unión de elementos de por sí complejos necesariamente genera aún más complejidad, ya que hay que gestionar y sincronizar más recursos y actividades. La sincronización de distintos recursos crea a su vez dependencias dentro de la organización y forzosamente habrá algunos – unos pocos – cuya eficiencia sea menor que el resto, como consecuencia de estas dependencias.

Estaríamos, por tanto, refiriéndonos al tercer punto anterior, que alude a la existencia de limitaciones en toda organización. Lo cual, por otra parte no es muy discutible, puesto que, si no hubiera limitaciones, no habría dificultad en conseguir todo lo que se quisiera del objetivo final; es decir, de los beneficios, y esto no corresponde a la realidad.

La realidad también corrobora que estas limitaciones no son muchas, incluso frecuentemente sólo una. La TOC establece que la mejora – desaparición – de estas limitaciones acarrea la mejora del objetivo deseado, aunque, nuevamente, vuelvan a aparecer otras limitaciones en otros puntos de la organización.

Resumiendo lo dicho, la TOC trata de buscar la manera de mejorar las limitaciones, o cuellos de botella de un proceso para conseguir mayores ingresos. Por supuesto esto es un proceso iterativo, pues la eliminación de un cuello de botella hará que surjan otros, que requerirán nuevas mejoras y, de nuevo surgirán otros, en un continuo proceso de mejora.

No necesariamente los cuellos de botella son de índole técnica, como falta de recursos, retraso de entregas, etc., también hay cuellos de botellas surgidos por decisiones gerenciales, o políticas inadecuadas. Tampoco han de ser internos, pueden estar localizados perfectamente en el mercado.

En cualquier caso la técnica expuesta por la TOC para alcanzar la meta de mejorar los ingresos mediante la solución de los cuellos de botella consiste en cinco pasos.

1. Localizar el cuello de botella en el sistema (proveedores + proceso + clientes).

2. Procurar que el cuello de botella funcione a plena eficiencia. Es obvio que la máxima producción que se puede conseguir es la que determina la limitación, una disminución de la capacidad productiva en la limitación hará disminuir aún más la producción, lo cual ha de impedirse.

3. Los recursos que no limitan nuestra gestión, no nos impiden alcanzar nuestra meta de máximos ingresos y, por tanto, no deben ser objeto de nuestra atención ¿Para qué nos vamos a preocupar de los recursos no restrictivos? Eso es una pérdida de tiempo innecesaria. Hemos de dirigir todos nuestros esfuerzos a mantener la limitación a pleno rendimiento.

4. Eliminar, o mejorar la limitación, bien sea añadiendo recursos o eliminado políticas empresariales restrictivas.

5. Repetir el procedimiento con la nueva, o nuevas limitaciones que surjan[2].

Todas estas ideas dirigidas a centrarse exclusivamente en la mejora de los cuellos de botella simplifican enormemente la gestión y hace que la TOC sea una herramienta eficaz en los cada vez más complejos sistemas empresariales.

7.3. Aplicación de TOC a la producción

Todo lo dicho anteriormente resulta aplicable, como no podía ser menos, a los sistemas de producción. Para ello establezcamos la forma en la que usualmente se asimila un sistema de producción, esto es una cadena. En ella los eslabones corresponden a las operaciones productivas. Bien es verdad que esta simplificación está lejos de la realidad, porque, más bien, los sistemas de producción se asemejan a complejas mallas, pero sin duda no son muchos los cuellos de botella, aunque es verdad que a veces su localización es tarea compleja.

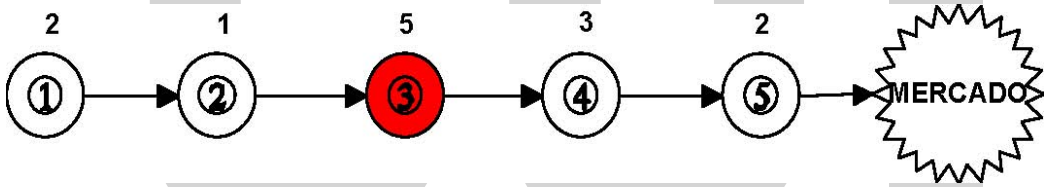
[2] Se aconseja visitar la animación de la página http://www.tocca.com.au/ , aunque elemental es instructiva al respecto.

Ciertamente la complejidad puede ser mucha, pero considerarla en su totalidad no añadirá nada a la exposición. Por ello continuaremos utilizando esta analogía, para explicar la manera en la que la TOC trata los problemas productivos.

En una cadena de operaciones – como las indicadas en la figura – habrá necesariamente unas que requieran menos tiempo que otras (es necesario decir que una cadena de producción en la que todas las operaciones se realizan en el mismo tiempo está lejos de ser real, pues siempre, se quiera o no, surgen situaciones inesperadas que, aunque transitorias, perturban la regularidad operativa) aquella operación que más se demore será la limitación, o "Cuello de Botella" (CB).

Cualquier intento de aumentar el ritmo de la producción por encima del marcado por la limitación lo único que creará serán mayores ineficiencias por acumulación de stocks.

En nuestro ejemplo la limitación está definida por la operación 3, que es la que consume más tiempo (supongamos que este sea 5 minutos por unidad). La mejora de cualquier otra operación que no sea la indicada no conduce a aumentar la producción, por tanto, es una pérdida de tiempo en la gestión operativa de la cadena.



A la vez, cualquier pérdida de tiempo por parte del recurso limitado –operación 3- es una
pérdida de producción para todo el sistema. Por tanto, se quiera o no, la producción debe seguir el paso marcado por la operación cuello de botella.

Puesto que la producción debe seguir necesariamente el ritmo marcado por el cuello de botella, nada mejor que unir su ritmo de procesado al del mercado.

En otras palabras, el Programa Maestro de Producción –que es el documento que define las necesidades de producción conforme al mercado- que quede definido por el ritmo de

procesado del cuello de botella.

Por tanto,

> *No es necesario considerar todos los recursos para hacer el Programa de Producción, basta sólo con tener en cuenta el recurso cuello de botella, porque de su ritmo dependen los demás.*

(En la TOC se denomina *"EL TAMBOR"* (*DRUM*) , en inglés, a esta forma de sincronismo de la cadena productiva, obligados el resto de los recursos por el cuello de botella)

Esto último nos obliga a evitar, en lo posible, cualquier pérdida de tiempo del recurso limitante, puesto que ello aumentará todavía más la ineficiencia en la producción.

Cualquier sistema productivo está sujeto aciertas anomalías en su funcionamiento, por lo que se ha de esperar que surjan situaciones imprevistas, por ejemplo, una parada en cualquier punto, un aumento de la demanda, mala calidad, etc,. En definitiva, si esto ocurre en las operaciones anteriores al CB, podrán afectar al rendimiento del CB y, en consecuencia, afectará indirectamente a la producción del proceso.

Esto se evita colocando un inventario de producto justo antes del CB; de esta manera cualquier anomalía, o imprevisto que aparezca en las operaciones anteriores al CB, no repercutirán en éste y continuará funcionado a su ritmo sin verse afectado el proceso por lo que sucede, ya que la limitación siempre estará abastecida.

Este inventario de protección que se sitúa antes del cuello de botella, no es un inventario determinado por criterios de necesidad de producto, sino de tiempo. Para comprenderlo mejor, es necesario tener claro que sirve para que las operaciones antes del cuello de botella no provoquen una alteración en el ritmo de trabajo del cuello de botella. Si la operación 1 o la operación 2 se retrasan, afectarán gravemente al ritmo productivo del cuello de botella, a no ser que este stock de protección suministre producto al cuello de botella durante el tiempo en que están paradas las operaciones anteriores.

Si por ejemplo, la operación 1 tiene una estadística de paradas de 3 horas como máximo, un stock de protección antes del cuello de botella equivalente a 3 horas de trabajo del cuello de botella evitará que este se vea afectado.

En la realidad se toman ciertos coeficientes que corrigen al alza este inventario, para mayor seguridad de que el cuello de botella no se verá desabastecido.

Estos stocks de productos no miden su contenido, por tanto, en unidades; más bien, se miden en unidades de tiempo. Así, un stock de 10 horas querría decir que el cuello de botella puede alimentarse sin parar, trabajando a su ritmo usual, durante este tiempo, independientemente de lo que suceda en las operaciones anteriores.

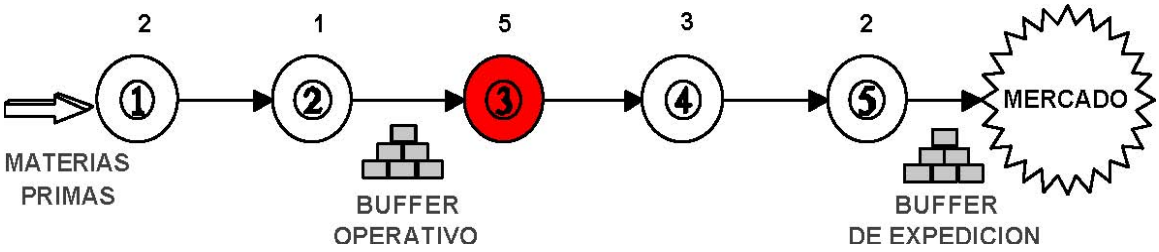
Por la misma razón es necesario crear un stock de productos finales a la salida de la cadena productiva, que evite el desabastecimiento del mercado, ante cualquier parada imprevista de los recursos posteriores al cuello de botella y anteriores al mercado. Su cálculo es idéntico al explicado para el cuello de botella.

Por supuestos estos stocks -"*Buffers"* en inglés - son transitorios, mientras dura el cuello de botella y se debe perseguir su disminución, o eliminación a costa de disminuir, o eliminar las causas que los crean; es decir: evitar paradas intempestivas con un buen mantenimiento, mejorar la calidad del sistema productivo, etc. En teoría si se consigue eliminar estas aleatoriedades del sistema, no harían falta crear estos stocks de "protección".

Al stock situado antes de la limitación lo llamaremos "*Buffer Operativo*" y el de productos
finales, que protege al mercado, lo denominaremos "*Buffer de Expedición*". Aunque su función es muy similar, su finalidad no lo es.

> *El buffer operativo tiene la misión de mantener un flujo estable de productos hacia el mercado y el buffer de expedición tiene la misión de que se cumplan los plazos de entrega. En ambos casos el cálculo de estos inventarios se hace en función del tiempo para que, según estadísticas de*

fallos, ni el cuello de botella ni el mercado queden desabastecidos.



El ritmo de trabajo de las operaciones no limitadas son, por definición, más rápidas que la operación CB. De aquí que suministrar materias primas a la cadena, al ritmo marcado por las operaciones no limitadas, sólo sirva para aumentar continuamente los inventarios entre operaciones. Para evitar una acumulación excesiva, y hacer trabajar más de lo necesario a los recursos no limitados, las entregas de materias primas deben quedar sujeta al ritmo marcado por el CB. Esta dependencia de la entrada de materiales al proceso en función del ritmo de trabajo del CB (simbólicamente una atadura ficticia) es lo que se denomina *"Cuerda"* – en inglés *Rope.*

Concretando este último punto.

La entrada de materias primas a la línea de producción debe hacerse al ritmo marcado por el consumo del cuello de botella.

Estos tres conceptos -*"Tambor"*, *"Buffer de protección"* y *"Cuerda"* – descritos con anterioridad, son fundamentales en la gestión de los sistemas de producción y se conocen por sus siglas en inglés como "DBR" y forman la base de la programación de dichos sistemas. En esencia la ventaja de esta forma de programar la producción es que sólo debe fijarse en el cuello de botella y subordinar el resto de los recursos a lo que haga el cuello de botella. Todo ello simplifica enormemente el esfuerzo hecho por otras formas de gestión de la producción que programan todos los recursos, sean o no cuello de botella.

Salvo por lo descrito, el resto el resto de pautas recomendadas por la TOC para la gestión de la producción coinciden, en general, con lo establecido para la producción

JIT.

Es decir, también es aplicable la filosofía de los "cinco ceros", exceptuando algunos aspectos referidos a "cero stock" (tiempo improductivos, cero; averías y paradas, cero; demoras y retrasos, cero; escasez imprevista de los recursos, cero).

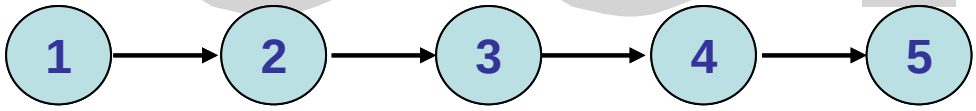
Así también es comparable a la Gestión en Calidad Total, al fijarse como meta la eliminación de los cuellos de botella, lo que la asimila a la mejora continua.

7.4. Los recursos con capacidad limitada (Capacity Constraint Resources)

En los sistemas productivos que procesan más de un producto, la consecuencia es que los tiempos de procesado son diferentes, según se indica en la tabla de la figura.

Cada producto tiene su cuello de botella (operación más lenta) y corresponden a la operación 3, para el producto A; operación 1, para B y operación 4, para C, conforme a los datos de la tabla de la figura.

Si consideramos el total de tiempo utilizado por cada etapa para producir las unidades indicadas en la tabla observamos que la operación 3 es la que más tiempo consume.



	Tiempos de operación en minutos por unidad					*Unidades procesadas*
Productos	*Operación 1*	*Operación 2*	*Operación 3*	*Operación 4*	*Operación 5*	
A	3	4	7	1	2	100
B	4	2	3	2	1	50
C	3	1	1	5	5	20

	Tiempos totales por operación en minutos				
	Operación 1	*Operación 2*	*Operación 3*	*Operación 4*	*Operación 5*
A	**300**	**400**	**700**	**100**	**200**
B	**200**	**100**	**150**	**100**	**50**
C	**60**	**20**	**20**	**100**	**100**
Total	**560**	**520**	**870**	**300**	**350**

Supuesto que el tiempo total para producir las cantidades citadas de los tres productos fuera de 800 minutos es claro que la operación 3 constituye una limitación para la producción total. A estos recursos se les denomina “Recursos con Capacidad Limitada” (RCL) y sobre ellos son los que pivotan todas las decisiones que se toman en la TOC.

Por tanto, hay que diferenciar entre Recurso con Capacidad Limitada y Cuello de Botella:

Un Recurso con Capacidad Limitada es el que impide al proceso satisfacer la demanda de mercado. Un Cuello de Botella es el que limita la producción, pero no necesariamente impide alcanzar la demanda de mercado.

7.5. La contabilidad de valor

Los métodos de estudio de costes que desarrolla la Teoría de las Limitaciones se apartan totalmente de la concepción clásica de costes por absorción y de otras más recientes como la Activity-Based Costing, o Management-Based Costing, por lo que es objeto de amplia polémica entre los defensores de los conceptos más tradicionales de cálculo e imputación de costes.

Tal es el rechazo que los seguidores de esta nueva teoría tienen sobre la contabilidad de costes que propugnan un cambio de denominación y de forma de razonar y, en su lugar, han acuñado el término de “Contabilidad de Valor”.

La TOC cree necesario aplicar una forma diferente de razonar de los responsables empresariales para no tomar los costes como uno de los factores determinantes de las

decisiones. Para la TOC los costes distorsionan la información y empujan a tomar decisiones equivocadas, por esta razón para la TOC los costes no deben aplicarse.

Esto es así por varias razones.

- Primera, porque los estudios de costes contienen numerosos cálculos subjetivos que los hacen inviables en la toma de decisiones. Es conocida la amplia divulgación de casos reales y numerosos ejemplos en los que las decisiones tomadas basadas en los resultados de estos estudios empeora aquello que debería mejorar.

- Segundo, porque en el mundo actual el coste no debe ser el elemento conductor de la política de la empresa. Como los defensores de esta Teoría mantienen, muchas reducciones de plantilla se han tomado en aras de una mejora de costes, sin considerar que ello ha supuesto la pérdida de un valor tan importante como es la experiencia.

- Tercero, porque en unos mercados crecientemente competitivos los costes no sirven para fijar precios, si no más bien los precios sirven para fijar costes. De manera que la forma de establecer alegremente los márgenes en épocas pasadas, ya no sirve; ahora el precio es el que es y, los errores en la determinación de los costes se acaban pagando con menores beneficios. No hay posibilidad de repercutir en el mercado los errores propios.

- Cuarto, porque la relación entre los costes directos e indirectos se ha invertido en favor de los últimos. En los comienzos de la industrialización, momentos en los que se puso en vigor la actual teoría de costes, los costes directos suponían un amplio porcentaje del conjunto. Ahora, basta con analizar los costes de cualquier equipo con cierto contenido tecnológico, para saber que no es así. Por ejemplo, en un ordenador los costes directos suponen entre el 25 y 30% del total. Hay otros como los costes de diseño, logísticos, de propaganda, etc., muchos más importantes que aquéllos, cuya imputación al producto es problemática.

- Quinto, porque la mano de obra productiva, considerada tradicionalmente como un coste variable, ha dejado de ser tal para pasar a ser un coste fijo. La imputación del tiempo de trabajo de los operarios a los productos es más un requerimiento para obtener una cifra numérica que una necesidad real. En otras palabras, la cuantía de los salarios es una cantidad fija, cuyo importe hay que abonar periódicamente sea cual sea la decisión sobre la mezcla –*mix*- de los productos fabricados.

- Sexto, porque la cantidad de productos que una empresa tiene en su proceso productivo es hoy muy superior al de épocas anteriores, de manera que es cada vez más difícil y está mas sujeto a error la atribución de los costes fijos a los productos.

Por todo ello, la TOC propugna el *valor* como el elemento de referencia a la hora de tomar decisiones. Según se ha dicho, esta teoría tiene como finalidad ganar dinero y se ha de perseguir tal objetivo manteniendo un flujo creciente de aquellos productos que representen para la empresa los mayores ingresos. Cualquier causa que impida este objetivo (Cuellos de Botella) debe ser superada si se quiere alcanzar tal finalidad.

Desde este punto de vista, y puesto que en esta toma de decisiones no puede haber aspectos que compliquen con cálculos innecesarios, inexactos y subjetivos y arbitrarios el resultado perseguido –tal y como ocurre con los análisis de costes utilizados comúnmente- la TOC simplifica al máximo el número de variables que se han de estudiar en el proceso para conocer y comparar los resultados. Estas variables corresponden a:

- *Throughput*[3] o Contribución. Expresa la cantidad de dinero que genera el sistema en un periodo de tiempo. El cálculo de la Contribución es fácil porque se obtiene de restar a los ingresos por ventas los costes de las materias primas, que para la TOC son los únicos variables de la producción. Por tanto.

Contribución (T) = Ingresos por ventas – Costes totales de las materias primas consumidas

[3] Hemos traducido la palabra *Troughput* por Contribución dada la similitud de su definición con la de Margen de Contribución y la dificultad de encontrar en español un término adecuado para traducirla del inglés.

También se podría haber escrito lo anterior para la unidad de producto fabricada en lugar de la totalidad producida.

Contribución unitaria (Tu) = Precio de venta – Coste unitario de las materias primas

- *Inversión (Investment*[4]) (I). Comprende todas las inversiones en recursos, materiales e instalaciones que la empresa adquiere para poder desarrollar su actividad. Dentro de este apartado se encuentran los inventarios de productos en curso, materia prima, producto final y todo lo que, de forma comparativa con un balance, llamaríamos activos de la empresa.

- *Gastos operativos (Operating Expenses*), (OE). Corresponden a todos los gastos habidos durante un periodo y necesarios para transformar parte de los inventarios en dinero, es decir en Contribución.

Con estos tres datos la TOC determina cuándo es o no adecuado fabricar un producto, qué precio debería tener si no estuviera determinado éste por el mercado, etc.

Para ello define dos variables que son.

Beneficios (B) = Contribución (T) – Gastos Operativos (OE)

Rentabilidad sobre el Inventario (ROI) = Beneficios / Inversión (I)

Toda decisión deberá ser aceptada si los beneficios son positivos y si la rentabilidad mejora, en otro caso debe rechazarse.

Por ejemplo, una inversión hecha para adquirir una nueva máquina, supuesto que con ello se aumenta la cantidad de producto fabricado y acarree una disminución del gasto necesario, tendrá como resultado una decisión positiva, si el cálculo de la nueva rentabilidad es superior a la existente anteriormente y rechazable en otro caso.

Ejemplo de aplicación: Análisis de adquisición de un bien.

[4] En alguna literatura aparece la palabra *Inventory* en lugar de *Investment* para referirse a lo mismo. Particularmente creemos que el último término es más exacto y así lo utilizan muchos estudiosos de esta teoría.

Antes de la adquisición.

- Inversión (conjunto de activos) antes de la adquisición de la máquina: 3 millones de euros.
- Costes Operativos al año: 7 millones de euros.
- Contribución al año: 8 millones de euros.
- Beneficio anual = 8 – 7 = 1 millón de euros.
- Rentabilidad anual = 1/3 = 33%.

Después de la adquisición.

- Inventario, incluido el valor de la máquina: 5 millones de euros.
- Costes operativos al año: 6,5 millones de euros.
- Contribución al año = 8,3 millones de euros.
- Beneficio anual = 8,3 – 6,5 = 1,8 millones de euros
- Rentabilidad anual = 1,8/5 = 36%

Interesa la propuesta.

7.6. La contabilidad de valor y recursos con capacidad limitada

Veamos a continuación un ejemplo de aplicación de la Contabilidad de valor a un sistema productivo con una etapa que limita la producción.

Supongamos que un sistema de producción fabrica dos tipos de producto, llamémoslos X e Y.

El proceso está formado básicamente por dos operaciones, que corresponden a la operación A y operación B.

Ambos producto deben ser procesados en esas dos operaciones y se dispone de 2.400 minutos por semana y operación.

Los datos de mercado indican que los consumos se mantienen con regularidad y podrían suministrarse sin problemas 12.000 unidades por semana de X y 12.000 unidades por semana de Y.

Los precios de venta por unidad son respectivamente 1,05 euros para X y 1,00 euros para Y.

Los costes de las materias primas ascienden para X, 0,45 euros por unidad y 0,50 euros por unidad para Y

Los tiempos necesarios para operar cada unidad de producto son:

Etapa A: 0,02 minutos por unidad para X y 0,10 minuto para Y.

Etapa B: 0,15 minutos por unidad para X y 0,10 minutos para Y.

La disponibilidad de tiempo productivo por semana y sección es de 2.400 minutos.

Los costes operativos: energía eléctrica, depreciación, salarios, administración, etc., suponen 10.500 euros por semana.

¿Cuánto producto se podría fabricar de cada uno de ellos en estas condiciones?

Veamos primero cual es la limitación de este sistema productivo.

Etapa A.

Para la fabricación de X necesitamos

0,02 minutos/unidad x 12.000 unidades/semana = 240 minutos/semana.

Para la fabricación de Y necesitamos.

0,1 minuto/unidad x 12.000 unidades/semana = 1200 minutos/semana.

Total tiempo requerido para fabricar X e Y en la etapa A.

240 minutos + 1200 minutos = 1440 minutos/semana

Ocupación de la etapa A.

1440 minutos/ 2400 minutos = 60%

Luego, esta etapa no restringe la producción.

Etapa B.

Para la fabricación de X necesitamos

0,15 minutos/unidad x 12.000 unidades/semana = 1800 minutos/semana.

Para la fabricación de Y necesitamos.

0,1 minuto/unidad x 12.000 unidades/semana = 1200 minutos/semana.

Total tiempo requerido para fabricar X e Y en la etapa B.

1800 minutos + 1200 minutos = 3000 minutos/semana

Ocupación de la etapa A.

3000 minutos/ 2400 minutos = 125%

Esta etapa sí es la que limita la producción (ver lo expuesto con anterioridad sobre la diferencia entre recursos con capacidad limitada y cuellos de botella).

Como no podemos fabricar todo lo que el mercado requiere, deberemos recortar la producción. Ahora bien, queda por determinar de qué producto.

RESPUESTA SEGÚN LA TEORÍA CLÁSICA DE COSTES

Puesto que el precio de venta es mayor para X (1,05 €) que para Y (1,00 €); los costes de las materias primas son mayores para Y (0,50 €) que para X (0,45 €) y el tiempo

total necesario para producir X (0,17 minutos) es menor que el requerido para Y (0,20 minutos), es mejor producir lo que se pueda de X y, si queda tiempo, producir Y lo que reste.

Por tanto, produzcamos 12.000 unidades de X.

Esto requiere del recurso limitado 12.000 unidades x 0,15 minutos/unidad = 1.800 minutos.

Nos sobran 2.400 -1.800 = 600 minutos que aprovecharemos para hacer Y

La cantidad de unidades producidas en esos minutos será.

600 minutos/0,1 minutos/unidad = 6.000 unidades.

Luego la mezcla de productos debe ser

12.000 unidades de X y 6.000 unidades de Y

Si esta es nuestra decisión, veamos a cuánto ascenderían nuestros beneficios.

Ingresos por fabricar 12.000 de X = 12.600 euros.

Ingresos por fabricar 6000 de Y = 6.000 euros.

Total 18.600 euros.

Costes de las materias primas para X

12.000 x 0,45 = 5400 euros

Costes de las materias primas para Y

6.000 x 0,50 = 3000 euros

Total costes de materias primas 8.400 euros.

Costes operativos 10.500 euros

Total beneficios -300 euros.

RESPUESTA SEGÚN LA TEORÍA DE COSTES TOC

Esta teoría establece que el objetivo de una empresa es ganar dinero y toda limitación debe ser eliminada para mejorar este objetivo. Por tanto, el recurso con capacidad limitada se configura como un recurso precioso, pues si se gana tiempo en él, se mejora esta meta; pero si se pierde, nos alejamos. De aquí el recurso con capacidad limitada es claves en las decisiones.

Calculemos la contribución unitaria de cada producto.

Contribución unitaria de X.

Tu = Precio de venta - costes materias primas

Tu = 1,05 – 0,45 = 0,6 euros/unidad

Contribución unitaria de Y

Tu = 1,00 – 0,50 = 0,50 euros/unidad

Desde este punto de vista es mejor el producto X que el Y. Pero si consideramos que ambos consumen recursos limitados y estos son muy importantes para la empresa, deberemos comparar los valores anteriores con los tiempos de procesado de cada producto en el recurso limitado.

Veamos cuánto dinero produce cada minuto de utilización del recurso limitado (operación B)

Contribución unitaria del producto X por cada unidad de recurso limitado.

0,6 euros/unidad/0,15 minutos/unidad = 4 euros/minuto.

Contribución unitaria del producto Y por cada unidad de recurso limitado.

0,5 euros/unidad/0,1 minutos/unidad = 5 euros/minuto.

Por tanto:

> *La decisión de qué producto es mejor se basa en la contribución que marginalmente deja ese producto por unidad de recurso con capacidad limitada que consume.*

Se debe calcular para cada producto el cociente dado por

$$\frac{T_u}{t_{rcl}}$$

y elegir el mayor de ellos.

(Donde Tu es la contribución unitaria y t_{rcl} el tiempo empleado por el producto en el recurso con capacidad limitada)

Luego es más interesante el producto Y. Justo lo contrario que la decisión anterior.

Por tanto, deberemos fabricar lo máximo posible de Y y, si sobra tiempo, producir después lo reste de tiempo el producto X.

Si hacemos las cuentas oportunas, la mezcla de productos será ahora de 12.000 unidades de Y, y 8000 de X

¡Si se calculan los beneficios, el resultado es de 300 euros, justo lo opuesto a lo que se habría decidido de emplear la teoría de costes clásicas!

Aclaramos que la mano de obra, desde el punto de vista de la TOC, es un gasto fijo y no u coste variable. En otras palabras y basándonos en este ejemplo: ¿cabría pensar que una empresa despidiera o contratara mano de obra por el mero hecho de que en lugar de producir 12.000 unidades de X y 6.000 unidades de Y, se hicieran 12.000 unidades de Y y 8.000 de X?

La respuesta es que ninguna empresa contrata o despide personal por el mero hecho de cambiar su *mix* de producción por cuestiones operativas (día a día de la producción). Luego no podemos considerar a la mano de obra un gasto variable, sino fijo, desde este punto de vista.

Luego debe quedar claro que la utilización de los costes como elemento de decisión puede conducir a equívocos

7.7. Cuestionario de control

1. La finalidad de colocar un inventario de protección antes del cuello de botella es.

   - A. Evitar que el cuello de botella se vea afectado por las interrupciones de las operaciones anteriores.
   - B. Conseguir economías de escala en la producción.
   - C. Mantener estable la carga de trabajo de los puestos de trabajo de la cadena.
   - D. Hacer que el producto llegue con puntualidad al mercado.

   (Sol. A)

2. El término *Rope* (cuerda) se emplea como símbolo de.

   - A. Las necesidades del mercado. Simbólicamente hay que atar la producción a la demanda.
   - B. El programa de producción de la fábrica.
   - C. La sincronización en la entrada de materias primas con el ritmo marcado por el cuello de botella.
   - D. La gestión integrada de todos los recursos de la fábrica con el recurso cuello de botella.

   (Sol. C)

3. Cuál de las afirmaciones siguientes son ciertas en un sistema de gestión basado en la TOC.

   - A. Los proveedores deben trabajar sincronizados con los cuellos de botella.

- B. No tiene sentido invertir dinero en mejorar las etapas que no son cuellos de botella.
- C. Cuello de botella es lo mismo que recursos con capacidad limitada.
- D. Los cuellos de botella en un sistema son múltiples y abundantes.

(Sol. A y B)

4. Los datos anuales de un proceso son: Contribución (T) = 1.000 euros; Gastos Operativos (OE) = 650 euros; Inversión (I) mantenida por la empresa = 1500 euros. Como resultado de la compra de una máquina su nueva situación es: La Contribución ha aumentado en 300 euros anuales; los gastos operativos han aumentado en 150 euros y la inversión también ha crecido como consecuencia de la compra de la máquina hasta 2.200 euros. Cuál de las siguientes afirmaciones son correctas

   - A. La empresa hizo bien en comprar la máquina, porque el beneficio subió.
   - B. La empresa tiene una rentabilidad menor ahora que antes.
   - C. La empresa no debía haber comprado está máquina porque la rentabilidad disminuyó.
   - D. Si se compró era porque se necesitaba independientemente de la rentabilidad final.

   (Sol. B y C))

5. Una empresa procesa tres productos en un proceso con varias operaciones en la cual hay un cuello de botella Los datos de esta producción son los siguientes.

   Producto A. Su precio de venta unitario es de 70 euros, se pueden venden 30 unidades diaria, tiene unos costes de mano de obra por unidad de 20 euros y consume 10 minutos por unidad en el recurso con capacidad limitada.

Producto B. Su precio de venta unitario es de 50 euros, se pueden vender 50 unidades diarias, los costes de mano de obra por unidad son de 10 euros y consume 6 minutos por unidad en el recurso con capacidad limitada.

Producto C. Su precio de venta unitario es de 40 euros por unidad, se pueden vender 40 unidades diarias, necesita 20 euros por unidad y consume 2 minutos por unidad en el recurso de capacidad limitada.

Se disponen de 480 minutos al día para que el cuello de botella fabrique estos productos y los costes de la producción, exceptuando la mano de obra ascienden a 1000 euros diarios.

Según la TOC y dado que hay que recortar producción de uno de los tres, cuál de las siguientes afirmaciones son ciertas respecto a los datos anteriores.

- A. En orden en el que se deben procesar los productos debe ser ABC.
- B. El orden en el que se deben procesar los productos debe ser BCA.
- C. El orden en que se deben procesar los productos debe ser CBA.
- D. El orden en que se deben procesar los productos debe ser CBA.

(Sol. C)

6. Cuáles de las siguientes afirmaciones respecto a la pregunta anterior son cierta.

- A. Los máximos beneficios posibles serían de 2.300 euros.
- B. Los máximos beneficios posibles serían de 1.980 euros.
- C. Los máximos beneficios posibles serían de 1900 euros.
- D. Ninguna de las anteriores.

(Sol. A)

BIBLIOGRAFÍA

- La Meta: un proceso de mejora continua.

  Eliyahu Goldratt, Jeff Cox

  Ed. Díaz de Santos

- Necesario pero no suficiente: una novela empresarial sobre la teoría de las limitaciones

  Eliyahu Goldratt

  Ed. Díaz de Santos

- Implementig the Theory of Cosntraints

  Mark Woeppel

  The St. Lucie Press/APICS

- Management Dynamics. Merging Constraints Accounting to Drive Improvement

  John Casperi, Pamela Caspari

  John Wiley & Sons Inc.

http://casparija.home.comcast.net/

http://www.tocca.com.au/

http://www.solentmgtconsultants.com/smcl14.htm

http://www.toc.co.uk/

http://www.tpacc.com/

http://www.goalsys.com/id21.htm