

XXIII

CONGRESO INTERNACIONAL DE
CONTADURÍA, ADMINISTRACIÓN
E INFORMÁTICA

LA GESTIÓN DE RESTRICCIONES COMO HERRAMIENTA PARA MAXIMIZAR EL VALOR ECONÓMICO GENERADO EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

Área de investigación: Contabilidad, costos y auditoría

Jaime Silva Delgado

Facultad de Contaduría y Administración
Universidad Nacional Autónoma de México
México
jsilvad@gmail.com

Ricardo Cristhian Morales Pelagio

División de Investigación
Facultad de Contaduría y Administración
Universidad Nacional Autónoma de México
México
pelagioricardo@hotmail.com

Octubre 3, 4 y 5 de 2018

Ciudad Universitaria | Ciudad de México



LA GESTIÓN DE RESTRICCIONES COMO HERRAMIENTA PARA MAXIMIZAR EL VALOR ECONÓMICO GENERADO EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS



Resumen

Los enfoques tradicionales de gestión de procesos pretenden evaluar el desempeño, centrados en el aumento de la eficiencia individual de cada componente del flujo del proceso, sin considerar que como característica propia de su naturaleza los procesos tienen restricciones que limitan su flujo y por lo tanto su capacidad global, así todos sus componentes trabajen a máxima capacidad. De aquí la importancia de analizar el impacto a nivel operacional y financiero de la gestión de procesos productivos basada en la capacidad de producción de los recursos restrictivos.

Para esto se analiza las características de los sistemas de gestión de costos tradicionales, se revisa los planteamientos de la teoría de restricciones que busca gestionar los procesos a partir de sus restricciones y se analiza una de las metodologías más relevantes en la creación de valor como lo es el EVA (*Economic Value Added*).

Para pasar a analizar de manera práctica el impacto de los planteamientos de estos enunciados teóricos sobre los resultados financieros empresariales, realizando una comparación entre el enfoque planteado por la teoría de restricciones y los enfoques de costes tradicionales; concluyendo con los efectos que el cambio de gestión en los procesos empresariales de hoy, tendría sobre el valor generado.

Palabras clave: Teoría de restricciones, creación de valor, costeo estándar, EVA

Planteamiento del problema

La parte medular de una empresa son sus procesos, sea que sus operaciones se basen en manufactura, servicios u otra índole; y es a partir de ejecutar estas operaciones que nace el consumo de recursos y la necesidad de cuantificarlos para conocer y evaluar que el desempeño global de la organización sea el esperado. Es así que a medida que las empresas se desarrollan y crecen en capacidad, surge la necesidad de



revisar y retroalimentar la forma en que se ejecutan y controlan sus procesos, identificando las oportunidades de mejora, manteniendo una política de mejora continua dentro de la organización.



Los procesos empresariales son cuantificados por medio de sistemas de costos que reflejan el consumo de recursos necesarios para la ejecución de determinadas actividades. A partir de los criterios con los que se cuantifica el consumo de los recursos, se determina la forma en que los procesos son gestionados; buscando que las directrices para llevar a cabo el proceso logren los mejores resultados al ser cuantificados. Es el caso del control de producción bajo el enfoque del sistema de costos estándar (SCE), que se lleva a cabo mediante un programa de producción que hace énfasis en lograr la máxima eficiencia desde el inicio de las operaciones de la línea de producción. Este enfoque en la programación de la producción supone que todos los centros de trabajo tienen una capacidad balanceada, buscando la máxima eficiencia de cada una de las máquinas; lo que únicamente se puede lograr si la capacidad de la máquina inicial es mayor a la capacidad de la máquina siguiente en la línea de producción, a la siguiente, y así de manera sucesiva. Buscando que ningún recurso tenga tiempo ocioso, liberando materia prima de manera continua al inicio del proceso, es decir, la materia prima es suministrada de acuerdo a la capacidad de procesamiento de la primera máquina (Ortiz, Nuño de la Parra, Torres, & Báez, 2008). Estos supuestos no son ciertos ya que los procesos están sujetos a fluctuaciones estadísticas, que hacen que la capacidad de una máquina no siempre se mantenga al mismo ritmo y también que en condiciones reales no siempre es posible la alineación de los elementos de mayor a menor capacidad (Goldratt & Cox, 2003). Otro defecto del SCE es que a partir de la forma en que se programan los procesos y sus supuestos busca óptimos locales, exigiendo la máxima producción de cada una de las máquinas, sin importar el comportamiento global, alejándose del óptimo global. Este enfoque acarrea grandes inventarios en proceso, problemas dentro el sistema como mayores tiempos de entrega, mala calidad, que llevan a una mayor inversión de capital y al aumento de los costos de producción (Ortiz, Nuño de la Parra, Torres, & Báez, 2008).

El enfoque de gestión propuesto por la Teoría de Restricciones (TOC por sus siglas en inglés) asume que para controlar la producción y lograr la sincronización de las operaciones de la línea de producción, es necesario





identificar y gestionar los procesos a partir de su recurso restrictivo. Al comparar SCE con el sistema planteado por TOC se identifica un sistema de gestión mucho más eficiente (Ortiz, Nuño de la Parra, Torres, & Báez, 2008). Mientras que SCE plantea un programa de producción que suministra materia prima a la línea a la velocidad de procesamiento de la primera máquina, TOC establece que la materia prima se debe suministrar a la tasa de producción del recurso restrictivo o cuello de botella, que es el recurso que determina la capacidad de producción global del sistema y por ende todas las demás etapas deben subordinarse a la capacidad del recurso restrictivo. Esto genera una disminución significativa del inventario en proceso logrando menores gastos de operación y una mayor liquidez a la empresa entre otros aspectos.

Sin embargo, el sistema que las empresas utilizan generalmente para cuantificar el uso de los recursos son los sistemas tradicionales de costos y aunque cambien la forma de gestionar los procesos, al sistema basado en la teoría de restricciones, la forma de cuantificarlos sigue siendo la misma. Esto repercute en no contar con información correcta para la toma de decisiones, derivado de cuantificar un proceso con un sistema de costos que difiere con el enfoque de gestión con el que se administra el proceso, lo que lleva a una distorsión de la información. El problema surge entonces en que no se esté evidenciando la optimización de la gestión de los procesos en la estructura de la información contable y financiera de la empresa, lo que afecta la toma de decisiones estratégicas como la forma de gestionar las operaciones, la generación de utilidades y por ende la determinación del valor creado por la empresa, que es el principal interés de los accionistas.

Aspectos relevantes de la gestión de costos

Dentro del diseño operativo y financiero de las empresas, los sistemas de administración de costos son la columna vertebral de la cuantificación de las operaciones para registrar, gestionar, identificar y evaluar la viabilidad y rentabilidad de todas las operaciones. Estos sistemas se han estructurado para medir y asignar los costos a los objetos de costo, que son cualquier rubro respecto del cual se miden y asignan los costos en que se ha incurrido para su realización, por ejemplo productos, proyectos, actividades (Horngren, Foster, & Datar, 2007). El principal reto de los sistemas de costos está en medir y asignar costos



con la mayor exactitud posible, lo que conduce a que algunos métodos sean más precisos que otros (Horngren, Foster, & Datar, 2007).



Los sistemas de costos están formados de dos subsistemas: el sistema de contabilidad de costos y los sistemas de control operativo, el primero parte de la necesidad de asignar costos a los productos y servicios, así como reportar información externa y el segundo busca proporcionar retroalimentación del desempeño de la operación, para planear y controlar los resultados. A su vez los sistemas de costos se pueden clasificar como basados en funciones o basados en actividades. Un sistema de costos basado en funciones, supone que todos los costos se pueden clasificar como fijos o variables de acuerdo a los cambios en unidades o el volumen de artículos producidos, por lo cual dependen de una alta correlación entre los generadores de costo y las unidades producidas. Por otra parte, los sistemas basados en actividades, su prioridad es el rastreo de los costos en vez de la distribución, la identificación de generadores se amplía a la identificación de generadores no relacionados con el volumen de productos elaborados, lo que incrementa la exactitud de la asignación de costos, la calidad y relevancia de la información de costos (Hansen & Mowen, 2007).

Con respecto a los sistemas de control operativo, en los sistemas basados en funciones, el desempeño se mide comparando los resultados reales con los resultados estándar o presupuestados, enfocándose únicamente en las medidas financieras de desempeño, suponiendo que la maximización del desempeño de la empresa en general se logra al maximizar el desempeño de unidades organizacionales individuales, por otro lado el control operativo en los sistemas basados en actividades, se enfoca en la administración de las actividades, no de los costos, mejorando el valor que recibe el cliente; por lo que hace énfasis en que la maximización de unidades individuales no necesariamente contribuye a la maximización del sistema como un todo. Es así que para las industrias que se enfrentan a una mayor exigencia de las condiciones del mercado y buscan construir una ventaja competitiva, requieren sistemas que les permitan tener una mayor evaluación del comportamiento de los costos, un incremento en la exactitud del costo de los productos y una mejora continua en su gestión (Hansen & Mowen, 2007).





Dentro de los sistemas basados en funciones uno de los métodos más conocidos es el costeo estándar, que data de principios del siglo XX, como fruto del proceso de industrialización que se gestionó en gran parte por la doctrina del taylorismo, quien se enfocó en un mayor control de la elaboración y la productividad. Pero fue el contador Chester G. Harrinson quien genero el primer ensayo sobre el tema. Siendo este sistema de costeo uno de los más usados por las empresas manufactureras en el mundo. Los costos estándar son básicamente costos unitarios calculados con antelación al inicio del proceso productivo o al inicio del periodo contable, lo que hace que se determinen para cada producto y proceso, utilizando estudios de tiempos y movimientos y estimaciones de ingeniería (Duque, Osorio, & Agudelo, 2011). Estos son opuestos a los costos reales, que son los costos históricos en que se incurrió en el proceso productivo, es decir, los costos que ya se ejecutaron. Algunas de sus ventajas es que facilita la elaboración de presupuestos, promueve el control de costos y simplifica el costo de los inventarios, a su vez que calcula “el deber ser” de los costos o metas de costos, sirviendo de referencia para tomar correctivos.

De acuerdo a la evolución de nuevos y más eficientes sistemas productivos, las empresas requieren hoy cambios en los sistemas de contabilidad de gestión, que empleen diferentes métodos de cálculo para el costo de los productos, cuantifiquen el incremento de los costos y permitan decidir con mayor certeza que actividades realmente agregan valor a los productos. Por lo que se requieren sistemas de gestión mejor diseñados que sustenten nuevas estrategias de producción y actúen como puente entre la producción y otras funciones (Alsmadi, Alamani, & Khan, 2014).

Teoría de restricciones

Ante los paradigmas tradicionales de buscar la productividad en componentes aislados de los sistemas y no ver el sistema como un todo; del que se debe buscar su eficiencia global, que integre sus diferencias, y genere resultados que lleven a las empresas a sobresalir en los mercados competitivos, surgió la teoría de restricciones (TOC por sus siglas en inglés *Theory of Constraints*.). Hacia los años 70s, cuando motivado por las necesidades de un vecino que operaba una planta de beneficio de pollo, el físico israelí Eliyahu Goldratt desarrollo un programa efectivo de producción que aumento la producción de la



planta, llamado OPT, que luego hacia los años 80s, fue introducido a varias grandes empresas en Estados Unidos (Naor, Bernardes, & Coman, 2013).



Goldratt aplicó ideas tomadas de su disciplina a la gestión empresarial y productiva, observando que los sistemas productivos son altamente complejos, lo que hace más fácil tratar de entender cómo se comportan en vez de ordenarles como funcionar; logrando un conocimiento descriptivo de los modelos empresariales que facilite su entendimiento y una intervención práctica más eficiente, es decir, en vez de aplicar modelos normativos propuso el uso de modelos descriptivos (Manotas, Manyoma, & Rivera, 2000). Fue a partir de su libro *La Meta* en 1984, que Eliyahu Goldratt divulgó ampliamente los conceptos de la teoría de restricciones. Posteriormente publicó varios libros (*La Carrera*, 1986; *El Síndrome del Pajar*; 1990; *No es la Suerte*, 1994; *Cadena Crítica*, 1997; *Necesario pero no Suficiente*, 2000 y *No es tan Obvio*, 2009) para tratar las incongruencias entre la filosofía de TOC y los sistemas tradicionales de medición del desempeño; avanzando en el desarrollo de la teoría.

La teoría de restricciones es crítica de la aceptación generalizada de la productividad como el objetivo central de la gestión administrativa y cuestiona la lógica de los sistemas de costos tradicionales (Botero & Maldonado, 2016). Es así que en su concepción sistémica de la empresa, el enfoque TOC, analiza la empresa como la relación de sus componentes menores (subsistemas) que se relacionan entre sí para el cumplimiento de sus objetivos, y concibe la meta de la organización como "*Ganar dinero en el presente, como también garantizar su continuidad en el futuro*" (Goldratt & Cox, 2003), que no es lo mismo que ahorrar dinero.

De acuerdo a esto, su principal premisa es que el desempeño financiero de una empresa está limitado por sus restricciones, que requieren ser gestionadas implementando un proceso de cambio en tres niveles dentro de la organización (planteamiento conocido como 3M's): la mentalidad de la empresa, las medidas que impulsan el negocio y los métodos empleados en la empresa (Gupta, Kaur Sahi, & Chahal, 2013). Bajo la mentalidad planteada por TOC, la empresa debe dedicar su energía a promover iniciativas consistentes con su meta de hacer dinero.





Entendiéndose las restricciones como el aspecto que limita el desempeño de todo el sistema empresarial y por ende el cumplimiento de su objetivo básico. Las restricciones existentes pueden ser de índole internas y externas. Estas restricciones pueden ser físicas, que surgen de las limitaciones en maquinaria; de mercados, por limitaciones externas a la demanda de los productos y servicios; o por políticas, adoptando prácticas que restrinjan los resultados.

Es así que lo que busca el enfoque TOC es identificar y gestionar las restricciones o cuellos de botellas, como el aspecto de control, que permita que los recursos asociados a dichas restricciones se utilicen de la mejor manera, garantizando que el sistema genere los mayores resultados, reflejado en sus salidas. Equilibrando el flujo físico del proceso con la demanda prevista, esto es, equilibrar la capacidad del recurso restrictivo con la demanda del mercado (Goldratt & Cox, 2003). De esta manera si el desempeño del sistema está limitado por sus recursos restrictivos, al mejorar el desempeño del recurso restrictivo es evidente que mejorará todo el sistema; pero si por el contrario se mejoran recursos que no son restrictivos, estas mejoras no necesariamente repercuten en mejoras globales para el sistema. De aquí la diferencia con las perspectivas administrativas tradicionales, de aumentar la productividad desde elementos puntuales sin evaluar el conjunto. Estas acciones parciales de mejora tienen repercusiones en la situación general de la empresa, reflejado por ejemplo en mayores niveles de inventario, así como en las distorsiones contables y financieras que se derivan de estos aspectos (Botero & Maldonado, 2016).

Una de las mayores controversias que plantean Goldratt, es la manera en que se realiza la medición del desempeño financiero de las empresas. De acuerdo a esto el segundo nivel a considerar implica las medidas que impulsan el negocio y permiten medir el desempeño de lograr el objetivo primario de una empresa de ganar más dinero. Desde el nivel operativo, son: *Throughput*, Inventario y Gastos de Operación, y los indicadores que permiten saber si una empresa está ganando dinero, desde un nivel macro, son: utilidad neta, rendimiento sobre el capital invertido (ROI por sus siglas en inglés *Return On Investment*) y el flujo de caja.



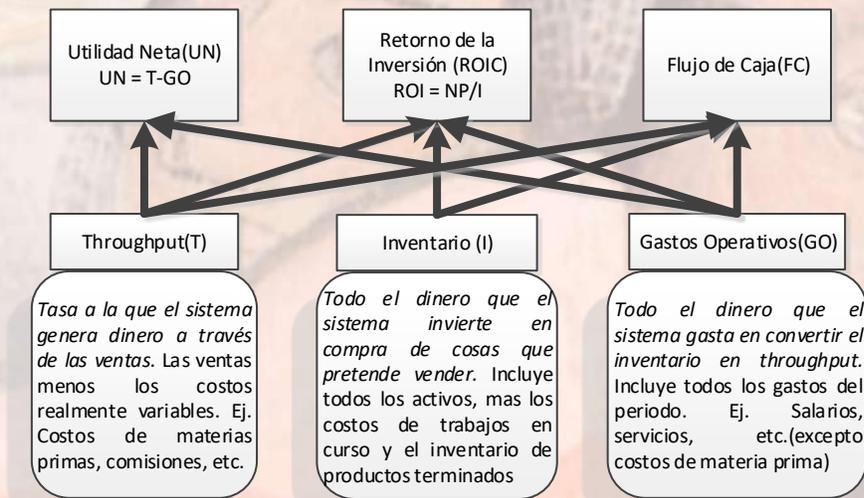


Figura No 1. Medidas TOC y su relación con las medidas financieras
(Gupta, Kaur Sahi, & Chahal, 2013)

El *throughput* es “la velocidad a la que el sistema genera dinero a través de las ventas” (Goldratt & Cox, La Meta, 2003), esto es el dinero que entra a la empresa por unidades que realmente han sido vendidas, más específicamente, es el precio de venta menos los costos verdaderamente variables (es decir, los costos incurridos en proporción directa a las unidades vendidas, como es el caso de los costos directos de material) (Gupta, Chahal, Kaur, & Sharma, 2010). A partir de este parámetro se define la conveniencia o no de producir y vender, lo que implica que en la administración de la restricción se dé prioridad a los productos que generan mayor *throughput*. De esta manera el costo unitario deja de ser la unidad básica de medida y se orientan los esfuerzos a la generación de valor a partir de las restricciones del sistema.

A su vez el inventario “Corresponde a todo el dinero que el sistema ha invertido en adquirir cosas que pretende vender” (Goldratt & Cox, 2003) Abarca todas las propiedades, plantas y equipos utilizados en las operaciones, incluidas las materias primas, los trabajos en curso y los inventarios terminados. TOC no incluye dentro de su definición de inventarios, los valores relacionados con costos de mano de obra directa y costos indirectos de fabricación, pues considera que estos son gastos de conversión y deben ser tratados como tal, pues el valor añadido se concreta cuando el producto es vendido y genera un diferencial, que es el que representa el valor añadido. En otros términos, el inventario representa el dinero atrapado dentro del sistema y es muy similar a lo que se llama inversión (Gupta, Chahal, Kaur, & Sharma, 2010).





Los gastos de operación representan “*Todo el dinero que el sistema gasta en transformar el inventario en Throughput*” (Goldratt & Cox, 2003). Incluye ventas y gastos administrativos, utilidades, depreciación, alquiler, suministros, salarios, costos de inventario y otros gastos generales. En otras palabras esto representa, todo el dinero que sale del sistema independientemente del número de productos vendidos (Gupta, Chahal, Kaur, & Sharma, 2010). Estas medidas globales son de naturaleza financiera y se relacionan con las medidas macro mencionadas, al usarlas como referencia de control en la operación empresarial, generando una repercusión sobre los resultados de la empresa, ganando dinero por haber incrementado la utilidad neta, al tiempo que se incrementa el rendimiento sobre la inversión y simultáneamente se incrementa el flujo de efectivo (Goldratt & Cox, 2003).

El tercer nivel planteado por Goldratt corresponde a la metodología para administrar las restricciones que limitan a la empresa en la generación del *throughput*. Para llevar a cabo la mejora de los procesos, a través de la gestión de sus restricciones, plantea que la gestión debe realizarse enmarcada en 5 pasos que permitirán la correcta implantación y sostenimiento del enfoque propuestos (Goldratt & Cox, 2003), estos son:

1. Identificar las restricciones del sistema, implica a partir del análisis de capacidades determinar el recurso que restringe el flujo del proceso.
2. Decidir cómo explotar las restricciones del sistema, gestionándolas de forma eficaz para sacar el máximo provecho, asegurando que la capacidad no se desperdicie; aplicando dos principios: el valor marginal del tiempo en un recurso de restricción es igual *throughput* del sistema y las decisiones tomadas deben centrarse en sincronizar el flujo del proceso. Esto implica que la explotación de cada minuto de la restricción debe estar centrada en el objetivo de hacer dinero, es decir, darle prioridad al producto que genere mayor *throughput* por minuto de restricción (Gupta, Chahal, Kaur, & Sharma, 2010).
3. Subordinar todo a la decisión anterior, programando los recursos no limitados al ritmo de la restricción. Basado en tres principios: el





primero señala que los recursos deben ser utilizados, no solo activados, el segundo dice que el valor marginal del tiempo en un recurso no restrictivo, es insignificante y el tercero, sugiere que el nivel de utilización de un recurso no restrictivo está controlado por las restricciones del sistema (Gupta, Chahal, Kaur, & Sharma, 2010).

4. Elevar las restricciones del sistema, implica aumentar la capacidad del recurso restrictivo por medio de un programa de mejora del nivel de actividad de la restricción.
5. Si elimina la restricción, volver al paso inicial, generalmente cuando se supera una restricción se crea una nueva, por lo cual se debe continuar en el proceso de mejora continua.

Por medio de este ciclo los procesos empresariales estarán en constante seguimiento y mejora de su desempeño, enmarcados en un proceso de mejora continua, orientados a maximizar el dinero generado por el sistema. Implícito en este método esta que las restricciones deben ser administradas con base a las fluctuaciones estadísticas que presentan los procesos, pues sus flujos son de tipo probabilístico, siempre hay un cambio en el desempeño de sus actividades a nivel de tiempos, especificaciones y otros. También se debe considerar lo que Goldratt definió como eventos dependientes, lo que implica que en los procesos siempre hay una interdependencia entre sus actores que afecta su desempeño. Otro de los aspectos fundamentales que también se deben considerar cuando se implementa la gestión de los procesos por este enfoque, es la determinación del nivel al que deben operar los recursos que no son una restricción, este es uno de los planteamientos más inquietante de Goldratt, pues contrario a la noción tradicional, plantea al ocio como un medio para mejorar la productividad, visto desde la perspectiva que la sobreexplotación de recursos que no son restrictivos solo van a generar un uso inadecuado del capital al generar inventarios más altos, implicando la aparición de mayores costos y gastos, y que en la práctica no aportan más dinero al sistema que el permitido por la capacidad del recurso restrictivo en un periodo determinado.

Como parte de este proceso se cuentan con algunas técnicas para gestionar la capacidad dinámica de los procesos, es el caso del sistema tambor, amortiguador y cuerda (D-B-R, por sus siglas en ingles *drum-buffer-rope*) utilizado para controlar y sincronizar las operaciones de



manufactura, definir el programa óptimo de explotación de la restricción y controlar el flujo de inventarios del sistema.



El tambor es el ritmo o cadencia del flujo establecido por la restricción del sistema, el amortiguador se define como el inventario representativo del tiempo de respuesta de las operaciones anteriores al cuello de botella, que asegura que siempre tendrá material para trabajar, pueden ser tiempo o material; y la cuerda se define como el sistema o plan que se encarga de comunicar al cuello de botella con los recursos restante, programando su trabajo a la velocidad de este cuello de botella (Ortiz, Nuño de la Parra, Torres, & Báez, 2008).

Creación de valor

Directamente la generación de mayores ingresos debería verse reflejada en los registros financieros de las empresas y por ende impactar en un aumento del valor del negocio. Para esto es necesario medir de una manera precisa el valor generado por las operaciones de la empresa, para Iñiguez & Poveda (2000) la medida del Valor Económico Agregado (EVA por sus siglas en inglés *Economic Value Added*) supera a otras medidas que buscan explicar el valor generado por la operación, considerando la importancia de los ajustes en la información que se requieren para un cálculo preciso (Iñiguez & Poveda, 2000). El EVA es una medida operativa de la creación de valor creada por la consultora Stern Stewart & Co.

La idea a partir de la que se inspira el EVA surgió hacia finales del siglo XVIII cuando Roberth Hamilton planteó que para que una empresa creara valor era necesario obtener una rentabilidad superior al coste de los recursos empleados. A lo largo del siglo XX este concepto se ha identificado por varios términos, siendo el resultado residual de los más conocidos hasta la consolidación del termino EVA como una medida generalizada (Iñiguez & Poveda, 2000).

La definición del EVA se derivó del resultado residual, realizando ajustes sobre los valores que se calcula para definirse como sigue:

$$EVA = NOPAT \text{ ajustado} - k \cdot CAPITAL \text{ ajustado}$$

Donde NOPAT es la utilidad operativa después de impuestos, k es el costo promedio ponderado del capital (WACC por sus siglas en ingles)





y CAPITAL es el capital invertido. Stewart propone una serie de ajustes a aplicar a las magnitudes contables, para aproximarlas en mayor medida a la realidad económica de la empresa y estas varían de acuerdo a la naturaleza de la empresa. Se presentan más de 160 ajustes potenciales que se aplican sobre cuentas de resultados y balances para obtener las medidas apropiadas de beneficio y capital apropiadas para el cálculo del EVA (Amat, 2002).

Es así que todos los esfuerzos y enfoques planteados para cambiar la manera en que se ejecutan y controlan las operaciones, se deben reflejar a nivel de la estructura financieras repercutiendo directamente en el valor de las empresas, de tal manera que al utilizar medidas como el EVA se evidencie la fuente de la que surge los mejores resultados, para de esta manera consolidar estrategias que lleven a la empresa a otro nivel competitivo.

Análisis comparativo de procesos gestionados bajo TOC y bajo enfoques tradicionales

El enfoque de TOC es explotar la restricción del sistema productivo, para obtener la máxima productividad de la restricción; por lo que se debe aprovechar la capacidad existente en la restricción sin incurrir en ningún gasto adicional y tomar decisiones; por ejemplo, encontrar una combinación óptima de productos, asegurando el uso óptimo de la capacidad disponible (Gupta, Kaur Sahi, & Chahal, 2013). Por lo que la orientación de cualquier modelo de TOC debe ser fomentar que cada decisión que se tome a lo largo del sistema productivo optimice el uso del recurso restrictivo.

Algunos autores han planteado modelos para comparar las características de un sistema TOC con modelos tradicionales de gestión de costos. Buscando identificar el efecto en los resultados en la aplicación de los diferentes enfoques, así como determinando la misma base de comparación. Sin embargo, estos análisis, aunque consideran los efectos económicos, están más enfocados a los aspectos operacionales.

Ortiz et. al. (2008) analizando la necesidad que tienen las plantas manufactureras de lograr un flujo sincronizado de materiales a través de sus procesos, que responda a la demanda del mercado de manera oportuna, basándose en las ideas de Goldratt y en el conocimiento



básico sobre SCE, planteó un estudio comparativo entre un sistema de costos estándar con TOC al aplicar el sistema DBR, para esto los autores plantearon un modelo de simulación de un sistema de manufactura funcionando con el enfoque SCE y el mismo modelo ajustado a los planteamientos de TOC.



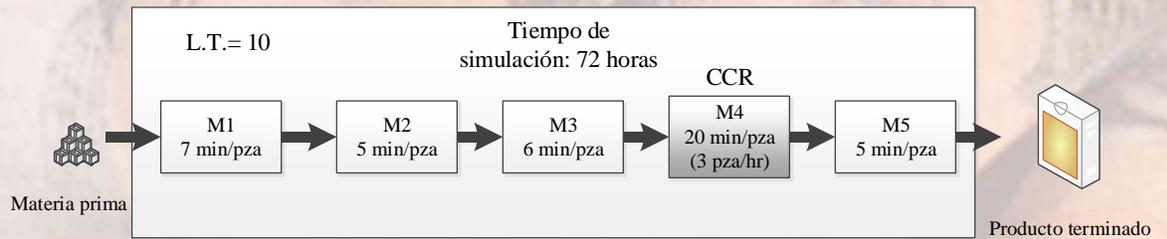
El modelo consistía en una línea de producción de 5 tipos de máquinas, que solo procesan un tipo de pieza, determinada la cuarta máquina de la línea como el recurso con capacidad restringida, definiendo la liberación de materia prima de acuerdo a las características de cada enfoque:

- Para el enfoque SCE se suministra materia prima al sistema cuando la máquina inicial del proceso (máquina1) la necesite, con el objetivo que no baje su eficiencia, y por lo tanto alimente de materia prima a las máquinas posteriores. Suministrando la materia prima de acuerdo al tamaño del lote de producción.
- Para el enfoque TOC se suministra la materia prima de acuerdo a la tasa de producción por hora del recurso restrictivo.

Para efectos de la simulación se asume que la materia prima llega tan pronto se necesita, que fluirá de manera secuencial máquina a máquina y las piezas terminadas son entregadas al cliente de manera inmediata. También asumen que no hay tiempo de transporte entre máquinas, solo hay una entrada de materia prima al sistema y de acuerdo a los planteamientos de TOC se determina un tamaño de amortiguador según el número de piezas que puede producir el recurso restrictivo en el 90% del tiempo de producción de un lote de transferencia de 15 piezas. Una descripción del proceso para ambos enfoques se observa en la siguiente figura:



Características del sistema de manufactura bajo el enfoque del sistema de costos estándar



Características del sistema de manufactura bajo el enfoque del sistema TOC

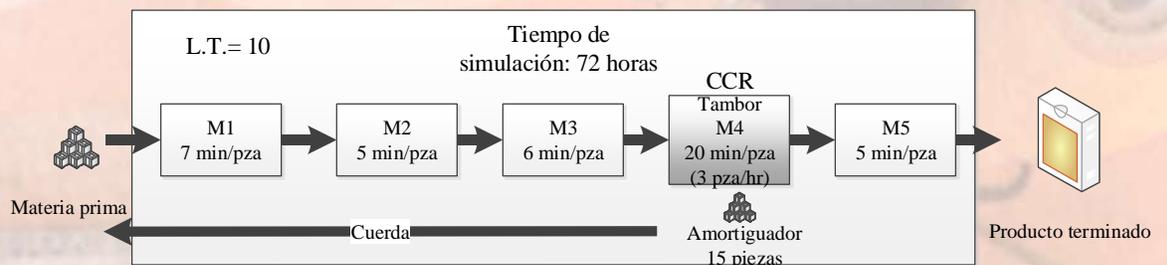


Figura No 2. Características de los sistemas de manufactura (Ortiz, Nuño de la Parra, Torres, & Báez, 2008)

Una vez ejecutada la simulación los autores realizaron el análisis y medición de los resultados obtenidos. En cuanto al inventario en proceso identificaron que en el sistema funcionando bajo el sistema de costos estándar, en promedio, una vez terminada la simulación quedaban 4254 unidades en proceso en todo el sistema, como era de esperarse al aplicar este tipo de enfoque la mayor cantidad de inventario quedo represado en la máquina 4 que es el recurso restrictivo. Mientras que aplicando el sistema TOC solo resulto un inventario de producto en proceso de 41 unidades. Lo que arroja una ventaja competitiva al lograr un menor inventario en proceso, con los beneficios financieros que esto significa.

Con respecto a las unidades producidas en cada máquina pudieron determinar que en el flujo propuesto las primeras tres máquinas (ubicadas antes del recurso restrictivo) en el sistema del enfoque SCE produjeron en promedio más del 250% que las mismas máquinas en el sistema TOC, y que a pesar de tener una mayor utilización de máquinas en el sistema de costeo estándar, este no genero un mayor producto terminado que el proceso gestionado con TOC. Sin embargo, no hay una



diferencia sustancial entre la cantidad de producto terminado en los dos sistemas, SCE produjo 1927 unidades y TOC producto 1948 unidades, siendo la diferencia el efecto generado por el amortiguador definido inicialmente. En total en el periodo de simulación con el enfoque SCE se realizaron 20425 procesamientos de unidades en todas la máquinas, frente a 9802 procesamientos de unidades por el enfoque TOC, lo que comparado con la cantidad de unidades que salieron como producto terminado en cada uno de los enfoques, permite concluir que el TOC logra un proceso productivo más eficiente, que a su vez repercute en los resultados financieros, disminuyendo el nivel de gastos de operación de la empresa y por ende mejores resultados netos.

El porcentaje de utilización en cada máquina fue significativamente mayor en el enfoque SCE (89.61%, 76.55%, 63.9%, 89,54%, 22.3% respectivamente para cada máquina), siendo las máquinas 1 y 4 la de mayor utilización; para el caso de TOC el recurso restrictivo presentó el mayor porcentaje de utilización (31.95%, 27.26%, 22.75%, 90.51%, 22.56% respectivamente para cada máquina). Aunque podría parecer que el sistema TOC está siendo menos eficiente, dentro de los estándares comúnmente utilizados de evaluar eficiencias individuales, es evidente en los resultados encontrados por los autores, que en un enfoque TOC se logra una mayor eficiencia global del sistema, haciendo un uso más adecuado de las materias primas y de la maquinaria en sintonía con la capacidad real del proceso. Lo que a su vez plantea retos importantes con el uso del tiempo ocioso de la mano de obra.

También identificaron que una pieza pasa menos tiempo en promedio en el sistema bajo el enfoque TOC (847 min frente a 1510 min de SCE), más tiempo en promedio en espera para formar un lote (274.64 min frente a 215.16 min de SCE) esto debido a que las unidades se liberan a la velocidad del recurso restrictivo, tiempos promedio similares en operación (42.86 min frente a 43 min de SCE) y menos tiempo promedio de espera para ser procesada por una máquina (530 min frente a 14854.35), lo que evidencia que el enfoque TOC permite lograr una mayor eficiencia global de los recursos de la empresa, teniendo un efecto directo sobre los resultados financieros (Ortiz, Nuño de la Parra, Torres, & Báez, 2008).

Gonzalez et. al. (2008) utiliza una empresa productora de cemento para la que aplica los planteamientos de TOC y los compara con los



resultados obtenidos por el Método de Margen de Contribución (Costeo variable), determinando cuál de las dos metodologías permite tomar las mejores decisiones y cual genera mayores resultados financieros.



La empresa utilizada como referencia produce dos tipos de productos: cemento tipo I con una demanda estimada de 45.000 toneladas y cemento tipo II con una demanda estimada de 100.000 toneladas, con una limitación por restricciones en el costo del kW de energía de solo trabajar 18 horas al día, durante 25 días al mes. En la siguiente figura se muestra la descripción del proceso:

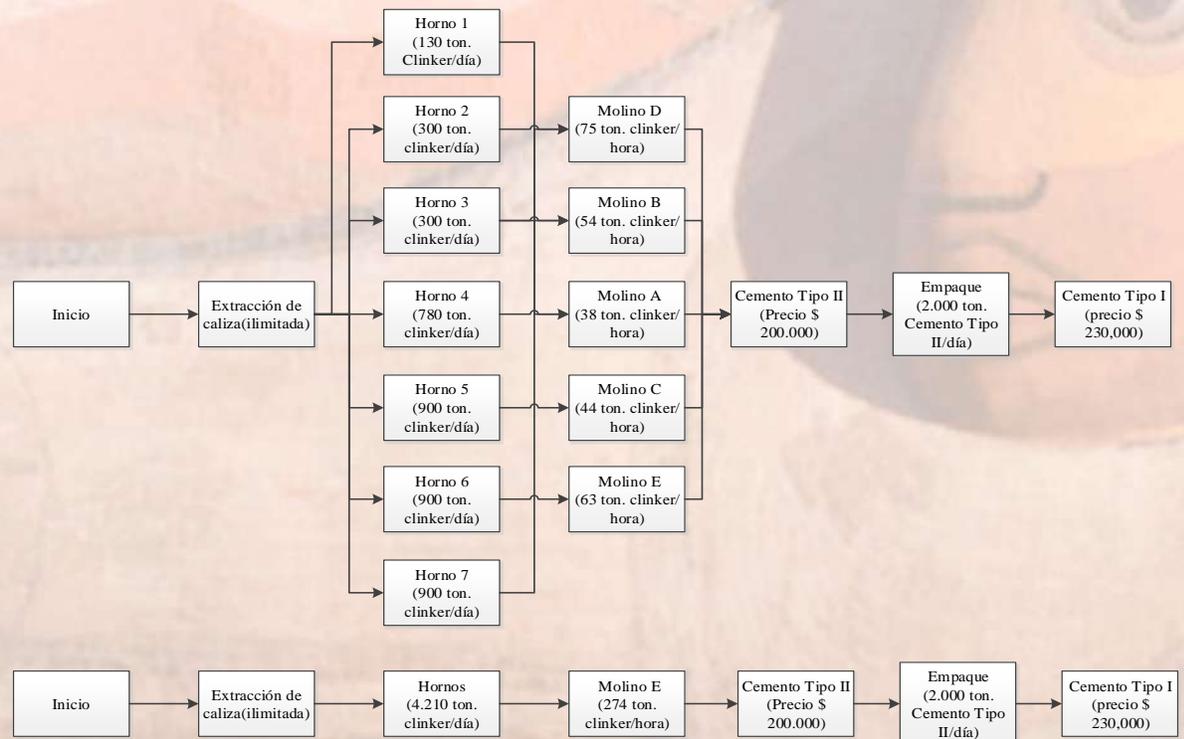


Figura No 3. Proceso de producción de cemento tipo I y cemento tipo II por máquinas y centro de trabajo (González G. & Escobar V., 2008)

De acuerdo a las características identificadas del proceso y las condiciones de operación, en las que se requieren 1.10 toneladas de cemento tipo II para fabricar una tonelada de cemento tipo I, se establece



que para cumplir con la demanda estimada se requieren producir 119.108 toneladas de clinker en el mes pero solo se tiene una capacidad de 105.250 toneladas mensuales, estableciendo que la restricción se encuentra en la operación de los hornos como lo señala la siguiente tabla:



Operación	Capacidad	Tiempo de operación (mes)	Capacidad total / mes	Capacidad requerida de producción/mes
Extracción de caliza	Ilimitada	450 horas	Ilimitada	
Hornos	4.210 ton Clinker / día	25 días	105.250 ton Clinker	119.108 ton Clinker
Molinos	274 ton Clinker / hora	450 horas	123.300 ton Clinker	119.108 ton Clinker
Empaque	2.000 ton granel / día	25 días	50.000 ton granel	49.500 ton granel

Tabla No 1. Capacidades de operación (González G. & Escobar V., 2008)

De acuerdo a los postulados de TOC la maximización de las utilidades totales de una empresa se logra al maximizar la utilidad por unidad de restricción en la operación del recurso restrictivo, para el caso en cuestión se busca aumentar la contribución del procesamiento de una tonelada de clinker adicional en el recurso restrictivo, para la realización de beneficios económicos futuros. Aplicando este principio los autores establecen la contribución que realiza la restricción tanto por el método del margen de contribución como por TOC, para determinar que producto debería tener prioridad, como se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro A	Cemento tipo II	Cemento tipo I
Contribución marginal	\$128.12	140.839
Cantidad de procesamiento en el recurso cuello de botella	0,79670	0,87637
Margen de contribución por unidad de restricción*	\$160.81	\$160.71





Prioridad en producción	Prioridad 1	Prioridad 2
Cuadro B	Cemento tipo II	Cemento tipo I
Valor throughput		
Contribución marginal	\$129.31	142.774
Cantidad de procesamiento en el recurso cuello de botella	0,79670	0,87637
Margen throughput de la restricción**	\$162.31	\$162.92
Prioridad en producción	Prioridad 2	Prioridad 1

Tabla No 2. Margen de contribución y throughput por producto (González G. & Escobar V., 2008)

* Margen de contribución por unidad de restricción = Contribución marginal / Cantidad de procesamiento en el recurso cuello de botella

** Margen throughput de la restricción = Contribución marginal / Cantidad de procesamiento en el recurso cuello de botella.

La diferencia entre el margen de contribución y el margen throughput, consiste que para el cálculo del primero se descuenta del precio de venta el valor total de las materias primas, la mano de obra y los costos indirectos variables; mientras que para el segundo solo se resta el valor de la materia prima, pues TOC considera que los demás rubros solo se deben considerar como parte del costo del producto una vez este ha sido vendido. Como se expone en la tabla anterior se genera un conflicto estratégico, ya que por el margen de contribución tradicional la prioridad debe darle al cemento tipo II y por el margen de throughput la prioridad debe tenerla el cemento tipo I. Al dar prioridad al cemento tipo II como lo señala el método tradicional, se producirían las 100,000 toneladas demandas de este producto y con la disponibilidad restante de los hornos se producirían 29.189 toneladas de cemento tipo I. Al utilizar la prioridad considerando el planteamiento TOC, se deben producir primero las 45.000 toneladas del producto tipo I y utilizar el remanente de capacidad de los hornos para fabricar 82.607 toneladas.

En la construcción del estado de resultados para cada metodología los autores determinaron que la utilidad operacional obtenida al aplicar los principios TOC equivale a \$ \$17.090.428.378, un incremento en \$ 8.521.580, frente a \$ 17.081.906.798 generados al tomar la decisión de producción basados en el método del margen de contribución tradicional. De lo cual los autores concluyen que el análisis del margen de contribución no administra efectivamente la restricción para maximizar las utilidades potenciales de la empresa, lo que a través de la aplicación TOC permite un menor incremento de los costos de materia





en relación al incremento de los ingresos, lo que afecta directamente los resultados netos operacionales y por ende el valor del negocio. Sin embargo, el planteamiento deja un desafío importante y es el cubrimiento de la demanda insatisfecha, lo cual podría afectar comercialmente a la empresa, por lo que se debe generar una estrategia para lograr su cubrimiento.

Otros autores han realizado diversos tipos de comparaciones de sistemas bajo el enfoque TOC con sistemas tradicionales y de otras corrientes de gestión de procesos, concluyendo que TOC es una mejor herramienta para determinar la mezcla de productos óptima que logra un mayor aporte a la utilidad, permite determinar un menor valor de los gastos operativos, a su vez logra un mejor uso de los recursos de inventario, pero también puede ser un método más útil para la estimación de los planes de producción en el corto plazo, pues las variaciones de la capacidad puede afectar los resultados que genera en el largo plazo (Mehra, Inman, & Tuite (2005); Gupta, Kaur Sahi, & Chahal (2013); Hilmola & Gupta (2015); Myrelid & Olhager (2015);)

La gestión de restricciones y los efectos en la creación de valor

La creación de valor medida a partir del EVA, determina el importe económico que queda como resultado del desarrollo de la actividad empresarial, esto es, una vez atendidos todos los gastos y satisfecha una rentabilidad mínima esperada por parte de los accionistas (Amat, 2002). De acuerdo a esto y las variables que se deben considerar para calcular el EVA (NOPAT, Capital, WACC), la aplicación de TOC tiene las siguientes repercusiones en la creación de valor:

- Al aumentar el rendimiento de los activos actuales sin tener que hacer una inversión adicional; determinando la mezcla óptima a producir de tal manera que cada etapa del proceso productivo aporte el máximo margen posible a la utilidad, de acuerdo al uso óptimo de su capacidad, sea un recurso restrictivo o no. Nótese que este cambio no implica las mejoras tradicionales de aumentar el precio de venta o disminuir el costo para aumentar el margen de utilidad, si bien se presenta una disminución del costo, no es fruto de las tradicionales estrategias de reducción de costos. Por el contrario, se trata de aplicar una estrategia que permita repensar la



manera en que se llevan a cabo los procesos, utilizando los recursos con los que se cuenta actualmente.

- A su vez el aumento en la eficiencia del proceso productivo permitirá contar con un menor tiempo de respuesta a la demanda del mercado, lo que repercutirá directamente en el ciclo del dinero, disminuyendo el tiempo del ciclo. Lo que tiene efecto directo en la cantidad de ingresos generados vía ventas y en disminuir el capital de trabajo requerido para la operación, por ende, en menores niveles de deuda, disminuyendo los gastos de financiación; esto ligado a mayores niveles de ventas, tendrá un impacto en el NOPAT, como en las utilidades netas.

- De manera similar, el uso óptimo de los recursos disponibles (mano de obra, máquinas, insumos, personal administrativo) en cada etapa del proceso, en sintonía con lo que realmente se requiere producir para lograr una eficiencia global del proceso, tendrá una incidencia directa sobre el nivel de gasto que requerirá la operación del negocio, disminuyéndolo al utilizar lo estrictamente necesario, lo que repercute directamente sobre el nivel de utilidad operacional, aumentando el nivel del NOPAT y por ende el valor creado fruto de los cambios en la gestión.

- Por otra parte, la desinversión en activos fijos y la disminución en activos corrientes como resultado de un replanteamiento de las operaciones, trabajando en un rango óptimo que sincronice su flujo de proceso, tendrá un impacto directo en la estructura de capital, disminuyendo su valor en este caso. A la vez generará un menor costo monetario de su capital por lo tanto un menor descuento del NOPAT lo que se convierte en un mayor valor generado.

- De manera inversa al realizar nuevas inversiones en activos fijos, lo que podría requerir un aumento en el capital de trabajo, en las condiciones de gestión de TOC aumentaría los resultados del NOPAT por encima de lo que se lograría con un sistema de gestión tradicional, haciendo que el aumento en la estructura de capital genere de una manera más eficiente mayores valores de NOPAT en proporción al capital y por ende aumentando el valor generado. La aplicación de TOC permitirá mantener un mayor equilibrio entre la relación de planes de expansión y la capacidad óptima para generar rentabilidad, pues no siempre que una empresa alcanza un mayor tamaño, crea valor en la misma proporción.

- El cambio en la gestión, el aumento de los resultados, la proyección de una imagen empresarial eficiente y de cumplimiento,





tiene una repercusión directa en la percepción que tienen los mercados del riesgo de la empresa, tanto para empresas medianas y pequeñas que requieren un crédito bancario o ingresar a un nuevo mercado, como para grandes empresas que cotizan en bolsa. Esto se ve reflejado en el costo promedio ponderado de capital (WACC) una empresa que se perciba con un menor riesgo tendrá un menor costo de capital (medido como un aumento del valor de Beta para el cálculo del costo del Equity y por lo tanto del WACC) y por ende un mayor valor en su capacidad de crear valor para sus accionistas y sus interesados.

Es así que se puede concluir que la gestión de los procesos productivos a partir de las restricciones permite replantear la manera en que estos se ejecutan, de una manera muy distinta a los criterios tradicionales, potencializando los resultados operacionales y financieros con los recursos con los que hoy cuentan las empresas, para llegar a una creación de valor real que permita reeditar los esfuerzos de los inversionistas, tanto en las grandes empresas pero de manera especial en medianas y pequeñas empresas que hoy requieren replantear la manera en que compiten, no solo como un tema de crecimiento y de mayores rentabilidades, sino como parte de su supervivencia.

Este trabajo hace parte de una línea de investigación que continua en desarrollo para expandirse hacia la incidencia de la incertidumbre en la capacidad de producción de las restricciones, considerar cambios en la capacidad en el largo plazo y la incidencia de los desperdicios sobre los resultados esperados; entre otros temas que son de interés para la validación de la teoría de restricciones.

Referencias

Alsmadi, M., Alamani, A., & Khan, Z. (2014). Implementing an integrated ABC and TOC approach to enhance decision making in a Lean Context. *Internacional Journal of Quality & Reliability Management*, 31(8), 906 - 920.

Al-Zu'bi, Z. M., & Khamees, B. A. (2014). Activity-Based Costing vs Theory of Constraints: An Empirical Study into Their Effect on the Cost Performance of NPD Initiatives. *International Journal of Economics and Finance*, 6(12), 157 - 165.



Amat, O. (2002). EVA valor económico agregado: un nuevo enfoque para optimizar la gestión empresarial, motivar a los empleados y crear valor. Bogotá: Editorial Norma.



Botero, E. A., & Maldonado, C. (2016). La teoría de restricciones(TOC) y la contabilidad del tróput(TA): herramientas administrativas clave para el diseño de un sistema de información contable y financiero. *Memorias*, 14(25), 7 - 14.

Brito Laredo, J., Ferreiro Martinez, V. V., & López Castañeda, C. E. (2010). Sistemas de costos basado en actividades en la fabricación de campanas industriales: Aplicación del modelo ABC como herramienta de gestión. *XV Congreso de Internacional de Contaduría, Administración e Informática* (págs. 2 - 33). Ciudad de México: Facultad de Contaduría y Administración UNAM.

Duque, M. I., Osorio, J. A., & Agudelo, D. M. (2011). Los costos estándar y su aplicación en el sector manufacturero colombiano. *Cuadernos de Contabilidad*, 12(31), 521 - 545.

Goldratt, E. M. (1990). *El Síndrome del Pajar: Cómo extraer información del océano de datos*. Monterrey: Ediciones Castillo.

Goldratt, E. M., & Cox, J. (2003). *La Meta* (Segunda ed.). Monterrey, México: Ediciones Castillo.

González G., P., & Escobar V., J. W. (2008). Teoría de las restricciones (TOC) y la mecánica del Throughput Accounting (TA). Una aproximación a un modelo gerencial para toma de decisiones: caso compañía de Cementos Andino S.A. *Cuadernos de Contabilidad*, 7(24), 209 - 228.

Gupta, M. C., Kaur Sahi, G., & Chahal, H. (2013). Improving market orientation: the theory of constraints-based framework. *Journal of Strategic Marketing*, 21(4), 305 - 322.

Gupta, M., Chahal, H., Kaur, G., & Sharma, R. (2010). Improving the weakest link: A TOC-based framework for small businesses. *Total Quality Management & Business Excellence*, 863 - 883.



Hansen, D. R., & Mowen, M. M. (2007). *Administración de Costos, Contabilidad y Control*. Ciudad de México: Cengage Learning.



Hornngren, C. T., Foster, G., & Datar, S. M. (2007). *Contabilidad de Costos: Un Enfoque Gerencial*. Ciudad de México: Pearson Educación.

Huang, S.-Y., Chen, H.-J., Chiu, A.-A., & Chen, C.-P. (2014). The application of the theory of constraints and activity-based costing to business excellence: the case of automotive electronics manufacture firms. *Total Quality Management*, 25(5), 532 - 545.

Íñiguez, R., & Poveda, F. (2000). Medidas de creación de valor para los accionistas: EVA vs. Beneficios. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 30(107), 83 - 104.

Manotas, D. F., Manyoma, P. C., & Rivera, L. (2000). Hacia una nueva métrica financiera basada en la teoría de restricciones. *Estudios Gerenciales*, 16(76), 61-75.

Myrelid, A., & Olhager, J. (2015). Applying modern accounting techniques in complex manufacturing. *Industrial Management & Data Systems*, 115(3), 402-418.

Naor, M., Bernardes, E., & Coman, A. (2013). Theory of constraints: is it a theory and a good one? *International Journal of Production Research*, 51(2), 542 - 554.

Ortiz, F., Nuño de la Parra, P., Torres, R., & Báez, O. (2008). Comparación del Sistema de costos estándar y la teoría de restricciones para el control del flujo de materiales mediante un modelo de simulación. *Revista de Ingeniería Industrial*, 2(1), 1 - 14.

