

10-005

Optimization of the order-delivery process using the Theory of Constraints (TOC): A case study

Aitor Lizarralde Aiausti; Aitor Aiausti; Unai Apaolaza Pérez De Eulate

Mondragon Unibertsitatea

The starting point of this case study is the need to improve the management of the entire production process, from order to delivery, in a particular organization devoted to sheet metal fabrication.

These contexts are characterized by having a large number of small orders related by specific projects. Therefore, there is no point in applying the traditional mass-production management approach here. Instead, the use of capacity (resources) must be oriented toward on-time delivery. In other words, flow enhancement must be prioritised over local productivity criteria. This way, overall results will be improved.

This paper describes the fundamental aspects of the change project developed in this company, as well as its practical implications for the organization. The key features are the following:

- DBR Production approach of the Theory Of Constraints.
- Production model based on the management of the system's bottlenecks.
- Aim: on-time delivery compliance.

Keywords: Local productivity; Global optimum; TOC; DBR; project management

Optimización del proceso pedido-cobro mediante la Teoría de las Limitaciones (TOC): Un estudio de caso

El estudio de caso tiene como punto de partida la necesidad de mejorar la gestión del proceso de pedido-entrega de una determinada organización. En este se describen los aspectos fundamentales de la implantación de la filosofía TOC y sus implicaciones para la organización. En un contexto como es el de la calderería de precisión no tiene sentido gestionar los recursos con la perspectiva tradicional de producción de series largas. En el contexto actual, donde lo habitual es tener muchos pedidos de pocas unidades (proyectos concretos), el objetivo debe ser alinear el uso de los recursos (capacidad) hacia la velocidad de facturación (entrega en plazo), dándole prioridad al flujo como clave para el aumento de la productividad global, y no la búsqueda de óptimos locales como medio para buscar el objetivo final.

Por ello el proyecto se ha centrado en el alineamiento del sistema hacia objetivos globales, haciendo hincapié en los siguientes aspectos:

- Enfoque basado en la teoría de las limitaciones.
- Modelizado basado en gestión de los cuellos de botella y la subordinación del resto del sistema.
- Búsqueda de cumplimiento del nivel de servicio como prioridad global.
- Eliminación de los óptimos locales.

Palabras clave: productividad local; óptimo global; TOC; DBR; gestión de proyectos

Correspondencia: alizarralde@mondragon.edu



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

1. Introducción

Las empresas orientan sus acciones hacia los objetivos a través de la estrategia (Johnson, Scholes & Whittington, 2007). Esto idealmente implica adaptar sus recursos a la situación actual. Sin embargo, las empresas manufactureras están actualmente expuestas a entornos muy dinámicos e inciertos, en los que factores logísticos como la fiabilidad de la fecha de entrega o el tiempo de espera, entre otros, son clave para seguir siendo competitivos (Lutz, Löedding & Wiendahl, 2003).

En los últimos años, debido a la globalización de la economía, al papel cada vez más predominante de las nuevas tecnologías (García-Lorenzo & Prado, 2003) y a la transformación del modelo productivo, los sectores industriales han experimentado grandes cambios en todos sus ámbitos de actuación, que junto al actual contexto de crisis económica, ha generado un entorno que está caracterizado por una fuerte competencia (Huerta, Bayo, García & Merino, 2002). Por ello, la capacidad de las empresas de competir en los mercados globales es, a la vez, una prueba de competitividad y una oportunidad para mejorar su rendimiento a través de la mejora de su eficacia y eficiencia por todos los medios posibles. Para ello, las empresas deben de adaptarse una y otra vez a circunstancias de mercado difíciles de prever (Bessant, Burnell, Harding & Webb, 1993), lo que les ha obligado a estar sumidas en permanentes cambios, cuyo ritmo y alcance no tienen precedentes históricos (Eusko Jaurlaritz / Gobierno Vasco, 2010).

La mayoría de estos cambios se han asociado a aspectos tales como: el rápido desarrollo tecnológico, el incremento de la diversificación de los productos, la creación de mercados libres sin fronteras, el incremento de la competencia de las economías emergentes y las cambiantes necesidades de las partes interesadas (Armistead, Pritchard & Machin, 1999).

En estas circunstancias, es muy difícil garantizar la entrega a tiempo de los productos sin un cierto margen de capacidad y un mínimo de piezas y materias primas disponibles. Parece que las empresas no entienden el enfoque holístico y alineado que se requiere para producir en los contextos empresariales, dado el impacto de estos factores en el desempeño de la empresa (Abrantes & Figueiredo, 2015; Maylor, Turner & Murray-Webster, 2015).

Las metodologías convencionales en dirección de proyectos centran sus esfuerzos en planificaciones detalladas con la convicción de que logrando lo local se obtenga el éxito en lo global (Vázquez; Amiama & Barrasa, 2016).

En la misma línea, el reciente trabajo de Smith y Smith (2014) se centra en valorar la importancia que tiene el flujo (velocidad versus productividad local), donde el flujo (Flow) es la clave para el retorno de la inversión (ROI). Afirman que la incapacidad de las empresas para obtener y utilizar la información necesaria para poder alinear las decisiones con el ROI es el principal problema para muchas empresas a día de hoy. En otras palabras, la forma en que las empresas miden su desempeño, asumiendo que las mejoras en la eficiencia local contribuirán a una mejora de la eficiencia global de la empresa, está causando que las organizaciones pierdan la conexión con el flujo.

La toma de decisiones por parte de los responsables de los proyectos es crucial para conseguir el éxito de los proyectos y en consecuencia para la competitividad de las empresas en los mercados globalizados (Ling, 2004; Reich, Gemino & Sauer, 2014). Por ello, esta investigación pretende demostrar que implantando metodologías novedosas en la gestión del proceso pedido-cobro de una organización, se facilita la toma de decisiones y en consecuencia mejoran los resultados.

Por otro lado, la incorporación de cláusulas de penalizaciones en los pedidos es cada vez más común, por lo que entregar a tiempo y con la calidad requerida en los proyectos se convierte en algo crítico, y difícil de conseguir para muchas compañías del sector.

Así, el presente estudio analiza el caso de una empresa manufacturera que, en el contexto descrito anteriormente, abordó un proceso de cambio con el objetivo de mejorar su desempeño global, centrándose básicamente en mejorar los plazos de entrega mediante la creación de un sistema de gestión de la producción. El modelizado de la solución resultante está basado en la Teoría de las Limitaciones (TOC) de Goldratt y más concretamente en la metodología Drum Buffer Rope (DBR).

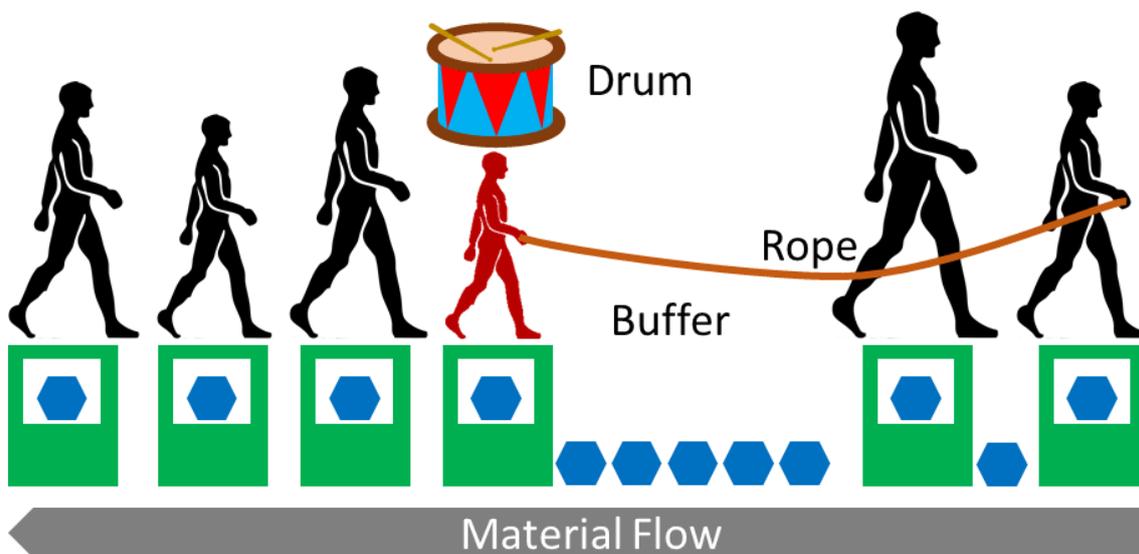
Este trabajo comienza con una breve introducción a la metodología Drum-Buffer-Rope (DBR), y sigue con la introducción de la metodología de la investigación. A continuación se exponen las características del estudio de caso. La quinta sección recoge los resultados, y finalmente sus conclusiones y líneas futuras se muestran en la sección seis.

2. TOC y la metodología Drum Buffer Rope (DBR)

La eficacia de los enfoques TOC para empresas con productos altamente personalizados que presentan dificultades para estimar anticipadamente los tiempos de proceso en sus rutas está contrastada (Stevenson, Hendry & Kingsman, 2005). Esto se debe al hecho de que en la gestión de la producción en la TOC sólo requiere la exactitud de los datos en el Cuello de Botella (CB) para controlar el rendimiento de la planta (Gupta, Snyder & Snyder, 2009).

Para gestionar la producción de un entorno fabril, Goldratt propone el sistema DBR o tambor, pulmón cuerda (Crespo, 1993) que se ve en la figura 1. El tambor representa el ritmo productivo del sistema, que ha de estar marcado por la capacidad del CB. El buffer es una protección de stock medido en tiempo o número de piezas lanzadas para que lleguen con antelación al CB, de modo que lo resguarden de cualquier incidencia en cualquier proceso anterior. El propósito de estos buffers es que una vez las piezas se terminan de procesar en el CB, éstas sean facturadas lo antes posible (Goldratt, & Fox, 1986). El Rope es el sistema de información que une el programa del CB a las operaciones de cabecera y a los acopios de materiales. Salvo en casos particulares, no hay necesidad de programar el resto de recursos, lo que en general conlleva una gran simplicidad (Goldratt, 1990).

Figura 1: DBR (By Christoph Roser at AllAboutLean.com under the free CC-BY-SA 4.0 license.)



3. Metodología de Investigación

Las singularidades de la investigación en gestión, como la doble dependencia de los elementos físicos y humanos de una organización, a menudo impiden que el investigador tome el control de los acontecimientos (Drejer, Blackmon & Voss, 2000). Por esta razón, dado que el propósito de esta investigación es conocer en detalle el proceso pedido-entrega, se cree conveniente abordar la investigación teórica acercándose al problema a partir de Estudios de Casos (EC): *“una investigación con profundidad, sobre datos recogidos en un periodo de tiempo determinado, de una o más empresas, o grupos dentro de las empresas, con el objetivo de generar un análisis del contexto y de los procesos implicados en el fenómeno objeto de estudio (Hartle, 1994)”*.

Hay numerosos autores a favor de la metodología de EC. Algunos (Voss, Tsiriktsis & Frohlich, 2002) mencionan el alto impacto que pueden llegar a tener los resultados obtenidos al utilizar esta metodología, dado que no cuenta con limitaciones existentes en otras metodologías.

Además, los casos de estudio proporcionan acceso directo a la información, logrando un profundo conocimiento del contexto analizado (Rowley, 2002; Wacker, 1998). Cuando la investigación coincide con la acción en la que participa el investigador, los estudios de casos pueden realizarse mediante una forma específica llamada “Investigación a través de la acción”. El nombre fue acuñado por Lewin (1946; Lewin, Lippitt & White, 1939), cuya escuela de “Investigación desde dentro de la acción” compartió con otros centros de investigación la premisa de que el cambio comienza con la implicación de aquellos que están directamente afectados (Greenwood & Levin, 2000). En este contexto, el investigador no es un observador neutral (Easterby-Smith, Thorpe & Lowe, 2002; Gummesson, 2000), sino un participante que además de tomar parte en la implantación busca evaluar una determinada técnica de intervención (Benbasat, Goldstein, & Mead, 1987), por lo que trata de influir en el desarrollo del proceso, interviene deliberadamente en el contexto de la investigación con objeto de tratar de conseguir mejoras concretas en los resultados, o para conducirlo de acuerdo con su interpretación de la situación en cada momento (Platts et al., 1998).

Esta perspectiva orientada a la acción es apropiada para probar enfoques específicos (Benbasat, Goldstein & Mead, 1987; Coughlan & Coughlan, 2002; Gummesson, 2000). También es útil para entender el proceso y superar las limitaciones de otros métodos al abordar problemas del mundo real (Platts & Gregory, 1990).

Según Yin (2013), una razón para desarrollar un solo estudio de caso es analizar un caso representativo o típico. Además, los estudios de caso holísticos examinan la naturaleza global de una organización. Por lo tanto, el objetivo del enfoque de esta investigación es capturar las principales características de la situación, ya que las lecciones aprendidas pueden ser relevantes para otros proyectos similares.

Para gestionar el proyecto se definió un marco estructural basado en tres fases (véase la figura 1), que también se utilizó como base para diseñar la investigación. De acuerdo con el enfoque de Investigación basado en la Acción, el investigador desarrolla el estudio a través de la planificación, actuación, observación y reflexión. Por lo tanto, este ciclo se aplicó a las tres etapas que componen el proyecto.

En resumen, este estudio se define como un estudio de caso holístico, realizado a través del enfoque de la Investigación basado en la Acción, y cuya unidad de análisis es toda la empresa. El proceso utilizado como marco se describe en la siguiente sección y también proporciona información sobre las tres fases del proyecto.

4. Estudio de caso

Este estudio de caso analiza una empresa pequeña de calderería de precisión que se dedica básicamente al sector de construcción de trenes. La empresa tiene en torno a 30 empleados, carece de procedimientos formales, la gestión se basa en controlar todo, no aplican ningún método de mejora y por lo tanto, es coherente con la definición de microempresa ofrecida por Inan y Bititci (Gurkan Inan & Bititci, 2015).

No tienen un catálogo de productos específico, así podemos decir que de cara a sus clientes venden la capacidad de hacer piezas de calderería de precisión. El plazo de entrega es crítico, ya que sus entregas se integran en los proyectos de montaje de trenes de sus clientes. Básicamente sus proyectos constan de dos procesos, uno sería la fase de configuración del proyecto, despiece y creación de rutas, y la segunda sería la fase de fabricación de los diferentes entregables de los proyectos.

En la fase de fabricación también se integra la función de compras, que es la encargada tanto de la compra de la materia prima como la subcontratación de operaciones externas durante el proceso de fabricación. Por lo tanto, podemos afirmar que la empresa abarca tanto la gestión de la producción como los enfoques de gestión de proyectos.

Teniendo en cuenta las características de este estudio, hay otro aspecto clave para definir el contexto: el enfoque de producción. La empresa aquí analizada tiene que proporcionar productos únicos, por lo que estaríamos ante un tipo de proceso llamado Ingeniería Bajo Pedido (IBP) que agrupa tanto a las fases de diseño y fabricación de los productos. En este tipo de escenarios es esencial integrar la fabricación, la logística y la gestión de proyectos (Caron & Fiore, 1995).

Esta investigación describe el resultado de un proceso de cambio llevado a cabo durante un período de cinco meses. A lo largo de ese intervalo se pueden diferenciar tres fases, como se puede observar en la figura 2.

Figura 2: Fases del proceso de implantación



4.1. Diagnóstico inicial

El objetivo del diagnóstico inicial fue llegar a un consenso sobre el alcance y los objetivos del proyecto. También se buscó un objetivo adicional: involucrar al personal de la empresa en la definición y ejecución del cambio. Por lo tanto, esta etapa se llevó a cabo de acuerdo con un proceso preestablecido compuesto de entrevistas individuales y formaciones grupales, así como sesiones de trabajo, requiriendo la participación del personal clave involucrado en los proyectos. Las entrevistas iniciales con la dirección de la empresa proporcionaron una perspectiva general de la empresa y su entorno. Luego, los participantes clave participaron en una jornada de formación para recoger problemas e información relevante relacionada con el desempeño de la empresa. Los datos obtenidos fueron procesados y el resultado fue la base de las sesiones de trabajo en las que participaron todos los trabajadores. Estas reuniones de grupo, realizadas por los investigadores, sirvieron como medio para desarrollar una comprensión común del contexto global, fomentando el debate. Como resultado, se llegó a un acuerdo sobre los objetivos y el alcance del proyecto de cambio.

Como resultado del diagnóstico se logró un entendimiento integral de la empresa y su contexto. Esto incluyó la identificación de problemas y limitaciones de la gestión del proceso pedido-entrega, básicamente focalizados en la fase de oferta y gestión de la fabricación de los pedidos.

Los principales dos problemas identificados en esta etapa son las siguientes:

- **Gestión de clientes:** la fase de oferta se alarga demasiado, es muy laboriosa y en los pedidos que no se captan se han invertido muchas de las horas que a veces faltan para la configuración de los pedidos en firme.

La forma de realizar la oferta económica no es otra que la suma de tiempos totales de las operaciones de cada entregable, multiplicada por la tasa horaria de cada instalación o sección. Hay que tener en cuenta que un proyecto se compone de cientos de piezas y cada una de ellas tiene al menos cuatro operaciones.

Por otro lado, no hay un sistema fiable para dar las fechas de entrega de los proyectos, y muchas veces se dan los plazos tradicionales que luego tanto cuesta cumplir.

- **Gestión de la producción:** no hay prioridades claras y en principio se busca que la productividad de cada centro de trabajo sea lo más alta posible. Para conseguir esto, se mezclan piezas de diferentes entregables de tal forma que el lote a procesar es mayor y por consiguiente la productividad aumenta. Pero esto a su vez lleva a que los entregables se retrasen y que en alguna fase del proyecto se tenga que priorizar el flujo, velocidad, y hacer esfuerzos constantes para reducir los retrasos.

Al final de esta fase, el grupo llegó a la conclusión de que la prioridad para la empresa era mejorar el nivel de servicio mediante una doble acción: la reducción del tiempo de la oferta y la mejora del cumplimiento de la fecha de entrega de los proyectos. Si en un principio se estaba hablando de la mejora del proceso pedido-entrega, en esta fase se llegó a la conclusión que en ese proceso faltaba un eslabón previo muy importante, que era el de la fase de oferta, de tal modo que el nuevo objetivo era mejorar el proceso oferta-entrega.

4.2. Modelizado de la solución

Como se ha comentado en la introducción, la solución fue basada en la Teoría de las Limitaciones y más concretamente en la metodología DBR para gestionar la producción. Cabe decir que para un entorno de proyectos la solución planteada por Goldratt fue la metodología de la Cadena Crítica (CC), pero en este caso se optó por el DBR porque el peso que tiene la sección de producción en el proyecto global es mucho mayor que el de la fase de diseño. También cabe destacar que lo prioritario para la empresa era ordenar el taller, ya que era el punto donde la gestión era más débil.

Nuevo método de oferta

Como se ha comentado en el punto 4.1, había que reducir la duración de la fase de oferta. Para cuantificar la parte económica de la oferta, se barajaron dos métodos que se detallan a continuación.

Uno era calcular el porcentaje que supone el valor añadido con respecto al coste totalmente variable del proyecto. En el coste totalmente variable entra toda la materia prima como coste principal, y el resto serían las subcontrataciones y gastos de transporte. El valor añadido sale de la resta al precio de venta del coste totalmente variable.

Se realizó un repaso histórico del ratio de valor añadido de cada proyecto, concluyendo que la proporción de valor añadido era de un 60% frente al 40% del coste totalmente variable. De esta forma, una manera sencilla de ofertar un proyecto de manera rápida y con garantías era calcular el coste totalmente variable del mismo.

Por otro lado, también se estudió otro método, basado en la TOC y que consiste en concentrar todos los gastos operativos de la empresa, (nóminas, amortizaciones, energía...), en un punto: el CB del sistema. De esta forma, al dividir los gastos operativos por la capacidad de la limitación, se obtiene una tasa horaria de la empresa concentrada en un punto. Si a esa tasa se le añade el margen de beneficio, se multiplica por las horas que va a consumir un proyecto en ese recurso y se le añaden los costes totalmente variables da como resultado la oferta económica de dicho proyecto.

Se realizaron simulaciones en ambos escenarios, y aunque que ambos métodos daban resultados parecidos, la dirección de la empresa se decantó por el segundo método.

Además, este nuevo enfoque para realizar ofertas sirve para analizar el impacto económico de los proyectos captados. Muchas veces el precio del proyecto viene fijado por el cliente y con este nuevo método es muy fácil saber si a la empresa le interesa o no aceptar el proyecto o si lo acepta saber que no va a ganar dinero. Para ello anualmente se debe calcular el umbral de rentabilidad de la tasa de generación de dinero del CB. Esto es, los €/hora del CB que se debe imputar para que la empresa sea rentable y compararlo con el proyecto ofertado.

Al mismo tiempo, es una herramienta para alinear toda la empresa con el óptimo global, ya que se concentran todos los gastos fijos en un punto y el objetivo principal es explotar la productividad de ese punto. En cuanto a la obtención de fechas fiables, a continuación se muestra el sistema construido para gestionar la cartera de proyectos.

DBR en Producción

El primer paso en la TOC es identificar el CB. Este paso se puede hacer mediante un estudio de carga versus capacidad de cada centro, pero en nuestra opinión, la identificación de la limitación del sistema tiene que ser una decisión estratégica de la empresa. La dirección de la empresa debe elegir cuál es su limitación, y en este caso se optó por el recurso que cumple las siguientes condiciones:

- El recurso es **limitado en capacidad**: es difícil elevar la capacidad al recurso seleccionado, bien porque requiere de una gran inversión o es muy difícil de encontrar alternativas fuera.
- El recurso es una **fortaleza en habilidad**: el recurso seleccionado debe ser un punto fuerte en habilidad para la empresa, en otras palabras, es el principal know-how de la organización y posiblemente su razón de ser

Con los criterios establecidos, se optó por elegir a la fase de montaje-soldadura como CB del sistema. A partir de esa decisión, se construyó el sistema DBR bajo las siguientes premisas:

- **DRUM**: Programa del CB en base a la fecha entrega de los proyectos y la duración de los diferentes Buffers que se muestran a continuación. Así se puede visualizar la carga de trabajo del CB en el tiempo, y ayuda a dar fechas de entrega fiables en la fase de oferta.
- **BUFFER**: Como se puede observar en la tabla 1, se crearon diferentes familias de buffers, teniendo en cuenta las duraciones de las operaciones de antes y después de la operación del CB. Se identificaron cuatro tipos de proyecto y por consiguiente se crearon cuatro familias diferentes.

Tabla 1: Familias de Buffers creadas

Familia	Días de Buffer	
	CB	Envío
Familia 1	10	10
Familia 2	15	10
Familia 3	20	10
Familia 4	20	15

- **ROPE:** Para que la solución planteada sea integral y alineada con el método TOC, queda pendiente realizar la subordinación. La entrada de proyectos al sistema debe ser al ritmo de salida de trabajos del CB. Dicho de otro modo, consiste en subordinar el resto de operaciones al programa del CB. De esta forma, las señales a diseño llegan a partir de la programación del CB (el qué lanzar) y temporalmente (cuándo lanzar) en base a la familia de buffer al que pertenezca.

4.3. Implantación de la solución

El objetivo de esta fase fue el implementar la solución diseñada en la fase anterior, y contiene dos partes diferenciadas.

Por un lado, se desarrolló un proceso específico de capacitación para los responsables de producción, quienes por lo tanto, dominaban totalmente la gestión de la hoja de cálculo al final del intervalo

Además se creó una primera versión de una hoja de cálculo con el objetivo de proporcionar fechas de entrega fiables de los proyectos, a partir de las fechas de vencimiento y las características del producto. En primer lugar, se desarrolló una base de datos de familias de productos que se definieron en la fase del modelizado. Luego, los conceptos subyacentes al enfoque DBR se pusieron en práctica. Como resultado, los responsables de producción fueron capaces de crear el programa de producción para el recurso CB, obteniendo también fechas de entrega para pedidos y fechas de entrega límite para las compras de materia prima.

Por otro lado se puso en marcha la nueva metodología para la fase de ofertas. Para ello se tuvo en cuenta el modelizado de la solución comentado en el apartado 4.2.

Las principales fuentes de problemas fueron dos: retrasos en el suministro de materias primas y cambios inesperados en la fecha de entrega y especificaciones por parte de los clientes.

5. Resultados

Como resultados más destacados del proyecto de implantación podríamos destacar tres: proceso de generación de oferta mucho más ágil y rápido, implantación de un modelo de gestión de la cartera de proyectos sencillo, y aumento del nivel de servicio.

- **Mejora de la fase de oferta:** Después de la implantación del método, el proceso de realización de oferta pasó de un promedio de tres semanas por proyecto a menos de una. Esto supone liberar capacidad de los diseñadores para centrarse más en proyectos en curso e incluso mejorar la calidad de los diseños. Hay que tener en cuenta que en esta fase se han llegado a rechazar proyectos que con el antiguo criterio entrarían dentro del sistema.

- **Método sencillo implantado:** El manejo de la herramienta desarrollada es muy sencillo y el método también lo es. La metodología y la hoja de cálculo se probaron en condiciones reales durante un período de 3 meses, confirmando claramente la mejora. En muy pocas semanas se han podido ver los resultados, y los mandos de la empresa son totalmente autónomos en el manejo de la misma.
- **Mejora del nivel de servicio:** Basándose en la nueva metodología, prácticamente todas las órdenes comprometidas se completaron dentro del periodo establecido, reduciendo dramáticamente los retrasos debidos a causas de fabricación y requiriendo sólo algunas horas extras. Así, se ha pasado de un nivel de servicio del 75% al 95%, y con muchos menos agobios y habiendo reducido el número de horas extraordinarias necesarias. Al trabajar en un entorno de bajo trabajo en curso (Work in progress-WIP), los trabajos fluyen mucho más rápido y los niveles de entrega en plazo son mejores.

6. Conclusiones y Líneas futuras

Esta investigación proporciona resultados y conclusiones valiosas para diversos propósitos, como se describe a continuación. Puede ser una guía útil para futuras implementaciones. También da una perspectiva diferente del método, abordando el modelizado con una metodología mixta entre Cadena Crítica y DBR. Finalmente, se identifican algunas cuestiones que requieren más investigación con el fin de aumentar el conocimiento sobre el uso real del método.

6.1. Conclusiones

Tanto el DBR como la Cadena Crítica son métodos holísticos que tratan de gestionar los entregables y recursos involucrados alineados a la estrategia y al modelo de negocio. La idea subyacente es que cuando la cantidad de tareas a realizar simultáneamente es menor y las prioridades son claras, es más probable que el número de tareas terminadas y las entregas en plazo se incrementen. La clave para conseguir esto está en centrarse en ciertos aspectos aportados por el método, tales como prioridades claras y estables, niveles de WIP adecuados y reducción de multitarea, entre otros.

Esto permitió una gestión global del sistema, resultando en un mejor rendimiento global. Así, la conclusión general derivada de los resultados podemos resumirla con tres variables diferentes: visibilidad, simplicidad y flujo.

Visibilidad:

No es una ventaja si se considera aisladamente, pero es un factor clave para el éxito. Muestra la realidad actual y es por lo tanto la base para una mejor toma de decisiones con respecto a la calidad y oportunidad de la decisión, es decir, decisiones a tiempo basadas en información más precisa y actualizada. Por lo tanto, es importante entender que proporciona una oportunidad. Por ejemplo, si una empresa dispone de visibilidad pero no actúa en consecuencia, no aprovechará plenamente su potencial. Además, esto será especialmente perjudicial si la visibilidad sólo se observa localmente, por ejemplo, desde una sola perspectiva del proyecto, sin considerar la situación de los recursos, las prioridades entre los proyectos, etc.

Simplicidad:

La simplicidad de los procesos de planificación y gestión de la ejecución dada por DBR es esencial para cumplir con el objetivo. Facilita la toma de decisiones para estar cerca de la realidad actual, posibilitando la conexión entre las necesidades y las decisiones y/o

acciones. Además la naturaleza holística del DBR facilita la alineación consistente de estrategias y acciones, proyectos y recursos, y la planificación y ejecución en todas las capas organizativas del sistema. Esto también implica prioridades claras y evita problemas derivados de la falta de visión, información o coherencia entre las partes que integran el sistema o mitiga su impacto. Por lo tanto, el impacto positivo de las mejoras individuales se mejora a través de una perspectiva global.

Flujo:

Tanto el aumento de la velocidad en la fase de oferta como el aumento del flujo de las órdenes de fabricación también contribuyen de manera importante a mejorar el posicionamiento competitivo por diferentes razones: en primer lugar, se acortó drásticamente el tiempo para realizar una oferta. En segundo lugar, se acortó el tiempo de entrega de los proyectos. En tercer lugar, se logró una reducción sustancial del tiempo de reacción para abordar diferentes incidencias al trabajar en un entorno de bajo WIP. En cuarto lugar, el aumento del flujo de las órdenes también implicó un aumento de número de proyectos finalizados. Finalmente, la combinación de todos los puntos anteriores hizo que el Flujo de Caja fuera mejorado, impactando positivamente en el rendimiento económico de la empresa.

En resumen, todos estos aspectos contribuyen individualmente a mejorar la posición competitiva de una empresa, pero el mayor potencial proviene de la contribución cuantitativa y cualitativa combinada. Cuando se logran conjuntamente y de forma consistente con la estrategia y las prioridades de la empresa, pueden llevar a una mejor posición competitiva de la empresa para abordar los retos del futuro.

La última conclusión de la investigación se refiere a los factores claves de éxito para la implementación del DBR. Se concluye que hay dos componentes esenciales necesarios en una implementación: la adaptación del método al contexto y la aceptación del método dentro de la organización. La adaptación se basa en la comprensión del contexto y del método, de modo que se crea un modelo adecuado. La aceptación, en cambio, está relacionada con otros factores como la cultura y la madurez de la empresa, su voluntad de cambio y el compromiso hacia el rigor requerido por el método. La dirección de la empresa tiene que estar alineada con la solución planteada y empujar a la organización para conseguir los resultados planteados. Podemos decir que en este caso la posición de la dirección ha sido adecuada y muestra de ello son los resultados alcanzados

6.2. Investigación futura

Los resultados obtenidos confirman que el factor humano es un componente clave en el éxito al implementar el DBR. Está claro que la participación de la alta dirección es esencial, pero incluso esto puede no ser suficiente. Por lo tanto, se necesitan más investigaciones para replicar los resultados y las conclusiones de esta investigación.

7. Bibliografía

- Abrantes, R., & Figueiredo, J. (2015). Resource management process framework for dynamic NPD portfolios. *International Journal of Project Management*, 33(6), 1274–1288. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.03.012>
- Armistead, C., Pritchard, J.P. and Machin, S. (1999). Strategic Business Process Management for Organizational Effectiveness. Long Range Planning. In *Strategic Business Process Management for Organizational Effectiveness. Long Range Planning* (p. vol. 22, 1. p. 96–106.).
- Benbasat, I., Goldstein, D. K., & Mead, M. (1987). The Case Research Strategy in Studies of

- Information Systems. *MIS Quarterly*, 11(3), 369–386. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/248684>
- Bessant, J., Burnell, J., Harding, R. and Webb, S. (1993). Continuous Improvement in British Manufacturing. *Technovation*. In *Continuous Improvement in British Manufacturing. Technovation* (p. vol. 13, 4. p. 241–254.).
- Caron, F., & Fiore, A. (1995). “Engineer to order” companies: how to integrate manufacturing and innovative processes. *International Journal of Project Management*, 13(5), 313–319. [https://doi.org/10.1016/0263-7863\(95\)00023-J](https://doi.org/10.1016/0263-7863(95)00023-J)
- Coughlan, P., & Coghlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 220–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Crespo Márquez, A. (1993). *Técnicas push-pull de fabricación: caracterización, análisis y alternativas*. Universidad de Sevilla. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11441/15422>
- Drejer, A., Blackmon, K., & Voss, C. (2000). Worlds apart? - a look at the operations management area in the US, UK and Scandinavia. *Scandinavian Journal of Management*, 16(1), 45–66. [https://doi.org/DOI: 10.1016/S0956-5221\(99\)00002-0](https://doi.org/DOI: 10.1016/S0956-5221(99)00002-0)
- Easterby-Smith, M., Thorpe, R. & Lowe, A. (2002). *Management Research: An Introduction* (2nd ed.). London: Sage Publications.
- Eusko Jaurlaritza / Gobierno Vasco. (2010). Plan de Competitividad Empresarial 2010-2013, 216.
- Garcia-Lorenzo, A. and Prado, J. C. (2003). Employee Participation Systems in Spain. Past, Present and Future. *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 14, 1. p. 15–24. <https://doi.org/10.1080/14783360309704>
- Goldratt, E. M., y Fox, R. F. (1986). *The Race*. North River Press. New York.
- Goldratt, E. M. (1990). *What is this thing called Theory of Constraints, and how should it be implemented?* New York: North River Press.
- Greenwod, D.J. and Levin, M. (2000). *Reconstructing the relationships between universities and society through action research*. (N. K. D. and Y. S. Lincoln, Ed.), *Handbook of qualitative research* (2nd ed., Vol. 2). SAGE Publications.
- Gummesson, E. (2000). *Qualitative Methods in Management Research*. Sage Publications.
- Gupta, M., Snyder, & D., & Snyder, D. (2009). Comparing TOC with MRP and JIT: a literature review. *International Journal of Production Research*, 47(13), 3705–3739. <https://doi.org/10.1080/00207540701636322>
- Gurkan Inan, G., & Bititci, U. S. (2015). Understanding organizational capabilities and dynamic capabilities in the context of micro enterprises: a research agenda. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 210, 310–319. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.371>
- Hartle, J. (1994). *Case studies in organizational research. Qualitative methods in organizational research—a practical guide*. London: Sage publications.
- Huerta, E., Bayo, J.A., Garcia, C. and Merino, J. (2003). *Los Desafíos De La Competitividad* (La innovac). Bilbao: Fundación BBVA.
- Johnson, G., Scholes, K., & Whittington, R. (2007). *Exploring Corporate Strategy. Financial Times Prentice Hall*. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(85\)90029-8](https://doi.org/10.1016/0142-694X(85)90029-8)
- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34–

46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>
- Lewin, K., Lippitt, R., & White, R. K. (1939). Patterns of Aggressive Behavior in Experimentally Created "Social Climates." *The Journal of Social Psychology*, 10(2), 269–299. <https://doi.org/10.1080/00224545.1939.9713366>
- Ling, F. Y. Y. (2004). How project managers can better control the performance of design-build projects. *International Journal of Project Management*, 22(6), 477–488. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2003.09.003>
- Lutz, S., Löedding, H., & Wiendahl, H. P. (2003). Logistics-oriented inventory analysis. *International Journal of Production Economics*, 85(2), 217–231. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00111-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00111-7)
- Maylor, H., Turner, N., & Murray-Webster, R. (2015). "It worked for manufacturing. . .!". Operations strategy in project-based operations. *International Journal of Project Management*, 33(1), 103–115. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.03.009>
- Platts, K. W., & Gregory, M. J. (1990). Manufacturing Audit in the Process of Strategy Formulation. *International Journal of Operations & Production Management*, 10(9), 5–26. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000001264>
- Platts, K. W., Mills, J. F., Bourne, M. C., Neely, A. D., Richards, A. H., & Gregory, M. . (1998). Testing manufacturing strategy formulation processes. *International Journal of Production Economics*, 56, 517–523. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(97\)00134-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(97)00134-5)
- Reich, B. H., Gemino, A., & Sauer, C. (2014). How knowledge management impacts performance in projects: An empirical study. *International Journal of Project Management*, 32(4), 590–602. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.09.004>
- Rowley, J. (2002). Using Case Studies in Research Hill College of Higher. *Management Research News*, 25, 16–27.
- Smith, D., & Smith, C. (2014). *Demand Driven Performance*. McGraw Hill Professional.
- Stevenson, M., Hendry, L. C., & Kingsman, B. G. (2005). A review of production planning and control: the applicability of key concepts to the make-to-order industry. *International Journal of Production Research*, 43(5), 869–898. <https://doi.org/10.1080/0020754042000298520>
- Vázquez García, Elena; Amiama Ares, Carlos; Barrasa Rioja, M. (2016). 20th International Congress on Project Management and Engineering. In *PRACTICAL APPLICATION OF THE CRITICAL CHAIN METHOD TO A CIVIL ENGINEERING PROJECT* (pp. 13–15). Cartagena.
- Voss, C., Tsikriktsis, N., & Frohlich, M. (2002). *Case research in operations management*. *International Journal of Operations & Management Production Management* (Vol. 22). <https://doi.org/10.1108/01443570210414329>
- Wacker, J. G. (1998). A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management. *Journal of Operations Management*, 16(4), 361–385. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00019-9](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00019-9)
- Yin, R. K. (2013). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks: Sage publications. <https://doi.org/10.1097/FCH.0b013e31822dda9e>