



Vigilada Mineducación

Propuesta de diseño para una metodología que permita Integrar en una sola herramienta de gestión a Lean Manufacturing y Teoría de Restricciones

Design proposal for a methodology that allows the Integration of Lean Manufacturing and Theory of Constraints into a single management tool

GUILLERMO FEDERICO VALENCIA GARCÍA

Asesora Metodológica

Gina María Giraldo Hernández

Asesor Temático

Juan David Hernández

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN

MAESTRÍA EN GERENCIA INTEGRAL POR PROCESOS

MEDELLÍN

2024

CONTENIDO

GLOSARIO	4
RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	13
OBJETIVOS.....	15
GENERAL	15
ESPECÍFICOS	15
MARCO TEÓRICO O MARCO CONCEPTUAL.....	16
EVOLUCIÓN DE LEAN COMO HERRAMIENTA EN VAJILLAS CORONA.....	17
Que es Lean Manufacturing.....	18
Implementación de una metodología basada en Lean	20
Que es TPM.....	22
Como se debe implementar una metodología basada en TPM	24
LA EVOLUCIÓN DE TOC EN DDAE EN LA LOCERÍA COLOMBIANA.....	27
Que es TOC (Teoría de las restricciones)	28
Como se implementa una metodología basada en TOC	30
Que es DDAE	33
DISEÑO METODOLÓGICO	40
DESARROLLO DEL TRABAJO	42
Ventajas y desventajas de Lean-TPM y TOC-DDMA.....	42
Puntos de concordancia entre Lean y TOC.....	44

Puntos de conflicto al usar las dos metodologías de forma separada en una misma empresa	45
Síntesis de las entrevistas con los expertos en LEAN-tpm	47
Síntesis de las entrevistas con los expertos en TOC -dbr	49
RESULTADOS.....	51
PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE LEAN Y TOC INTEGRADOS.....	53
CONCLUSIONES	56
AGRADECIMIENTOS	58
REFERENCIAS	59
ANEXOS.....	65
Formato de entrevista con el experto de Lean Manufacturing	65
Formato de entrevista con el experto de TOC.....	67

GLOSARIO

Cuello de Botella: Punto en un proceso donde la capacidad es limitada y puede afectar el rendimiento general del sistema.

DDAE (Demand Driven Adaptive Enterprise): Es un modelo de gestión que permite a las empresas detectar los cambios del mercado, adaptarse a entornos complejos y volátiles y desarrollar estrategias de innovación impulsadas por el mercado

ERP (Enterprise Resource Planning): Sistema integrado de gestión empresarial que facilita la planificación, seguimiento y control de recursos, procesos y actividades en una organización **Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta):** Estrategia de producción enfocada en la eliminación de desperdicios, optimización de procesos y mejora continua para maximizar la eficiencia y calidad.

Medida antidumping: Consiste en aplicar un derecho de importación adicional a un producto determinado de un país exportador determinado para lograr que el precio de dicho producto se aproxime al “valor normal” o para suprimir el daño causado a la rama de producción nacional en el país importador.

MTO (Make to Order): Estrategia de producción en la que los productos se fabrican según la demanda del cliente, evitando inventarios innecesarios.

MTS (Make to Stock): Estrategia de producción donde los productos se fabrican y almacenan antes de la demanda, permitiendo una entrega rápida.

Mundo VUCA: La volatilidad, la incertidumbre, la complejidad y la ambigüedad.

Productividad: Medida de la eficiencia con la que se utilizan los recursos para producir bienes o servicios, generalmente expresada como la relación entre la producción y los recursos empleados.

ROIC: Return On Invested Capital es un indicador que permite a una empresa conocer la rentabilidad del capital que ha obtenido a lo largo de un tiempo indicado.

Teoría de Restricciones (TOC): Marco de gestión que identifica y aborda los cuellos de botella en los procesos para mejorar la eficiencia global de un sistema.

TPM (Total Productive Maintenance): Enfoque para el mantenimiento preventivo y la mejora continua de equipos y maquinaria para maximizar la eficiencia y reducir tiempos de inactividad.

RESUMEN

El propósito principal de esta investigación consistió en desarrollar una propuesta metodológica que integre de manera armónica dos enfoques clave en la optimización de procesos: Lean Manufacturing y la Teoría de Restricciones (TOC). Estas dos herramientas son reconocidas globalmente por su capacidad para mejorar consistentemente los resultados empresariales. No obstante, sus métodos difieren significativamente; mientras Lean Manufacturing se enfoca en la reducción del desperdicio en toda la cadena de valor, TOC se centra en minimizar el impacto en puntos específicos, denominados restricciones.

Esta disparidad conlleva ventajas y desventajas notables, Lean Manufacturing impulsa mejoras en toda la cadena y promueve una cultura de mejora continua, aunque su implementación puede ser más lenta y costosa. Por otro lado, TOC, al focalizarse en las restricciones, obtiene resultados más rápidos y contundentes. Sin embargo, su impacto a largo plazo puede ser limitado debido al desplazamiento de la restricción a lo largo de la cadena.

Para alcanzar una metodología integrada, se llevó a cabo una revisión bibliográfica y, a través de entrevistas con expertos en Lean Manufacturing y TOC, se buscó entender de forma práctica cómo se comportan estas metodologías en las empresas analizadas.

Estas acciones permitieron definir, en seis pasos, una herramienta que busca aprovechar lo mejor de cada enfoque y evitar conflictos, generando un proceso complementario. La metodología resultante, basada en información teórica y práctica, aspira a optimizar la excelencia operacional generando procesos más confiables y flexibles, lo que facilita la adaptación a las expectativas del mercado.

Palabras clave: Lean Manufacturing, Productividad, Teoría de restricciones (TOC), DDAE, ERP, MTO, MTS, Cuello de botella, TPM

ABSTRACT

The main purpose of this research was to develop a methodological proposal that harmoniously integrates two key approaches in process optimization: Lean Manufacturing and the Theory of Constraints (TOC). These two tools are globally recognized for their ability to consistently improve business results. However, their methods differ significantly: while Lean Manufacturing focuses on reducing waste throughout the value chain, TOC focuses on minimizing the impact at specific points, called constraints.

This disparity carries notable advantages and disadvantages. Lean Manufacturing drives improvements throughout the chain and promotes a culture of continuous improvement, although its implementation can be slower and more expensive. On the other hand, TOC, by focusing on restrictions, obtains faster and more forceful results. However, its long-term impact may be limited due to the displacement of the constraint along the chain.

To achieve an integrated methodology, a bibliographic review and interviews with experts in Lean Manufacturing and TOC were carried out. The interviews carried out sought to understand in a practical way how these methodologies behave in the companies analyzed.

These actions allowed us to define, in six steps, a tool that seeks to take advantage of the best of each approach and avoid conflicts, generating a complementary process. The resulting methodology, based on theoretical and practical information, aims to optimize operational excellence, generating more reliable and flexible processes, which facilitates adaptation to market expectations.

Keywords: Lean Manufacturing, Productivity, Theory of Constraints (TOC), DDAE, ERP, MTO, MTS, Bottleneck, TPM

INTRODUCCIÓN

Cada empresa se orienta hacia un objetivo fundamental: alcanzar plenamente sus metas estratégicas. La capacidad de optimizar recursos se erige como piedra angular para asegurar su viabilidad a largo plazo. En este contexto, el uso de herramientas de gestión se torna crucial para delinear indicadores que supervisen la gestión empresarial de manera metódica.

Lean y TOC no solo son herramientas que contribuyen a estos fines, sino que han evolucionado hasta configurar metodologías paso a paso aplicables en diversas empresas. Sin embargo, la convergencia de estas metodologías puede suscitar conflictos al perseguir objetivos similares de manera divergente. Esta tesis pretende articular un enfoque progresivo que integre ambas metodologías, buscando extraer lo más valioso de cada una, sin cambiar su esencia.

Para ello, se llevó a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica de Lean y TOC, además de ejecutar una serie de entrevistas con expertos en cada una de las metodologías para entender también de forma práctica cada una de las metodologías con el propósito de comprender sus auténticas ventajas, desventajas y modalidades de aplicación en la práctica actual. Es esencial tener en cuenta que estas metodologías se originaron y se consolidaron en contextos culturales distintos: Lean en Japón y TOC en Estados Unidos. Esta diversidad cultural acentúa su incompatibilidad, especialmente al buscar su integración en un entorno latino.

En consecuencia, se busca el asesoramiento de expertos con sólidos conocimientos y experiencia en ambas metodologías para explorar las posibles ventajas de esta unificación. En colaboración con ellos, se busca elaborar una metodología unificada que se ajuste a las particularidades de este entorno empresarial específico, en busca de una síntesis efectiva que capitalice lo mejor de ambas herramientas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En empresas de todo el mundo, el uso de herramientas para optimizar procesos se ha vuelto muy popular debido a su capacidad para aumentar la rentabilidad. Dos de las más utilizadas son Lean Manufacturing y la Teoría de Restricciones (TOC). Lean Manufacturing es valorada por su promoción de una cultura de mejora continua, mientras que TOC destaca por su efectividad a corto plazo.

Muchas empresas han empleado estas herramientas con éxito a lo largo del tiempo, sin embargo, , en lugar de utilizar una sola herramienta de manera uniforme, las empresas combinan Lean Manufacturing en algunos procesos y TOC en otros. Un ejemplo de esto es la empresa Vajillas Corona, que utiliza "TPM," una herramienta basada en Lean, para mejorar la eficiencia de equipos y reducir desperdicios en procesos de manufactura, mientras que, para la planificación y programación, aplican la metodología Demand Driven Adaptive Enterprise (DDAE) la cual hace uso de los principios de la Teoría de Restricciones.

Ambas herramientas buscan la optimización de la cadena de valor, pero debido a sus enfoques distintos, pueden entrar en conflicto en ciertos momentos, lo que plantea cuestiones sobre cómo desarrollar los procesos de la manera más adecuada. Por esta razón, se vuelve esencial implementar una herramienta que combine las ventajas de ambas metodologías, evitando conflictos en la toma de decisiones tanto en el personal operativo, como en las áreas administrativas. Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta, se centra en la eliminación de todo tipo de desperdicios en la cadena de valor, incluyendo inventarios, productos defectuosos, transporte innecesario y reprocesos, tanto en equipos como en personas. Más que una simple herramienta de gestión, Lean debe ser vista como una filosofía de mejora continua que involucra al 100% de los miembros de la empresa en la identificación y eliminación de desperdicios.

El origen de Lean Manufacturing, como lo expresa Jeffrey K. Liker, (2000) en Las claves del éxito de Toyota, se remonta a las prácticas de producción desarrolladas por Toyota en Japón en la década de 1950. El Sistema de Producción de Toyota (TPS) sienta las bases de lo que hoy conocemos como Lean Manufacturing, y fue desarrollado principalmente por líderes como Taiichi Ohno y Shigeo Shingo.

Por otro lado, TOC fue presentada en 1979 por el físico israelí Eliyahu Goldratt. Esta metodología administrativa se utiliza en entornos de alta incertidumbre y se enfoca en identificar y gestionar las restricciones que afectan un sistema para maximizar la eficiencia de la restricción y por ende, de todo el sistema. La metodología TOC busca solucionar problemas en su raíz y lograr mejoras continuas para alcanzar metas y generar beneficios.

De este modo, en el presente trabajo se propone desarrollar una metodología que conserve los principios fundamentales de ambas herramientas y, en situaciones donde surgen diferencias o conflictos, proponga opciones para tomar decisiones planificadas sin generar conflictos entre los procesos de manufactura y planificación.

Contexto

De acuerdo con el Anuario Mundial de Competitividad (IMD 2020), Colombia se posiciona como la cuarta economía más competitiva de América Latina, detrás de Chile, Perú y México. No obstante, la industria colombiana se enfrenta a desafíos aún más considerables cuando se compara con otros países que representan amenazas para su entrada en mercados más desarrollados, como Estados Unidos y Europa. Entre estos países se destacan Turquía, Portugal y algunas naciones asiáticas como China y Vietnam, que han implementado estrategias para fortalecer sus sectores productivos.

En un esfuerzo por proteger ciertos sectores industriales, algunos países, como Colombia, han optado por implementar medidas antidumping en virtud del artículo

189, numeral 25 de la Constitución Política; en desarrollo del artículo 10 de la Ley 7 de 1991. Estas medidas imponen un impuesto adicional que brinda a las empresas la posibilidad de competir en condiciones más favorables. Sin embargo, para beneficiarse de estas medidas, las empresas deben utilizar el tiempo proporcionado para desarrollar planes de trabajo que las hagan más competitivas, incluyendo actualizaciones tecnológicas y la implementación de metodologías que busquen la optimización de los procesos productivos con el fin de equilibrar el desfase entre el costo del producto en otros países y su costo en Colombia.

En el caso de la industria de la cerámica, las medidas antidumping se han solicitado en tres ocasiones, en períodos de cuatro años cada vez, lo cual no es común ya que normalmente se ratifican una sola vez. La competencia de los productos chinos es intensa y los altos costos operativos y logísticos impiden que el sector interno pueda permanecer.

Un aspecto adicional para considerar en el sector cerámico y que motiva la implementación de estrategias de optimización del costo, es la dependencia para la adquisición de algunas materias primas importadas, como son los caolines, que resultan difíciles de reemplazar con arcillas nacionales. Esta dependencia es altamente riesgosa, no solo por el sobre costo que conlleva, sino también por su vulnerabilidad a las fluctuaciones del dólar. Esto se vuelve aún más complicado en el actual contexto económico mundial, marcado por el conflicto entre Rusia y Ucrania, que no solo provoca inflación, sino que también afecta el suministro global de estos materiales importados debido a que Ucrania es el quinto productor de este material en el mundo.

En contraste, los productores chinos experimentan una situación distinta, ya que, a diferencia de la mayoría de los países, cuentan con yacimientos de materia primas de alta calidad. Además, se benefician del factor inflacionario al no depender de la importación de materias primas a costos elevados, como sucede en la industria colombiana.

Las presiones externas sobre las empresas que desean incursionar en mercados no proteccionistas como Estados Unidos y Europa demandan la creación de productos de alta calidad a precios competitivos. Frente a las limitaciones logísticas y tecnológicas, la competitividad se encuentra en el aprovechamiento de herramientas para la mejora continua, como Lean Manufacturing, Theory of Constraints (TOC) u otras técnicas de gestión.

Sin embargo, la implementación simultánea de Lean y TOC dentro de una empresa puede generar conflictos debido a sus enfoques divergentes y que ofrecen ventajas distintas. Esta investigación se propone desarrollar una metodología que integre de manera armoniosa Lean Manufacturing y TOC, evitando conflictos y maximizando los resultados para la empresa.

JUSTIFICACIÓN

En Colombia, el sector de la vajillería, al igual que muchos otros dentro de la industria cerámica, enfrenta una serie de desafíos en términos de competitividad. Esta situación se vuelve aún más apremiante cuando se compara con la industria china, que no solo ofrece productos de alta calidad, sino que también compite en términos de precio, a menudo a niveles que resultan difíciles de igualar, salvo por la aplicación de medidas proteccionistas, como los aranceles (medidas antidumping). Sin embargo, es importante destacar que estas medidas no son sostenibles a largo plazo.

Por lo anterior, resulta imperativo la implementación de herramientas destinadas a buscar mejoras continuas en todos los procesos. En este contexto, empresas como Vajillas Corona y otras en Colombia, han optado por utilizar metodologías como Lean Manufacturing y la Teoría de las Restricciones (TOC), sin desconocer que cada una cuenta con sus respectivas ventajas y desventajas en la aplicación.

Sin embargo, la intención de emplear estas herramientas de manera simultánea puede dar lugar a conflictos que no solo limiten el impacto deseado, sino que también pueden generar desviaciones en la cultura de mejora que se busca establecer. Esto se debe a que, en la práctica, los conceptos teóricos subyacentes a cada una de estas herramientas no siempre se alinean de manera armoniosa al momento de implementarlas.

Además, aunque existen pautas claras para que una empresa implemente estas herramientas por separado, aún no está claro cuáles serían los pasos a seguir para utilizar Lean y TOC de manera integrada.

Empresas como Vajillas Corona han optado por utilizar las metodologías en diferentes áreas de sus procesos para evitar conflictos entre ellas. Con esta estrategia, Lean se aplica en el área de manufactura, mientras que Demand Driven Adaptive Enterprise (DDAE) basada en TOC se utiliza en la planificación y

programación. Aunque esta decisión pretende minimizar los conflictos entre las tres, surgen dificultades cuando los procesos se entrelazan, ya que las órdenes de producción generadas en los procesos de planificación (DDMA) llegan a las diversas etapas de producción basadas en el concepto Lean.

Es por esto que la integración de ambas herramientas en áreas como la planificación y la manufactura podría optimizar los indicadores de rendimiento al adoptar una metodología única y cohesionada. Además, se lograría una estandarización a nivel operativo, no solo en términos de procesos, sino también en lo que respecta a la cultura que se ha intentado infundir desde hace varios años.

OBJETIVOS

GENERAL

Elaborar una metodología integral que facilite la integración fluida de la filosofía Lean Manufacturing y de la Teoría de las Restricciones (TOC), evitando posibles conflictos y maximizando su sinergia en la práctica.

ESPECÍFICOS

1. Analizar a fondo los enfoques, ventajas inherentes y posibles limitaciones de Lean Manufacturing y de la Teoría de Restricciones (TOC), identificando su aplicación práctica.
2. Identificar los puntos conflictivos entre estas herramientas al implementarlas simultáneamente en una misma organización, explorando sus aspectos complementarios y compatibles.

MARCO TEÓRICO O MARCO CONCEPTUAL

El propósito central de esta investigación es la definición de una herramienta de gestión que pueda integrar las metodologías de Lean y la Teoría de Restricciones (TOC), fundamentándonos en los conocimientos acumulados a lo largo de varios años en la empresa Locería Colombiana, perteneciente a la Organización Corona. Para comprender en profundidad las dinámicas de estas dos metodologías y su evolución a lo largo del tiempo, es esencial explorar los conceptos teóricos subyacentes y cómo han experimentado transformaciones a lo largo de los años.

Estas transformaciones, en su mayoría, han surgido como resultado de la adquisición de asesorías que proponen mejoras específicas en diferentes aspectos de las metodologías originales. Un ejemplo de ello es la integración de Lean con Total Productive Maintenance (TPM); aunque ambas metodologías buscan mejorar la eliminación de desperdicios, TPM se enfoca en los aspectos relacionados con las máquinas, siendo un componente crucial en los procesos productivos de todas las plantas de la Organización Corona. Además, destaca por su estructura basada en pilares, lo que le permite sostener las normas de calidad, ambientales y de seguridad que la organización sigue actualmente.

En el caso de la integración de TOC con Design for Demand Manufacturing (DDMA), se presenta una evolución en el concepto al continuar programando la planta teniendo en cuenta la restricción del proceso, pero siempre en función de la demanda del mercado. Por tanto, resulta esencial profundizar no solo en las ventajas o desventajas inherentes a cada metodología, sino también en la manera en que se implementan.

La comprensión detallada de estos conceptos se torna crucial para la propuesta final de desarrollar una metodología unificadora. Este estudio se erige como un paso significativo hacia la creación de una herramienta de gestión que armonice de manera efectiva los principios y prácticas de Lean y TOC, aprovechando las lecciones aprendidas y las adaptaciones realizadas en el entorno empresarial específico de la Organización Corona.

EVOLUCIÓN DE LEAN COMO HERRAMIENTA EN VAJILLAS CORONA

A lo largo de su historia, en Vajillas Corona, se han implementado diversas metodologías de mejora continua como Calidad Total, Kaizen y otras han estado presentes. Sin embargo, durante más de dos décadas, la implementación de Total Productive Maintenance (TPM) ha sido una constante en cada unidad de negocio de Vajillas, perteneciente a la Organización Corona. Esta metodología comparte fundamentos esenciales con Lean Manufacturing, lo que ha llevado a la empresa a denominar su enfoque de gestión como Lean-TPM. Este término refleja una sinergia entre ambos conceptos, donde Lean busca la reducción de desperdicios y TPM guía de manera progresiva la implementación de la metodología.

Este híbrido ha permitido a la empresa lograr una mejora continua en todos los procesos de la cadena y un avance significativo en la construcción de una cultura, tanto a nivel operativo como administrativo. Esta cultura fortalecida se presenta como un factor crucial para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de las mejoras ya implementadas.

Adicionalmente, Lean-TPM desempeña un papel fundamental como un pilar de apoyo para el mantenimiento de los sistemas de gestión en relación con las tres normas ISO, consolidándose como una herramienta integral para la eficiencia operativa y el cumplimiento normativo en Vajillas Corona.

Que es Lean Manufacturing

Como lo describe Socconini Luis, (2019) Lean Manufacturing Paso A Paso Lean Manufacturing, también conocida simplemente como "Lean," es una filosofía de gestión y un enfoque de producción orientado a eliminar el desperdicio y optimizar la eficiencia en los procesos de fabricación. Esta metodología se originó en Japón, específicamente en Toyota y se ha convertido en una filosofía ampliamente adoptada en la gestión de operaciones y la mejora continua en todo el mundo.

Lean Manufacturing permite un proceso más esbelto con enfoque en los siguientes puntos:

Eliminación del Desperdicio: El principio central de Lean Manufacturing es la eliminación del desperdicio o "muda" en los procesos de producción. El desperdicio se refiere a cualquier actividad, recurso o tiempo que no agrega valor al producto final.

Lean identifica ocho formas de desperdicio: *Sobrepesos* (Producción en exceso de la demanda); *Inventarios* (Acumulación de materiales o productos sin procesar); *Movimiento* (Desplazamiento innecesario de personas o equipos); *Espera* (Tiempo perdido hasta que se complete una tarea); *Sobreproducción* (Producción en exceso de lo necesario); *Defectos* (Productos o piezas imperfectas que requieren retrabajo); *Transporte* (Movimiento innecesario de productos o materiales entre ubicaciones)

Valor para el Cliente: Un principio fundamental de Lean es que cada actividad en un proceso de fabricación debe agregar valor desde la perspectiva del cliente. Todo lo que no agrega valor se considera desperdicio y debe ser eliminado.

Producción Justo a Tiempo (Just-In-Time, JIT): Este sistema es un componente esencial de Lean Manufacturing y se refiere a la elaboración de productos o componentes justo cuando se necesitan y en la cantidad exacta requerida. Esto minimiza los inventarios y reduce los costos de almacenamiento.

Takt Time: Es el ritmo al que los productos deben ser elaborados para satisfacer la demanda del cliente. Está vinculado a la producción JIT y garantiza que se produzca la cantidad correcta de productos en el momento adecuado.

Flujo Continuo: El enfoque Lean busca establecer un flujo de trabajo sin interrupciones. Esto implica la organización de la producción en celdas de trabajo o líneas de ensamblaje donde los productos se mueven de una etapa del proceso a la siguiente sin demoras.

Mejora Continua (Kaizen): Lean promueve una cultura de mejora continua a través de la cual los empleados, en todos los niveles de la organización, buscan constantemente formas de optimizar los procesos y reducir el desperdicio. El Kaizen es el concepto japonés que se traduce como "mejora continua."

Respeto por las Personas: Lean valora y respeta a los empleados como activos clave en el proceso de mejora continua. De este modo, se impulsa a los trabajadores a participar en la toma de decisiones y a aportar sus ideas para la mejora de procesos.

Calidad: Esta es un componente integral de Lean. Al reducir el desperdicio y optimizar los procesos, se logra una mayor calidad en los productos. Cualquier problema de calidad se identifica y se aborda de inmediato.

Implementación de una metodología basada en Lean

La implementación de Lean Manufacturing en una empresa manufacturera requiere un proceso cuidadoso y planificado que incluya como mínimo, los siguientes pasos:

Paso 1: Compromiso de la Dirección: La Alta Dirección de la empresa debe estar comprometida con la implementación de Lean Manufacturing. Deben entender los beneficios y estar dispuestos a proporcionar recursos y apoyo. La gestión debe liderar el cambio y comunicar claramente los objetivos de Lean a toda la organización.

Paso 2: Capacitación del Personal: Antes de comenzar la implementación el personal debe recibir capacitación en los principios y herramientas de Lean. Esto debe incluir talleres, seminarios y programas de formación específicos. Es importante que todos los empleados comprendan los conceptos de Lean.

Paso 3: Mapeo de la Cadena de Valor: Identifica los flujos de valor en los procesos de producción. Utiliza herramientas como Value Stream Mapping VSM (mapeo de la cadena de valor) para visualizar los procesos actuales y detectar áreas de desperdicio. Esto ayuda a identificar oportunidades de mejora.

Paso 4: Identificación y Eliminación del Desperdicio: Una vez mapeada la cadena de valor, se debe trabajar en la identificación y eliminación de desperdicios. Los ocho tipos de desperdicio en Lean son: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, procesos ineficientes, inventario excesivo, movimiento innecesario y defectos. El enfoque debe orientarse a reducir o eliminar estos desperdicios.

Paso 5: Implementación de las 5S: Son cinco principios que ayudan a organizar el entorno de trabajo para la eficiencia y la seguridad. Las 5S son: Seiri (Clasificar), Seiton (Orden), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Sostener). Se debe Implementar las 5S en el área de trabajo.

Paso 6: Establecimiento de Flujos de Trabajo Continuos: Diseñar flujos de trabajo continuos y eficientes para minimizar interrupciones y tiempos de espera. Esto puede incluir cambios en la disposición de las máquinas y una producción justo a tiempo (Just inTime) para reducir el inventario.

Paso 7: Producción Justo a Tiempo (Just inTime): Implementar un sistema Just inTime para reducir el inventario y producir lo que se necesita, cuando se necesita. Esto reduce el desperdicio de inventario y mejora la eficiencia.

Paso 8: Mejora Continua (Kaizen): Fomentar una cultura de mejora continua en la empresa. Anima a los empleados a identificar y resolver problemas en sus áreas de trabajo de manera constante. Realiza reuniones regulares de mejora y reconoce los logros.

Paso 9: Establecimiento de Indicadores Clave de Rendimiento (KPI): Se debe definir KPI relevantes que midan el rendimiento de acuerdo con los objetivos de Lean Manufacturing. Esto puede incluir indicadores de tiempo de ciclo, eficiencia, calidad y costos.

Paso 10: Sostener y Evaluar: Esto implica mantener el impulso de Lean Manufacturing a largo plazo, realizando auditorías regulares para asegurarse de que los procesos Lean se mantengan. Evaluar constantemente los resultados y ajustar los esfuerzos en función de las necesidades cambiantes.

Que es TPM

TPM significa Mantenimiento Productivo Total (conocido por sus siglas en inglés *Total Productive Maintenance*); es una metodología de gestión y mantenimiento que se enfoca en la maximización de la eficiencia y confiabilidad de los equipos y maquinaria utilizados en la producción. Su objetivo principal es minimizar las paradas no programadas de las máquinas, mejorar la calidad del producto y aumentar la productividad. El TPM se originó en Japón y se desarrolló a partir de la filosofía de producción de *Justo a Tiempo* y *Control de Calidad Total*, siendo uno de los pilares del sistema de producción de clase mundial.

El TPM se basa en los siguientes principios fundamentales:

Participación de Todos: En TPM, se enfatiza la participación de todos los miembros de la organización, desde operadores y técnicos, hasta gerentes y personal de mantenimiento. Cada miembro de la empresa asume un papel importante en la gestión y en el mantenimiento de los equipos.

Enfoque Preventivo: La filosofía TPM se centra en la prevención de problemas y el mantenimiento preventivo, en lugar de realizar reparaciones después de una avería. Se llevan a cabo inspecciones regulares y tareas de mantenimiento planificadas para evitar fallas.

Eliminación de las Seis Grandes Pérdidas: TPM identifica seis tipos de pérdidas que afectan la eficiencia de la producción. Estas pérdidas son: tiempos de parada, tiempos de configuración, velocidad reducida, defectos de calidad, consumo de energía y gestión ineficiente. El objetivo es eliminar o reducir al máximo estas pérdidas.

Autonomía del Operador: Los operadores desempeñan un papel clave en el mantenimiento y cuidado de los equipos. Se les capacita para realizar actividades de mantenimiento rutinario y detección temprana de problemas, lo que reduce la dependencia del personal de mantenimiento.

Mejora Continua: TPM promueve una cultura de mejora continua en la que constantemente se buscan formas para optimizar los procesos y equipos. Esto se logra a través de la identificación de problemas, el establecimiento de objetivos de mejora y la medición del progreso.

Medición y Análisis: La recopilación y análisis de datos son fundamentales para evaluar el rendimiento y la eficiencia de los equipos. Esto permite tomar decisiones informadas y realizar mejoras basadas en datos.

Las ventajas del TPM en una organización, ya sea en la industria manufacturera o en la prestación de servicios, incluye los siguientes aspectos:

Aumento de la Disponibilidad de los Equipos: Reducir las paradas no programadas y los tiempos de inactividad, significan que los equipos están disponibles para la producción durante más tiempo.

Mejora de la Calidad del Producto: El mantenimiento preventivo y la detección temprana de problemas reducen la probabilidad de defectos en el producto final.

Aumento de la Eficiencia de la Producción: Reducción de pérdidas y una mayor velocidad de producción.

Reducción de Costos de Mantenimiento: Se gastan menos recursos en reparaciones de emergencia.

Sin embargo, la implementación de TPM también conlleva desafíos, como la necesidad de capacitación y cambio cultural, y puede requerir una inversión inicial en tecnología y formación. En última instancia, TPM es una herramienta poderosa para mejorar la eficiencia y la calidad en las operaciones de una organización.

Como se debe implementar una metodología basada en TPM

Como se explica detalladamente en TPM EN INDUSTRIAS DE PROCEOS escrito por Tokutaro Suzuki; el proceso de implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) se estructura en doce pasos secuenciales, cada uno con funciones específicas y contribuciones cruciales para el éxito global del programa. A continuación, se detalla de manera técnica cada uno de los pasos:

PASO 1: Decisión Jerárquica: este primer paso implica la toma de una decisión oficial de implementar el TPM. La alta dirección comunica esta decisión a los empleados, detallando conceptos, metas y beneficios esperados. Es esencial que los directivos demuestren un compromiso sólido para la correcta implementación de TPM.

PASO 2: Lanzamiento de Campaña Educativa: este paso se centra en el entrenamiento y promoción del TPM, comenzando tan pronto como sea posible después de la introducción del programa. El objetivo de la educación es explicar, no solo el concepto de Mantenimiento Productivo Total, sino también elevar el sentido de pertenencia y superar la resistencia al cambio.

PASO 3: Crear Organizaciones para la Promoción del TPM: una vez completada la educación inicial a nivel directivo, se inicia la creación de un sistema promocional del TPM. Esto se basa en una matriz organizacional con comités y grupos de proyecto en cada nivel de la organización.

PASO 4: Establecer Metas y Políticas: la oficina central de promoción del TPM establece políticas y metas fundamentales. Por ejemplo, compromisos de dirección con el Mantenimiento Productivo Total e incorporación de procedimientos para su desarrollo en el plan de dirección general a mediano y largo plazo.

PASO 5: Ejecutar un Plan Maestro para el Desarrollo de TPM: la oficina central del TPM diseña un plan maestro que se enfoca en cinco actividades de mejora básicas,

- Mejorar la efectividad del equipo eliminando las seis grandes pérdidas.
- Establecer un programa de mantenimiento autónomo por los operarios.
- Aseguramiento de la calidad.
- Establecer un programa de mantenimiento planificado por el departamento de mantenimiento.
- Educación y entrenamiento para aumentar las capacidades personales.

PASO 6: El “Disparo de Salida” este paso marca el inicio de la implementación del Mantenimiento Productivo Total, iniciando la batalla contra las seis grandes pérdidas. A partir de este punto, los trabajadores deben cambiar sus rutinas diarias y comenzar a practicar el TPM, respaldando las nuevas políticas.

PASO 7: Mejorar la Efectividad del Equipo: TPM se ejecuta a través de cinco actividades de desarrollo básicas. La primera es mejorar la efectividad de cada pieza del equipo que experimenta una pérdida. El personal de mantenimiento, supervisores y miembros de pequeños grupos, forman equipos de proyecto para realizar mejoras y eliminar pérdidas.

PASO 8: Establecer un Programa de Mantenimiento Autónomo para Operarios: la segunda actividad, el mantenimiento autónomo, se ataca después del “disparo de salida”. Los operarios asumen responsabilidades de mantenimiento autónomo siguiendo un método de siete pasos.

PASO 9: Diseñar un Programa de Mantenimiento Orientado al TPM para el Departamento de Mantenimiento: el noveno paso es también una de las cinco actividades básicas del programa de mantenimiento periódico. Aquí, el mantenimiento programado coordinado con las actividades de mantenimiento autónomo del departamento de operaciones.

PASO 10: Entrenar para Mejorar Capacidades de Operación y Mantenimiento: la mejora de las capacidades de operación y mantenimiento es la cuarta actividad de desarrollo del TPM, representando el décimo paso del programa de desarrollo. La educación y el entrenamiento son inversiones en personal que generan múltiples beneficios.

PASO 11: Gestión Temprana de un Programa de Gestión de Equipos: la última categoría de las actividades de desarrollo es la gestión temprana del equipo. Aparecen problemas durante las operaciones iniciales que generan la necesidad de incurrir en reparaciones, ajustes, lubricación y limpieza para evitar deterioro y averías futuras.

PASO 12: Implementación: el paso final implica perfeccionar la implementación y establecer metas futuras más ambiciosas. Durante el período de estabilización, se trabaja continuamente para mejorar resultados Que perduren en el tiempo

LA EVOLUCIÓN DE TOC EN DDAE EN LA LOCERÍA COLOMBIANA

Durante más de 15 años, Locería colombiana ha llevado a cabo un exhaustivo análisis con el fin de determinar el modelo más idóneo para mejorar la planificación a lo largo de su cadena de valor. En este proceso, la empresa ha incorporado herramientas como la Teoría de Restricciones (TOC) no solo en la programación, sino también en la planificación. Sin embargo, al ser parte integral del conglomerado empresarial, la Organización Corona, Locería se vio enfrentada a un cambio significativo al adoptar SAP como el sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) para toda la organización. Esta transición implicó un nuevo desafío para Locería, ya que requería la implementación de una herramienta que no solo permitiera avanzar en los modelos de planificación y programación, sino que también fuera compatible con el nuevo ERP implementado.

Para abordar esta necesidad, se llevaron a cabo diversas consultas y asesorías para identificar la mejor herramienta compatible con SAP y entre las soluciones más avanzadas se determinó que el modelo Demand Driven Adaptive Enterprise (DDAE) se alineaba con las operaciones de la Organización. Este modelo facilitaba comprender los patrones de la demanda y traducirlos en una planificación y programación óptima para cada unidad del negocio. Asimismo, permitía optimizar dos variables críticas para los objetivos estratégicos de la Organización: los niveles de inventario y el nivel de servicio. Este enfoque de vanguardia se convirtió en la solución adecuada para adaptarse a las complejidades y dinámicas de la cadena de valor de Locería colombiana dentro del entorno cambiante impulsado por la adopción de SAP como ERP corporativo.

Que es TOC (Teoría de las restricciones)

La Teoría de las Restricciones (TOC), conforme a la síntesis de Eliyahu M. Goldratt en "La Meta", postula que la eficiencia de un sistema orientado a objetivos se ve limitada por al menos una restricción, utilizando la metáfora de que "una cadena no es más fuerte que su eslabón más débil". Esto implica que los sistemas, o sus componentes, son vulnerables ya que el elemento más débil puede afectar negativamente la salida.

Una restricción en TOC se define como cualquier elemento que limite el rendimiento de un sistema en el logro de sus objetivos. La metodología se centra en comprender el sistema, proponiendo programar la producción con el modelo Drum Buffer-Rope (DBR), identificando la restricción que gobierna la rentabilidad e inventario.

El DBR sincroniza operaciones no restrictivas a la velocidad del elemento más débil, sugiriendo programar según la capacidad de la restricción, no de ningún proceso. La secuenciación del trabajo entre procesos mejora el cumplimiento del programa de producción.

Goldratt destaca que la meta empresarial es ganar dinero en el presente y asegurar su continuidad futura. La empresa, vista como un sistema con subsistemas, tiene restricciones en estos departamentos. TOC enfatiza mejorar la cadena de valor global antes que particular, aplicando a procesos administrativos.

La empresa, alineando indicadores con la meta, controla tres variables para la Utilidad Neta: ganancia, gastos operacionales y flujo de caja. El Inventario, en TOC,

incluye recursos invertidos en bienes a la venta, limitándose al costo de materias primas en contraste con la contabilidad de costos.

El Retorno sobre el Capital Empleado (ROIC) dimensiona el esfuerzo necesario para alcanzar una ganancia específica, y el Flujo de Caja, esencial para el equilibrio, condiciona el buen funcionamiento empresarial. Estas medidas proporcionan una visión integral del desempeño financiero y guían la gestión hacia los objetivos estratégicos.

Como se implementa una metodología basada en TOC

La implementación de una metodología basada en TOC (Teoría de las Restricciones) implica varios pasos clave para identificar, abordar y optimizar las restricciones que limitan el rendimiento de un sistema o proceso.

1. Identificación de restricciones:

- **Identificar las restricciones actuales:** El primer paso es identificar las restricciones o “cuellos de botella” en el sistema o proceso que se desea mejorar. Esto puede requerir un análisis detallado de la operación y la identificación de áreas que limitan la capacidad de alcanzar los objetivos deseados.
- **Clasificar las restricciones:** Este paso se hace en función de su ubicación, impacto y naturaleza. Algunas pueden ser restricciones internas relacionadas con recursos, mientras que otras pueden ser restricciones externas relacionadas con la demanda del mercado o la cadena de suministro.

2. Explotación de las restricciones:

- **Asegurar que las restricciones funcionen al máximo:** La TOC se centra en garantizar que las restricciones estén operando al máximo de su capacidad. Esto puede implicar ajustar la programación y asignación de recursos para maximizar la producción en la restricción.
- **Evitar la inactividad de la restricción:** Se debe evitar que la restricción se quede inactiva. Si no se está utilizando de manera efectiva, esto puede ralentizar todo el proceso.

3. Subordinación de todo a la restricción:

- **Alinear los procesos y recursos:** Asegurar que todos los demás procesos y recursos estén subordinados a la restricción. Esto significa que deben ajustarse para adaptarse al ritmo de trabajo de la restricción.
- **Evitar el exceso de trabajo en curso (WIP):** Mantener niveles bajos de trabajo en curso es fundamental para garantizar que la restricción no esté esperando recursos.

4. Elevación de la restricción:

- **Eliminar o mitigar las restricciones:** Si es posible, se debe trabajar en la eliminación o mitigación de las restricciones. Esto puede implicar invertir en recursos adicionales, mejorar procesos o cambiar políticas que estén limitando el rendimiento.

5. Medición y control:

- **Implementar sistemas de medición:** Establecer sistemas de medición y control para rastrear el rendimiento de las restricciones y otros aspectos clave del proceso. Esto permite tomar decisiones basadas en datos y ajustar la estrategia según sea necesario.
- **Monitorear continuamente el sistema:** La mejora continua es fundamental en la metodología basada en TOC. Se debe monitorear y ajustar constantemente el sistema para abordar nuevas restricciones o cambiar condiciones.

6. Estrategia de implementación:

- **Desarrollar un plan de implementación:** Consiste en crear un plan detallado para implementar la metodología basada en TOC. Define roles y responsabilidades, tiempos y recursos necesarios.

- **Capacitación y cambio cultural:** Proporcionar capacitación a los empleados sobre la metodología TOC y fomentar un cambio cultural que priorice la eliminación de restricciones e impulse la mejora continua.

7. Evaluación y ajuste:

- **Evaluar los resultados:** Es fundamental evaluar regularmente los resultados obtenidos a través de la implementación de TOC para comparar el rendimiento antes y después de la implementación.
- **Ajustar la estrategia:** Basados en las evaluaciones, se debe ajustar la estrategia y la asignación de recursos según sea necesario para abordar las restricciones identificadas.

8. Documentación y comunicación:

- **Documentar los procesos:** Hay que asegurarse de documentar los procesos, los cambios realizados y los resultados obtenidos. Esto es esencial para mantener un registro y compartir información con otros miembros de la organización.
- **Comunicación constante:** Comunicar de manera efectiva los cambios y los logros a los miembros del equipo y a la alta dirección para mantener a todos informados y comprometidos.

La implementación exitosa de una metodología basada en TOC requiere tiempo, esfuerzo y compromiso. Es importante que todos los niveles de la organización estén alineados con los principios de TOC y trabajen juntos para identificar y abordar las restricciones que limitan el rendimiento. La mejora continua es un componente fundamental de esta metodología, por lo que la adaptación y el ajuste constante son esenciales para mantener y mejorar la eficiencia y la efectividad operativa.

Que es DDAE



Imagen extraída de página oficial de DDAE

Como lo explica en la página oficial de DDAE, El modelo Demand Driven Adaptive Enterprise (DDAE) es un modelo de gestión que permite a las empresas detectar los cambios del mercado, adaptarse a entornos complejos y volátiles y desarrollar estrategias de innovación impulsadas por el mercado. Los principios fundamentales de la gestión de flujo se combinan con la ciencia emergente de los sistemas adaptativos complejos (CAS). El modelo DDAE abarca los rangos operativos, tácticos y estratégicos de la organización a través de sus tres componentes principales: el modelo operativo impulsado por la demanda; la planificación de operaciones y ventas; impulsada por la demanda y la planificación de operaciones y ventas adaptativas. El modelo utiliza un proceso de aparición, retroalimentación y selección a través de ciclos adaptativos para responder y adaptarse continuamente a las circunstancias complejas, cambiantes y volátiles de la cadena de suministro que existen hoy en día.

LOS TRES COMPONENTES DEL MODELO DDAE

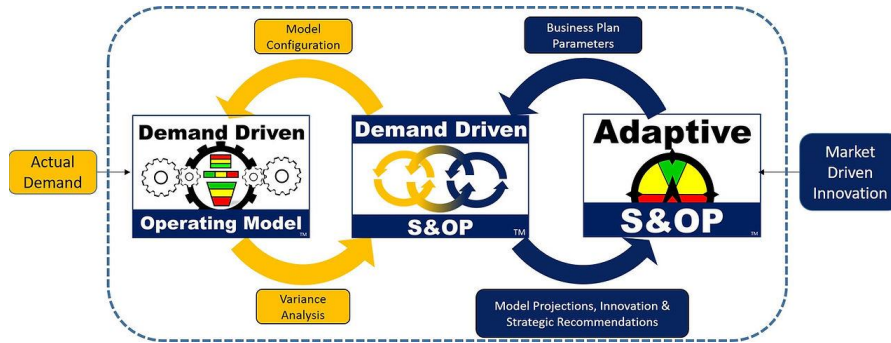


Imagen extraída de página oficial de DDAE

EL MODELO OPERATIVO IMPULSADO POR LA DEMANDA

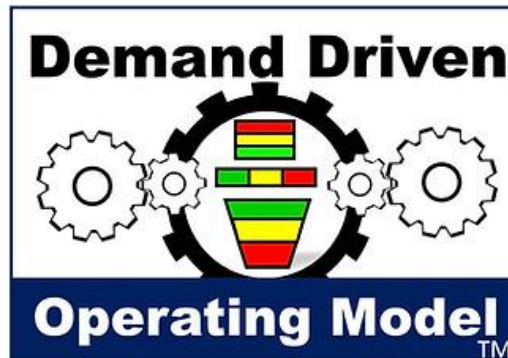


Imagen extraída de página oficial de DDAE

Un modelo operativo impulsado por la demanda (DDOM) es un modelo de generación de órdenes de suministro, programación operativa y ejecución que utiliza la demanda real en combinación con puntos de control y desacoplamiento estratégicos y reservas de stock, tiempo y capacidad para crear un sistema predecible y ágil que promueva y proteja el flujo de información y materiales necesarios dentro del rango operativo relevante (hora, día y semana). Los parámetros clave de un DDOM se establecen a través del proceso de planificación de operaciones y ventas impulsadas por la demanda (DDS&OP) para cumplir con los objetivos comerciales y de mercado establecidos y al mismo tiempo minimizar el capital de trabajo y los gastos relacionados con la aceleración.

PLANIFICACIÓN DE VENTAS Y OPERACIONES IMPULSADAS POR LA DEMANDA



Imagen extraída de página oficial de DDAE

El componente táctico del modelo de empresa adaptativa impulsada por la demanda (DDAE), que gestiona el ciclo adaptativo táctico. Demand Driven S&OP es un punto de integración táctico bidireccional en una empresa adaptativa impulsada por la demanda entre los rangos de toma de decisiones relevantes estratégicos y operativos. Operando principalmente en el rango táctico relevante, DDS&OP mantiene y actualiza los parámetros del DDOM en función de la estrategia comercial actual y emergente, proporcionada por Adaptive S&OP y la revisión sistemática del desempeño pasado y proyectado del DDOM. DDS&OP evalúa los escenarios propuestos en el proceso Adaptive S&OP para proporcionar proyecciones DDOM relevantes. Además, DDS&OP recomienda modificaciones estratégicas e innovaciones internas al liderazgo que involucren la capacidad y el desempeño futuros de DDOM.

PLANIFICACIÓN ADAPTABLE DE VENTAS Y OPERACIONES



Imagen extraída de página oficial de DDAE

La planificación adaptativa de ventas y operaciones es el proceso de negocio integrado que proporciona a la dirección la capacidad de definir, dirigir y gestionar estratégicamente información relevante en el mismo rango en toda la empresa. La innovación impulsada por el mercado se combina con la estrategia de operaciones, la estrategia de comercialización y la estrategia financiera para crear información estratégica y requisitos para la conciliación táctica y la proyección estratégica para crear e impulsar la adaptación de manera efectiva.

El camino del desarrollo del modelo DDAE

El modelo DDAE tiene un camino de desarrollo definido para que las empresas alcancen niveles crecientes de éxito al madurar su transformación impulsada por la demanda. Este camino tiene cinco etapas distintas:

ETAPA 1: Buscando una mejor manera de gestionar en el mundo VUCA

El camino del desarrollo comienza donde se encuentran hoy la mayoría de las empresas: atrapadas en una lucha constante tratando de impulsar la eficiencia operativa, controlando o minimizando los costos a través de herramientas y técnicas

de planificación heredadas mientras intentan lograr altas tasas de servicio. ¿Qué se necesita para salir de la Etapa 1? Sacar a una empresa de la Etapa 1 y comenzar una transformación impulsada por la demanda requiere la adopción de dos puntos clave. La medida en que estos dos puntos sean impulsados por la alta dirección a menudo determinará qué tan rápido una empresa puede salir de la Etapa 1 y qué tan rápido puede avanzar a través de la Etapa 2. Estos dos puntos son clave para comprender que el Mundo VUCA llegó para quedarse y requiere un compromiso con la eficiencia basada en el flujo.

ETAPA 2: Comenzar el énfasis en la eficiencia operativa basada en flujo

Afortunadamente, iniciar la Etapa 2 no requiere un gran cambio de tecnología ni un cambio completo de cultura corporativa. La etapa 2 trata de iniciar y desarrollar una mejor comprensión individual y organizacional sobre las reglas apropiadas de planificación y control y los beneficios de la gestión para el flujo. Un cambio a la Etapa 2 generalmente se inicia con la implementación de la Planificación de requisitos de materiales basada en la demanda (DDMRP) o la Planificación de requisitos de distribución basada en la demanda (DDDRP).

¿Por qué este dramático cambio hacia el flujo comienza con algo aparentemente tan banal como un proceso de planificación diferente en lugar de un gran proyecto de consultoría estratégica o una inversión en tecnología? DDMRP/DDDRP es la primera lección para aprender cómo gestionar adecuadamente los principios de eficiencia basada en flujo en el mundo VUCA y, al mismo tiempo, traer consigo efectos finales inmediatos y dramáticos.

ETAPA 3: Sincronizar, aprovechar y adaptar la capacidad operativa para un mejor rendimiento del flujo

La Etapa 3 es el primer nivel en el que una organización realmente puede comenzar a describirse a sí misma como una Empresa Adaptativa Impulsada por la Demanda y, por lo tanto, la razón por la cual la Etapa 3 se denomina DDAE I. La DDAE I consiste en un Modelo Operativo Impulsado por la Demanda (DDMRP, por sus siglas en inglés) completamente implementado.

En algunos entornos, DDMRP/DDDRP son suficientes para constituir un DDOM completamente implementado. Estos tipos de entornos a menudo incluyen distribuidores o procesadores por lotes o repetitivos con rutas simples, listas de materiales planas y/o diversidad limitada de recursos, como moldeadores por inyección, embotelladores o cualquier operación con procesamiento, fabricación o ensamblaje en una sola etapa. En estos entornos, la maduración de la implementación del DDMRP sería sinónimo de la maduración del DDOM y sería suficiente para alcanzar la Etapa 3.

ETAPA 4: Aprovechar y adaptar la capacidad operativa en toda la organización y en el mercado

La Etapa 4 se basa en los logros de la Etapa 3 y completa la expansión de los conceptos Impulsados por la Demanda al ciclo adaptativo estratégico. Los tres componentes del modelo Demand Driven Adaptive Enterprise ahora están implementados (DDOM, DDS&OP y Adaptive S&OP). En este punto la organización tiene un DDOM fuerte y resiliente. El personal tiene mucha experiencia y habilidad en su operación. La capacidad operativa de la empresa es ahora un arma altamente competitiva en el mercado.

Los circuitos adaptativos tácticos y estratégicos están establecidos y la organización está aprendiendo cómo usarlos y conciliarlos de manera efectiva y bidireccional. Este proceso impulsa la innovación interna, revela oportunidades lucrativas y permite un análisis de escenarios eficaz basado en flujos. La organización ahora está detectando los cambios del mercado y adaptando los procesos internos para

reaccionar a esos cambios. A medida que la organización madura en la Etapa 4, mantener y acelerar el impulso se convierte en un enfoque clave para pasar a la Etapa 5.

ETAPA 5: Detectar, adaptar e innovar en toda la cadena de suministro (proveedores y clientes)

La etapa 5 es la etapa final de maduración. El viaje para llegar a la Etapa 5 no será corto para la mayoría de las organizaciones. En la mayoría de los casos, esto podría llevar varios años y habrá muchos obstáculos, desafíos y crisis sistémicas a lo largo del camino; El Mundo VUCA lo garantiza.

Una empresa de la Etapa 5 tendrá algunas características clave. El personal de la empresa, en particular el equipo y el liderazgo de DDS&OP, comprenden y ven la cadena de suministro como una red interconectada completa que identifica oportunidades para una mejor creación y protección del flujo a través de los nodos. La organización se convierte en un socio valioso y estratégico de la cadena de suministro al facilitar el flujo entre ella y sus proveedores y clientes de manera mutuamente beneficiosa. En muchos casos, la organización es vista como un verdadero líder y sus socios de la cadena de suministro a menudo la consultan como referentes dadas sus decisiones y direcciones.

DISEÑO METODOLÓGICO

Como se ha expuesto anteriormente, ambas metodologías han sido ampliamente adoptadas por diversas empresas a nivel global, contando con una extensa literatura que las respalda. No obstante, existe una notable carencia de información que permita explorar una metodología de integración y aún más, su implementación conjunta en el contexto colombiano.

Con el propósito de abordar esta carencia de conocimiento, se planteó realizar una entrevista a expertos en cada una de estas metodologías. El objetivo fue indagar acerca de su perspectiva sobre la integración de ambas y las potenciales ventajas que podrían derivarse de fusionar estas dos metodologías en una sola herramienta de gestión.

Para proponer esta metodología unificadora se planteó investigar cada herramienta de forma separada entendiendo las ventajas y desventajas que presentaba cada una de ellas y cómo se implementarían dichas metodologías. Como complemento a la revisión bibliográfica se realizaron una serie de entrevistas con personas expertas en cada una de las herramientas para cruzar la información teórica con las experiencias de implementación y así llegar a las conclusiones esperadas.

Para la implementación de estas entrevistas se elaboró un cuestionario compuesto por 11 preguntas a su vez divididas en cinco bloques temáticos, allí se agruparon distintas preguntas que buscaban contribuir al objetivo general del trabajo que era lograr una metodología unificada.

Un *primer bloque* buscaba contextualizar el propósito de la tesis y recopilar las experiencias específicas de cada experto en su respectiva metodología.

El *segundo bloque* tuvo como finalidad identificar las disparidades que se percibían entre su metodología y la contraparte con fin de identificar qué tanto se diferenciaban cada una de las metodologías, según la visión del entrevistado.

Por su parte, el *tercer bloque* pretendía definir los sistemas de medición utilizados por cada metodología, explorando los desafíos inherentes a su implementación según la experiencia de los encuestados. El objetivo de este segmento era hacer un análisis comparativo de las ventajas y desventajas entre ambas metodologías, con el propósito de extraer conclusiones pertinentes para el momento de integrarlas.

El *cuarto bloque*, de particular relevancia, planteaba preguntas dirigidas a los expertos con el fin de explorar posibles vías para una metodología unificada. Las recomendaciones brindadas por cada experto fueron examinadas posteriormente como base para una propuesta definitiva.

Finalmente, el *quinto bloque* presentaba un escenario hipotético, invitando a los expertos a reflexionar sobre cómo implementarían la metodología opuesta a su área de especialización. Esta exploración desde la perspectiva contraria, buscaba enriquecer la comprensión y las posibles soluciones en el proceso de integración

DESARROLLO DEL TRABAJO

En el contexto de la indagación de una metodología consolidada, resulta imperativo examinar inicialmente las fortalezas y desafíos inherentes a cada una de las metodologías cuando son implementadas de manera independiente. Sin embargo, adquiere mayor relevancia comprender los posibles conflictos que pueden surgir al aplicarlas de manera simultánea en una misma empresa. Además, se torna esencial abordar la comprensión de los obstáculos que una compañía podría enfrentar al aspirar a la implementación de una herramienta unificada. Este enfoque metodológico se presenta como una exploración rigurosa y crítica de las dinámicas y sinergias entre las metodologías en cuestión, proporcionando una base sólida para el desarrollo y análisis en profundidad a lo largo de este trabajo de grado.

Ventajas y desventajas de Lean-TPM y TOC-DDMA

Las ventajas de Lean Manufacturing en empresas de manufactura son diversas y fundamentales para mejorar la eficiencia y reducir costos operativos. La reducción del desperdicio, un beneficio clave, optimiza los recursos y disminuye los costos. Además, al promover la producción Just-In-Time (JIT), se logra una producción más eficiente, se minimizan los inventarios y se aceleran los tiempos de entrega.

La calidad también se ve favorecida, dado que la atención constante y la eliminación del desperdicio dan como resultado productos de mejor calidad y con menos defectos.

La flexibilidad aumenta considerablemente, permitiendo a las empresas adaptarse a cambios en la demanda y productos, volviéndolas más ágiles en el mercado. La cultura de mejora continua (Kaizen) fomentada por Lean, impulsa a las empresas a optimizar procesos y a buscar constantemente reducir costos.

Sin embargo, la implementación de Lean también presenta desafíos; la resistencia al cambio por parte de empleados acostumbrados a procesos antiguos puede obstaculizar su adopción. Por eso requiere tiempo y esfuerzo cambiar la cultura organizacional. Además, la capacitación en todos los niveles de la organización es crucial, lo que conlleva costos y tiempo adicionales. La dependencia excesiva de proveedores, resultado del JIT, puede convertirse en un riesgo si estos enfrentan problemas de suministro.

Por otro lado, *la Theory of Constraints (TOC)* se enfoca en los problemas más críticos que afectan el rendimiento, lo que conduce a mejoras notables en un período relativamente corto. Al optimizar las restricciones, la eficiencia de todo el sistema mejora significativamente, lo que a menudo deriva una mayor productividad y rentabilidad.

No obstante, TOC tiene limitaciones de aplicabilidad, siendo más efectiva en entornos de producción y fabricación que en otros tipos de organizaciones, como servicios. No siempre es la solución adecuada para todos los problemas comerciales.

Puntos de concordancia entre Lean y TOC

Los puntos comunes entre la Teoría de Restricciones (TOC) y la producción Lean son notables, ya que ambas metodologías comparten principios fundamentales en la creación de valor y en la satisfacción de las necesidades del cliente.

Ambas teorías comparten el principio esencial de crear valor. En este contexto, el valor de un producto en el mercado se comprende como la percepción y asignación de valor por parte del cliente hacia el producto. Tanto TOC como Lean se centran en profundizar la comprensión de como los clientes, dentro de un segmento determinado y utilizan los productos para generar valor en sus negocios.

Ambos modelos de organización basan su estructura en la gestión de relaciones, tanto con clientes como con proveedores, poniendo énfasis en la interdependencia entre diversas figuras y áreas de negocio. Esto se traduce en un enfoque sistémico, donde se reconoce la importancia de una visión integral y coordinada de la empresa.

Otro punto en común es la aplicación de métodos estadísticos para reducir la variabilidad en los procesos. La gestión de la variabilidad es esencial para ambas metodologías, ya que contribuye a la eficiencia y consistencia en la producción.

Ambas metodologías comparten el principio de "producir o servir solo si el cliente lo requiere". Descrito en la norma ISO 9001 del 2015 "International Organization for Standardization. Este enfoque busca evitar la acumulación de bienes no vendidos que no tienen demanda en el mercado. TOC, en particular, ha desarrollado un modelo para la gestión sincronizada de la producción llamado "Drum-Buffer-Rope", que se alinea con este principio.

En conclusión, tanto TOC como Lean reconocen que la única forma de que una organización pueda permanecer y prosperar en el tiempo es a través de la mejora continua. Ambas metodologías abogan por vías de cambio constante para

adaptarse a las necesidades del cliente y para optimizar la generación de beneficios a lo largo del tiempo.

Puntos de conflicto al usar las dos metodologías de forma separada en una misma empresa

Enfrentar la decisión de implementar tanto Lean como la Teoría de Restricciones (TOC) en un mismo proceso dentro de una empresa conlleva desafíos significativos y potenciales conflictos desde diversas perspectivas. Un aspecto crítico reside en la discrepancia conceptual en cuanto al tratamiento del inventario. Mientras que, para TOC, el inventario no es problemático si se encuentra ubicado antes de una restricción, para Lean, este mismo inventario se percibiría como un desperdicio que debe ser eliminado.

Otro punto de divergencia entre las metodologías es el enfoque en el control del costo unitario. Lean prioriza el control de costos mediante el aumento de la productividad en toda la cadena de valor; mientras que, para TOC, la atención se centra en el concepto de flujo, buscando una mayor rotación de inventarios para ofrecer un servicio más eficiente, potencialmente traduciéndose en una mayor rentabilidad, siempre y cuando exista un mercado para satisfacer estas ventas.

Desde una perspectiva cultural, a pesar de que ambas metodologías buscan mejorar los procesos, la transmisión de estos principios no es completamente compatible. La generación de una cultura de cero desperdicios para Lean se extiende a toda la cadena, mientras que, para TOC, este enfoque se aplica principalmente a la restricción, considerando como despilfarro de recursos otros procesos.

En la práctica, muchas empresas tienden a no integrar ambas metodologías en un mismo proceso, con Lean comúnmente utilizado en procesos de manufactura y TOC en procesos de planificación y programación, disminuyendo así el conflicto entre ellas. Sin embargo, a medida que ambas metodologías evolucionan, ambas abogan por su implementación en todos los procesos, desde el abastecimiento hasta las ventas, lo que eventualmente puede generar conflictos, ya que ambas buscan ser aplicadas de manera integral en toda la compañía para maximizar sus resultados de manera efectiva.

Un aspecto igualmente crucial es la implementación de sistemas de información. Con la premisa de que estos sistemas contribuyan a la toma eficiente y fiable de decisiones, al mismo tiempo que permitan la trazabilidad completa de todos los flujos de proceso. Sin embargo, la coexistencia de dos metodologías distintas con enfoques divergentes puede generar desafíos en la toma de decisiones. Esta divergencia puede traducirse en la obtención de información redundante, lo cual no solo implica un mayor uso de recursos sino también un incremento en los costos asociados con la gestión de la información. Este aspecto resalta la necesidad de una integración efectiva de sistemas de información que se alinee con la naturaleza dual de las metodologías empleadas, a fin de optimizar la eficacia de la toma de decisiones y minimizar la redundancia de datos, garantizando así una gestión de información eficiente y costo-efectiva.

SINTESIS DE LAS ENTREVISTAS CON LOS EXPERTOS EN LEAN-TPM

Los entrevistados especializados en Lean-TPM y SGO explicaron la implementación de una combinación estratégica entre Lean y TPM en la empresa Corona, que posteriormente evolucionó hacia el desarrollo del Sistema de Gestión de Operaciones (SGO), subrayando la promoción de una cultura participativa y la relevancia del trabajo en equipo inherentes a estas metodologías.

En términos de diferencias entre Lean y la Teoría de las Restricciones (TOC), se destacó que Lean se orienta hacia la optimización de flujos e inventarios, mientras que TOC se concentra en la identificación y explotación de las limitaciones del proceso.

Una ventaja significativa de Lean frente a TOC radica en la generación de una cultura de mejora continua y participación extendida dentro de la empresa. Aunque TOC ofrece resultados rápidos, la sostenibilidad de los mismos depende de una implementación cuidadosa con el apoyo de un sistema de control.

En el ámbito de los sistemas de medición e indicadores, Lean-TPM tiene la capacidad de vincular los indicadores clave de desempeño (KPI) de operaciones con los indicadores financieros, garantizando que las mejoras en los procesos impacten en los resultados globales de la empresa.

No obstante, la implementación de Lean-TPM demanda más tiempo debido a su enfoque en el cambio cultural. A diferencia de TOC, que proporciona mejoras rápidas, pero puede fomentar una mentalidad de reacción inmediata o 'apagar incendios'. Esto permite a las empresas que adoptan Lean-TPM, desarrollar una cultura de sostenibilidad con resultados a corto, mediano y largo plazo, implementando mejoras operativas, logísticas y estratégicas en etapas secuenciales.

En la visión de los expertos en Lean-TPM, una integración exitosa debería basarse en un proceso estructurado en etapas. Partiendo de asegurar la estabilidad de los procesos y la identificación de áreas de mejora directamente vinculadas al costo y margen de la empresa. Además, se enfocaría en la implementación de pilares alineados con la estrategia corporativa.

SINTESIS DE LAS ENTREVISTAS CON LOS EXPERTOS EN TOC -DBR

Se recalca que el propósito de este trabajo busca fusionar las metodologías Lean-TPM y TOC-DBR, reconociendo las fortalezas de cada una. El experto en TOC-DBR de Vajillas Corona, destacando cómo la empresa ha evolucionado su sistema de planificación, inicialmente basado en TOC, priorizando la identificación de restricciones para maximizar la capacidad existente.

Las diferencias fundamentales entre Lean-TPM y TOC-DBR se enfocan en la búsqueda de mejoras. Lean-TPM aborda la eliminación de desperdicios en toda la cadena de valor, mientras que TOC-DBR prioriza mejoras en las restricciones del proceso para maximizar la capacidad de la planta sin generar inventarios innecesarios.

TOC-DBR demuestra su valor al priorizar la producción basada en la demanda real, evitando la sobreproducción y los altos inventarios, como se evidenció en Vajillas Corona. Sus indicadores orientados al servicio garantizan ventas constantes, mientras que los de Lean-TPM se centran en la eficiencia operativa.

Implementar TOC-DBR aborda desafíos relacionados con sistemas de costos existentes, requisitos informáticos e integración operativa. Sin embargo, su sostenibilidad en el tiempo depende de ser una política impulsada desde la gerencia y adoptada en todas las unidades de negocio.

Aunque TOC-DBR no posee una metodología de mejora continua específica, su enfoque claro en la priorización proporciona una guía sobre dónde enfocar mejoras. En la empresa, el uso conjunto de Lean-TPM y TOC ya está en marcha, aunque se han identificado políticas para mitigar posibles conflictos.

Las entrevistas realizadas permitieron hacer un análisis a raíz de la confrontación entre la teoría existente y la implementación práctica de las metodologías estudiadas, destacando la necesidad de comprender cómo cada una debe ser ejecutada. Además, permitieron identificar las convergencias de opinión entre los expertos acerca de las diferencias entre Lean-TPM y TOC-DDMA

Es imperativo señalar que los entrevistados no solo fueron elegidos por tener un conocimiento profundo de las metodologías abordadas, sino que en el caso de Lean-TPM, el entrevistado fue un consultor ampliamente reconocido por su extensa trayectoria en la implementación de metodologías en diversas empresas a nivel regional/nacional. Su experiencia ha evolucionado según las condiciones específicas y las necesidades de la industria colombiana, la cual difiere de las culturas asiáticas, de donde provienen estas metodologías.

En cuanto a TOC y su evolución en DDMA, el experto considera que, en lugar de un conflicto, podría existir una complementariedad entre las dos metodologías. Aunque reconoce que poseen conceptos teóricos divergentes que podrían generar conflictos en la implementación, bajo el modelo de la Organización Coronaque no se adhiere a una herramienta o metodología específica y fomenta la innovación, se crea un entorno que naturalmente permite la coexistencia de diversas herramientas para los diferentes procesos dentro de la compañía.

RESULTADOS

Tras exhaustivas revisiones bibliográficas de las metodologías Lean y TOC, así como la validación de la información mediante la consulta de expertos y el análisis de la evolución y resultados en la empresa Locería Colombiana a lo largo de los años, se ha constatado que ambas metodologías poseen destacadas fortalezas en distintos aspectos de la optimización de procesos. Sin embargo, debido a ciertos criterios divergentes, se ha evidenciado la posibilidad de conflictos entre ellas.

No obstante, las fortalezas intrínsecas son innegables. En el caso de Lean, implementada bajo la metodología TPM y fusionada en Lean-TPM, ha generado una cultura de mejora continua sostenible en el tiempo en los procesos de manufactura. Esta fusión no solo sirve como soporte para las certificaciones actuales de la empresa sino que, al enfocarse en la optimización de la productividad y la mejora de la calidad, impulsa una optimización del costo unitario y, por ende, una mejora en el margen neto de la empresa.

Por otro lado, la evolución de TOC al DDMA, manteniendo el principio de programación basada en las restricciones orientada por la demanda, busca asegurar un buen servicio con el menor inventario posible. Al comprender las fortalezas y debilidades de cada metodología, junto con la validación de los conflictos surgidos en la implementación simultánea de ambas herramientas, se propone una metodología que incorpore lo más beneficioso de cada una y que permita el mejoramiento continuo de los procesos.

La metodología propuesta es menos robusta que Lean-TPM, pero igualmente efectiva y se acopla a las necesidades específicas de Vajillas Corona. Se centra en

generar una cultura basada en el mejoramiento continuo, el trabajo en equipo y los principios de seguridad y ambientales. Esto respalda las certificaciones existentes o potenciales en la empresa. La premisa fundamental es optimizar recursos, y por ello se propone una implementación de pilares dividida en dos grupos; el primer grupo es básico y allí se contemplan los recursos aplicables a todos los procesos y el avanzado estará enfocado en la eliminación de desperdicios en los procesos restrictivos asignándoles recursos de manera prioritaria.

Dado que el indicador clave será el ROIC (Retorno sobre el Capital Invertido) y no uno centrado en procesos, como propone Lean-TPM, se debe prestar especial atención al capital de trabajo y al costo unitario. Los procesos deben subordinarse a la demanda y el costo unitario se convierte en un factor determinante para el logro de objetivos, de igual modo, cobra importancia la definición de los inventarios para el cálculo del capital de trabajo.

PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE LEAN Y TOC INTEGRADOS

Paso 1: Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa frente a los objetivos estratégicos de la misma.

Actividades clave:

- Elaboración de Cadenas de Valor e identificación de procesos estratégicos a mejorar.
- Elaboración de Matriz DOFA para definir si pertenece al negocio estratégico.
- Elaboración de VSM para los procesos con posibilidad de mejora y que estén alineados con la estrategia de la compañía.

Este paso busca identificar cuáles son los procesos susceptibles de mejora y si están alineados con la estrategia de la empresa.

Paso 2: Realizar una medición de necesidades del mercado para luego compararlas con las capacidades actuales de la empresa (TOC-DDMA).

Actividades clave:

- Definición del portafolio de productos que la empresa ofrece teniendo como base la rentabilidad de cada uno de ellos.
- Definición que productos son MTS (**Make to Order**) y que productos son MTO (**Make to Stock**):
- Definir la capacidad Operativa de la planta y asignación de participación de la capacidad para los productos MTS y MTO.

Paso 3: Estabilidad de los procesos o excelencia operativa (etapa de estabilidad de LEAN).

Actividades clave:

- Definir los pequeños equipos de mejoramiento, clasificándolos por nivel de criticidad (A-B-C).
- Implementación de pilares básicos por equipo:
 - Pilar 5S y Cultura
 - Pilar de Seguridad
 - Pilar de Ambiental
 - Pilar de Calidad

Paso 4: Aplicación de mejoramiento continuo en todos los procesos de la cadena de valor para disminuir los desperdicios.

Actividades clave:

- Identificar desperdicios en los equipos Tipo A (equipos que agregan valor al proceso en general).
 - Pilar de Mejoras (adicional a los 3 de cultura).
 - Pilar de Estandarización de procesos
- Realizar mejoras encontradas con ayuda del Pilar y de ser necesario apoyarse con los Agentes de Mejoramiento Continuo-AMC)

Paso 5: Identificación de restricciones propias del proceso y elevación de la restricción (TOC)

Actividades clave:

- Realizar Pared de balanceo

Permite saber cuál de los procesos es el más lento frente a toda la cadena de valor, según sea la necesidad del mercado y las limitaciones de la planta (capacidades operativas).

- Identificar “cuellos de botella” (Agente de Mejoramiento Continuo-AMC)
AMC se refiere a las personas con las competencias necesarias para implementar, junto con los pilares de mejora, los planes de mejoramiento continuo.
- Realizar las mejoras necesarias para elevar la restricción.

Paso 6: Evaluar si las acciones implementadas apuntan a los objetivos financieros y de no ser así, evaluar qué etapa se debe mejorar para cumplir con las necesidades de la compañía (resultados financieros).

Actividades clave:

- Evaluar financieramente las acciones intervenidas con el objetivo de definir si es necesario retomar un paso anterior y de ser necesario replantear los planes de trabajo que se habían definido.
- Realizar Expansión vertical lo que permitiría hacer transferencias de buenas prácticas encontradas en los procesos sujetos a mejora.

Paso 7: Normalizar y documentar las acciones que permiten el logro de los objetivos estratégicos.

CONCLUSIONES

- En el desarrollo de esta investigación de maestría, se diseñó una metodología integral en siete pasos con el objetivo de unificar los principios de Lean y la Teoría de Restricciones (TOC). Este enfoque se basó en una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre ambas metodologías, identificando sus fortalezas y debilidades. La validación de esta metodología se llevó a cabo mediante entrevistas con expertos en el campo, destacando y extrayendo las mejores prácticas de cada enfoque.
- Es importante destacar que esta metodología integradora no está limitada a compañías grandes; se diseñó considerando también la aplicabilidad en empresas con recursos limitados, siempre y cuando éstas tengan una perspectiva orientada a la mejora continua de los procesos previamente definidos.
- La primera etapa de la metodología propuesta implica un diagnóstico detallado para evaluar el alineamiento de los procesos actuales con la estrategia del negocio. Este análisis facilita la definición de prioridades de trabajo, asegurando que los esfuerzos posteriores generen beneficios tangibles en relación con los objetivos estratégicos de la compañía.
- La propuesta metodológica resultante no solo sintetiza lo mejor de Lean y TOC, sino que también incorpora conceptos significativos de Total Productive Maintenance (TPM), como el uso de pilares para las etapas de estabilidad, y de Design for Demand Manufacturing (DDMA), que permite la programación

basada en la demanda. Estos elementos complementan las dos metodologías que se buscaba unificar.

-
- En el análisis de ventajas y desventajas de cada metodología, así como en la revisión de las adaptaciones utilizadas en empresas como la Organización Corona, se concluye que ambas metodologías persiguen objetivos similares mediante enfoques distintos. Sin embargo, la integración de ambas permite consolidar una cultura de mejora en toda la cadena de valor aprovechando la fortaleza de Lean y, al mismo tiempo, estableciendo un proceso más eficiente al definir las prioridades o restricciones a mejorar con las ventajas de TOC.
- La metodología desarrollada tiene la capacidad de evitar conflictos potenciales logra través de la complementariedad armoniosa, manteniendo la alineación con los objetivos estratégicos de la compañía. Este enfoque integral se presenta como una herramienta valiosa para empresas que buscan maximizar la eficiencia y la mejora continua en sus procesos operativos.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi sincero agradecimiento a mi familia, en particular a Juan y Mariana, quienes han sido el motor de mi vida. A mi esposa, mi ángel, que ha respaldado incondicionalmente cada decisión que he tomado y ha sido mi apoyo constante en la consecución de esta meta tan significativa tanto a nivel profesional como personal. Asimismo, quiero manifestar mi profundo agradecimiento a la Organización Corona por brindarme la oportunidad de enriquecer mis conocimientos, permitiéndome abordar temas de gestión empresarial que se reflejan en esta tesis.

Adicionalmente, deseo expresar mi profunda gratitud a la Universidad EAFIT y su distinguido cuerpo docente. Específicamente, quiero destacar la contribución invaluable de Juan David Hernández, quien participó de manera activa en la elaboración de esta tesis, aportando su valioso conocimiento tanto en el ámbito laboral como en el personal. Su orientación ha sido fundamental para el desarrollo y la culminación de este trabajo académico

REFERENCIAS

1. Avraham Y. (2009). *Combinando Lean, Six Sigma y la Teoría de las Restricciones (TOC) para lograr un desempeño superior.* Goldratt Institute.
2. Añaguari, M. A. (2017). *Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Aplicación pymes.* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia].
3. Anderson, S. (2018). *Lean and the theory of constraints: ¿Friends or Foes?*Quality Digest. Recuperado de <https://www.qualitydigest.com/inside/six-sigma-column/lean-and-theory-constraints-friends-or-foes-091609.html>
4. López Zorrilla, M. C. (2017). *Implementación de TLS para mejorar la productividad en la planta de procesos de la Corporación Miyasato S.A.C.* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
5. Dettmer, H. W. (2018). *Beyond Lean Manufacturing: Combining Lean and the Theory of Constraints for Higher Performance.*
6. Imai, M. (2001). *KAIZEN La clave de la ventaja competitiva japonesa.* Compañía Editorial Continental.

7. Morales Londoño, N., Carrillo Landazábal, & Castillo Salgado. (2019). *Propuesta metodológica en la implementación del enfoque ITLS para la contribución a la calidad y a la mejora continua.* SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión, 12(2), 111-123. [DOI: xxxxxxxxx]

8. Vázquez Hernández, J. (2014). *Evolución de los Procesos de Mejora Continua: de TOC, Lean y Six Sigma al "TLS".*

9. Liker, J. K. (2000). *Las claves del éxito de Toyota, 14 Principios de gestión del fabricante más grande del mundo.*

10. Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing Paso A Paso.* Editorial Alfa Omega Marge Books.

11. Goldratt, E. M., & Cox, J. (1984). *La Meta: Un proceso de mejora continua (2da ed.)*. Grupo Editorial Norma.

12. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (s.f.). *Derechos Antidumping.* Recuperado de <https://www.mincit.gov.co/mincomercioexterior/defensa-comercial/dumping/investigacion-para-aplicacion-de-derechos-antidump/definiciones/derechos-antidumping>

13. Demand Driven Institute. (2019). *A new way to manage.* Demand Driven Institute. Recuperado de <https://www.demanddriveninstitute.com/demand-driven-adaptive-enterprise-m?lightbox=datatem-iwtbvm8c>

14. Gundogar, E., Sari, M., & Kokcam, A. H. (2016). *Eliminación dinámica de cuellos de botella en la línea de fabricación de colchones mediante la teoría de restricciones.* Springer Plus, 5(1), 1276.

15. Anuario Mundial de Competitividad (AMC). (s.f.). Recuperado de [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Anuario_Mundial_de_Competitividad_Informe_Colombia.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Anuario_Mundial_de_Competitividad_Informe_Colombia.pdf)

16. Suzuki, T. (1995). *TPM en industria de procesos.* p. 27.

17. International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015 Quality management systems - Requirements.* referencias bibliográficas siguiendo las normas APA:

1. Avraham Y. (2009). *Combinando Lean, Six Sigma y la Teoría de las Restricciones (TOC) para lograr un desempeño superior.* Goldratt Institute.

2. Añaguari, M. A. (2017). *Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Aplicación pymes.* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia].

3. Anderson, S. (2018). *Lean and the theory of constraints: ¿Friends or Foes?*
- Quality Digest. Recuperado de <https://www.qualitydigest.com/inside/six-sigma-column/lean-and-theory-constraints-friends-or-foes-091609.html>

4. López Zorrilla, M. C. (2017). *Implementación de TLS para mejorar la productividad en la planta de procesos de la Corporación Miyasato S.A.C.* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

5. Dettmer, H. W. (2018). *Beyond Lean Manufacturing: Combining Lean and the Theory of Constraints for Higher Performance.*

6. Imai, M. (2001). *KAIZEN La clave de la ventaja competitiva japonesa.* Compañía Editorial Continental.

7. Morales Londoño, N., Carrillo Landazábal, & Castillo Salgado. (2019). *Propuesta metodológica en la implementación del enfoque ITLS para la contribución a la calidad y a la mejora continua.* SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión, 12(2), 111-123.

8. Vázquez Hernández, J. (2014). *Evolución de los Procesos de Mejora Continua: de TOC, Lean y Six Sigma al "TLS".*
9. Liker, J. K. (2000). *Las claves del éxito de Toyota, 14 Principios de gestión del fabricante más grande del mundo.*
10. Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing Paso A Paso.* Editorial Alfa Omega Marge Books.
11. Goldratt, E. M., & Cox, J. (1984). *La Meta: Un proceso de mejora continua (2da ed.)*. Grupo Editorial Norma.
12. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (s.f.). *Derechos Antidumping.* Recuperado de <https://www.mincit.gov.co/mincomercioexterior/defensa-comercial/dumping/investigacion-para-aplicacion-de-derechos-antidump/definiciones/derechos-antidumping>
13. Demand Driven Institute. (2019). *A new way to manage.* Demand Driven Institute. Recuperado de <https://www.demanddriveninstitute.com/demand-driven-adaptive-enterprise-m?lightbox=datatem-iwtbvm8c>

14. Gundogar, E., Sari, M., & Kokcam, A. H. (2016). *Eliminación dinámica de cuellos de botella en la línea de fabricación de colchones mediante la teoría de restricciones.* Springer Plus, 5(1), 1276.

15. Anuario Mundial de Competitividad (AMC). (s.f.). Recuperado de [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Anuario_Mundial_de_Competitividad_Informe_Colombia.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Anuario_Mundial_de_Competitividad_Informe_Colombia.pdf)

16. Suzuki, T. (1995). *TPM en industria de procesos.* p. 27.

17. International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015 Quality management systems - Requirements.*

ANEXOS

FORMATO DE ENTREVISTA CON EL EXPERTO DE LEAN MANUFACTURING

Versión final	Objetivo de la pregunta
1. ¿Podrías explicar brevemente en qué consiste Lean Manufacturing y cómo lo aplicas en tu área?	Pregunta introductoria
2. ¿Cómo se compara Lean Manufacturing con la Teoría de las Restricciones en términos de enfoque y metodología?	Identificar las posibles brechas que existen entre los expertos con relación de la metodología en la que no son fuertes
3. ¿Desde su perspectiva y su rol actual cuál cree usted que son las principales ventajas de Lean Manufacturing en comparación con TOC?	
4. ¿Podrías proporcionar algún ejemplo de por qué Lean entrega una solución mejor que TOC?	
5. ¿Por qué consideras que LOS INDICADORES de Lean puede ser un mejor sistema de medición comparados con los utilizados por TOC?	Se deben tener claros los indicadores de ambos sistemas
6. ¿Cuáles son los mayores desafíos que enfrentan las empresas al implementar Lean Manufacturing en comparación con TOC?	Identificar retos para cada una de las metodologías
7. ¿Considera que la metodología Lean es sostenible en el tiempo?	Validar si Lean requiere más tiempo para ser implementado

8. ¿Cuál es el papel de la mejora continua en Lean Manufacturing y cómo se relaciona con la Teoría de las Restricciones?	Indagar sobre la metodología y la mejora continua
9. ¿Cómo se pueden combinar las metodologías de Lean Manufacturing y TOC para obtener los mejores resultados en la empresa en la que estás?	Pregunta clave (puede servir como parámetro para proponer la metodología de unificación)
10: ¿Cuáles cree usted que serían lo principales retos que tendría corona en la implementación de estas dos metodologías combinadas?	
11. Póngase en el rol del experto de TOC y defina: ¿Si usted fuera el líder de manufactura, ¿cómo implementaría esta metodología en su planta?	Permitirá ver al experto como rol de la metodología de TOC

FORMATO DE ENTREVISTA CON EL EXPERTO DE TOC

Pregunta	objetivo de la pregunta
1. ¿Podrías explicar brevemente en qué consiste Teoría de Restricciones TOC y cómo lo aplicas en tu área?	Pregunta introductoria
2. ¿Cómo se compara Lean Manufacturing con la Teoría de las Restricciones en términos de enfoque y metodología?	Identificar las posibles brechas que existen entre los expertos con relación de la metodología en la que no son fuertes
3. ¿Desde su perspectiva y su rol actual cual cree usted que son las principales ventajas de Teoría de Restricciones TOC en comparación con Lean Manufacturing?	
4. ¿Podrías proporcionar algún ejemplo de porque Teoría de Restricciones TOC entrega una solución mejor que Lean Manufacturing ?	
5. ¿Por qué consideras que LOS INDICADORES de Teoría de Restricciones TOC puede ser un mejor sistema de medición comparados con los utilizados por Lean Manufacturing ?	Se deben tener claros los indicadores de ambos sistemas
6. ¿Cuáles son los mayores desafíos que enfrentan las empresas al implementar Teoría de Restricciones TOC en comparación con Lean Manufacturing ?	Identificar retos para cada una de las metodologías
7. ¿Considera que la metodología Teoría de Restricciones TOC es sostenible en el tiempo?	Validar si Lean requiere mas tiempo para ser implementado

<p>8. ¿Cuál es el papel de la mejora continua en Teoría de Restricciones TOC y cómo se relaciona con Lean Manufacturing?</p>	<p>Indagar sobre la metodología y la mejora continua</p>
<p>9. ¿Cómo se pueden combinar las metodologías de Lean Manufacturing y TOC para obtener los mejores resultados en la empresa en la que estás?</p>	<p>Pregunta clave (puede servir como parámetro para proponer metodología de unificación)</p>
<p>10: ¿Cuáles cree usted que serían lo principales retos que tendría corona en la implementación de estas dos metodologías combinadas?</p>	
<p>11. Póngase en el rol del experto de y defina: ¿Si usted fuera el líder de manufactura, cómo implementaría esta metodología en su planta?</p>	<p>Permitirá ver al experto como rol de la metodología de Lean</p>