

## **DESIGN OF A STRATEGIC PLAN ASSETS MANAGEMENT WITH SUPPORT OF RELIABILITY BASED RESTRICTIONS: ENERGY SECTOR**

Depool Malave, Tibaire Angelica <sup>1</sup>; Amendola, Luis <sup>2</sup>; Borrell, Laura <sup>3</sup>; Sánchez , Armando <sup>3</sup>

<sup>1</sup> PMM - PMM BUSINESS SCHOOL, <sup>2</sup> PMM UPV, <sup>3</sup> PMM BUSINESS SCHOOL

Given the unstable global economic situation in which we find ourselves, it is vital for organizations developing strategic asset management plans to mark the course of the company's operational excellence so that they are competitive in the sector they belong , focusing in this article in the energy sector. The Theory of Constraints (TOC) is a management paradigm that sees any manageable system as limited in achieving its objectives by a number of possible restrictions. Usually we always find some restriction in the performance gives operations and TOC uses a process approach to identify restriction and restructure the rest of the organization around it. In developing strategic plans, this paradigm is not routinely applied in use other tools such as PEST analysis, the 5 forces or SWOT analysis Potter. Hence the need to include the reliability based on restriction (CBR) tools to develop the strategic plan of the organization, thus making this entire plan and better prepared to meet the challenges of the future that has raised the organization raises.

**Keywords:** TOC; Energy; 5 forces of Potter; SWOT; Strategic Plan

## **DISEÑO DE UN PLAN ESTRATÉGICO DE GESTION DE ACTIVOS CON SOPORTE DE CONFIABILIDAD BASADA EN LA RESTRICCIÓN: CASO SECTOR ENERGÉTICO**

Dada la inestable situación económica mundial en la que nos encontramos, resulta de vital importancia para las organizaciones el desarrollo de planes estratégicos de gestión de activos que marquen el rumbo de la compañía a la excelencia operacional de manera que resulten competitivos en el sector al que pertenecen, centrándonos en el presente artículo en el sector energético. La teoría de las restricciones (TOC) es un paradigma de gestión que ve a cualquier sistema manejable como limitado en el logro de sus objetivos por un posible número de restricciones. Por lo general siempre nos encontraremos alguna restricción en el desempeño da las operaciones, y TOC utiliza un proceso de enfoque para identificar la restricción y reestructurar el resto de la organización alrededor de ella. En el desarrollo de planes estratégicos, no se aplica este paradigma de forma habitual, usándose otras herramientas como el análisis PEST, las 5 fuerzas de Potter o análisis DAFO. Por ello se plantea la necesidad de incluir la confiabilidad basada en la restricción (CBR) a las herramientas para desarrollar el plan estratégico de la organización, haciendo así de este plan completo y mejor preparado para afrontar los retos de futuro que se ha planteado la organización.

**Palabras clave:** TOC; Energía; 5 fuerzas Potter; DAFO, PEST; Plan Estratégico

## 1 Introducción

Toda organización independientemente de su fin, con ánimo de lucro o sin él, necesita trazar el rumbo y orientar sus acciones, presentes y futuras, para alcanzar la visión que ha definido la organización para los próximos años. En este sentido, el desarrollo de Planes Estratégicos Corporativos se hace clave para cualquier empresa, siendo éstos el punto de partida para el desarrollo de los Planes Estratégicos de Gestión de Activos que, como veremos en este artículo, son igualmente necesarios para el buen desarrollo de los negocios, adquiriendo mayor importancia en la industria.

Es muy común en las organizaciones el desarrollo de planes estratégicos que se ven afectados o ignorados por los cambios e imprevistos que suponen las operaciones del día a día.

En este sentido, la Teoría de las Restricciones (TOC) analiza los procesos críticos de las organizaciones que les llevan a alcanzar directamente las metas u objetivos estratégicos, identificando aquellos ítems que limitan la producción, en el caso concreto del sector energético, pudiendo retrasarla o paralizarla, siendo éstos los más relevantes a la hora de actuar, definiendo cómo actuar para eliminar estas restricciones.

Surge pues la necesidad de conectar esta teoría TOC con el diseño de los Planes estratégicos, objetivo del presente artículo, de manera que se elimine cualquier restricción que pueda aparecer tanto en la fase de Diseño e Ingeniería como en la de Operaciones o en las mismas políticas u objetivos estratégicos de la organización o, en concreto, de la gestión de activos, tan relevante en el sector industrial.

Para la obtención de un modelo que fusione la metodología TOC y el diseño de los Planes estratégicos de las organizaciones, se analizará en profundidad la bibliografía existente al respecto obteniendo los factores que relacionan ambos aspectos, concluyendo en un modelo que los considere en conjunto aportando valor a las organizaciones.

## 2 Plan Estratégico de Gestión de Activos

### 2.1 Plan Estratégico

Las empresas pertenecientes al sector energético se encuentran en una posición delicada en cuanto a su futuro. Por una parte, el rápido desarrollo tecnológico ha incrementado las necesidades energéticas del primer mundo. Esto, unido al crecimiento e industrialización de los países emergentes, así como los inicios de conversión al sector terciario de países como China, ha hecho que el consumo de energía se haya multiplicado en los últimos años haciendo que las empresas energéticas tengan que proyectar nuevas instalaciones o alargar la vida útil de las existentes para cumplir con la demanda. Por otra parte la inestabilidad del precio de las materias primas, unidas al cambio climático de los últimos años que las afecta, hace que el desarrollo del Plan Estratégico de la Organización sea una actividad fundamental por parte de las empresas para no desaparecer ante la velocidad de los cambios.

Ahora bien, ¿qué es una estrategia? Porter (2008) describe la estrategia como “la creación de una posición de mercado única y con contenido que incluya una serie de actividades empresariales diferenciadoras”.

El desarrollo del plan estratégico de la organización a alto nivel se realiza siguiendo los pasos descritos en el Figura 1. Se realiza el análisis de las partes interesadas, el desarrollo de la visión, la misión y los objetivos del negocio.

**Figura 1: Evaluación Estratégica y el Proceso de Planificación**



Para su desarrollo se utilizan 3 herramientas que, utilizadas de forma conjunta, se complementan entre ellas al tener cada una el foco en la evaluación de una perspectiva del negocio. Estas son:

- Análisis PEST
- 5 fuerzas de Porter
- Análisis DAFO
- Confiabilidad Basada en la Restricción CBR

### 2.1.1 Análisis PEST

Según Chapman, A. (2004), el análisis PEST es una herramienta de gran utilidad para comprender el crecimiento o declive de un mercado y, en consecuencia, la posición, el potencial y la dirección de un negocio. Es una herramienta de medición de negocios. El acrónimo PEST está compuesto por las iniciales de factores Políticos, Económicos, Sociales y Tecnológicos, utilizados para evaluar el mercado en el que se encuentra un negocio o unidad.

El análisis PEST hace una investigación sobre los factores externos que puede afectar a la organización y mide el impacto del mercado. Funciona como un marco para analizar una situación y revisar la estrategia, posición, dirección de la empresa, propuesta de marketing o idea.

### 2.1.2 Las 5 fuerzas de Porter

El modelo de las "5 fuerzas de Porter" o "Modelo de Competitividad Ampliada de Porter" fue propuesto por Michael Porter en 1979 y compone un modelo holístico que permite analizar cualquier industria en términos de rentabilidad (Porter M., 2008).

Constituye una herramienta de gestión que permite realizar un análisis externo de una empresa a través del análisis de la industria o sector a la que pertenece.

El modelo postula que hay cinco fuerzas que conforman básicamente la estructura de la industria. Estas cinco fuerzas delimitan precios, costos y requerimientos de inversión, que

constituyen los factores básicos que explican la expectativa de rentabilidad a largo plazo y, por lo tanto, el atractivo de la industria. De su análisis se deduce que la rivalidad entre los competidores viene dada por cuatro elementos o fuerzas que, combinadas, la crean a ella como una quinta fuerza.

### **2.1.3 Análisis DAFO**

Según Chapman, A. (2004), el análisis DAFO, conocido también como FODA o SWOT (por sus siglas en inglés), es una herramienta de gran utilidad para entender y tomar decisiones en toda clase de situaciones en negocios y empresas. Es el acrónimo de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.

A diferencia del Análisis PEST, el análisis DAFO se enfoca en la perspectiva interna de la organización, enfocándose en una unidad de negocio, propuesta o idea.

El análisis DAFO es una evaluación subjetiva de datos organizados en un orden lógico que ayuda a comprender, presentar, discutir y tomar decisiones.

### **2.1.4 Confiabilidad Basada en la Restricción CBR**

#### **2.1.4.1 Teoría de las restricciones (TOC)**

##### **2.1.4.1.1 Introducción**

Para entender la Teoría de las Restricciones (Theory of Constraints) y el éxito que supuso y supone esta teoría en algunos sectores, es necesario conocer el marco histórico en el que se desarrolla.

A finales de los años 70 se introduce en Japón el concepto Just In Time (JIT) desarrollado por Taiichi Ohno y Shigeo Shingo.

Just In Time consiste en producir sólo lo estrictamente necesario, en el momento justo y en la cantidad necesaria, con el objetivo de generar productos de calidad con el coste más bajo y del modo más eficiente (Japan Management Association, 1989). Para ello, el Just In Time se basa en tres principios:

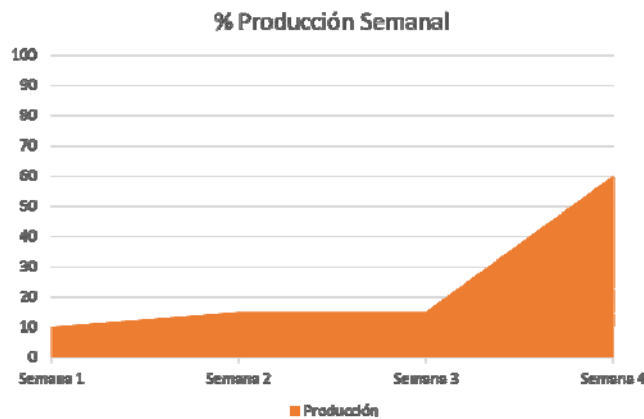
- El sistema PULL: solicitar las piezas que se necesitan, cuando se necesitan y en la cantidad exacta necesaria;
- El Flujo continuo: supresión rápida y definitiva de los problemas que interrumpen las líneas de producción;
- El Takt Time: referido al tiempo exacto que debería suponer producir la cosa a fabricar. (Japan Management Association, 1989).

En la misma época en la que surge el JIT japonés, se encuentra ya extendido el Materials Requirements Planning (MRP), sistema que básicamente proporciona un programa de la producción y de los abastecimientos, de acuerdo a los pronósticos de ventas con la compañía, los estándares de producción y los tiempos de entrega de los proveedores. (Aurelio, J., Jadán, D., 2015)

Sin embargo, el MRP no estaba funcionando conforme a lo esperado, ya que en las empresas se continuaba produciendo el fenómeno de los palos de Hockey, según el cual, el ritmo de producción de las empresas evoluciona de manera similar a la silueta de un palo de

hockey, haciéndose a final del mes los mayores esfuerzos para conseguir fabricar las unidades comprometidas. (Mora L.A., et al., 2012).

**Figura 2: Curva de Hockey. Relación Producción vs Semana**



De la misma manera ocurre con el intento de implantación del *Just In Time*, cuyo fracaso es debido a la falta de técnicas concretas y claras de aplicación de las metodologías que exige esta filosofía.

Es en este contexto donde aparece Eliyahu Goldratt, físico israelí que plantea por primera vez la Teoría de las Restricciones (Theory of Constraints – TOC). Esta teoría se plantea como una respuesta de Occidente a los crecientes avances de las industrias instaladas en el sudeste asiático, por haber conseguido tasas de crecimiento promedio del 6% al año (Aguilera C.I., 2000)

Entre 1985 y 1988, Goldratt escribe *La Meta* y *La Carrera*. El primero escrito a modo de novela, termina estableciendo los principios de una herramienta didáctica muy completa para la aplicación en la industria.

#### **2.1.4.1.2 La Meta de una empresa (The Goal)**

La obra expone la teoría a través de una novela que tiene como protagonista a Alex Rogo, gerente de fábrica. Este personaje, ante la amenaza de un cierre inminente de las instalaciones, comienza a buscar la solución a los problemas de la fábrica. Coincidiendo con un antiguo profesor, éste le plantea una serie de preguntas entorno a cuál es la verdadera meta de una empresa.

Según Goldratt (1984), la meta de cualquier empresa con fines lucrativos no es otra que ganar dinero. Los empresarios invierten su dinero en una empresa en lugar de hacerlo en el banco para obtener una mayor rentabilidad

*"El primer paso es reconocer que el sistema fue constituido para un propósito; no creamos nuestras organizaciones sin ninguna finalidad. Así, toda acción tomada por cualquier nivel de la empresa debería ser juzgada por su impacto global sobre el propósito de la organización. Eso implica que, antes de lidiar con los mejoramientos de cualquier parte del sistema, primero necesitamos saber cuál es la meta global del mismo y las medidas que van a permitir que podamos juzgar el impacto de cualquier subsistema y de cualquier acción local sobre esa meta global"* (Goldratt E., 1984).

La Teoría de las Restricciones tiene como fundamento pues la Teoría de Sistemas, considerando la empresa como un sistema constituido con la intencionalidad de conseguir una meta, teniendo que definir, antes que nada, cuál es esa meta, su objetivo fundamental. La visión sistémica posibilita el análisis de la empresa a partir del estudio de partes menores

(subsistemas que se interrelacionan entre sí en el cumplimiento de sus objetivos. (Aguilera C.I., 2000).

Una vez definida esta meta, la Teoría de las Restricciones invita a los administradores de empresas a concentrar sus esfuerzos en las actividades que tienen incidencia directa sobre la eficacia de la empresa como un todo (Aguilera C.I., 2000). Si el objetivo está claro, y no se dan los pasos necesarios para acercarse a él, es porque hay algo que lo impide.

### 2.1.4.1.3 El método TOC

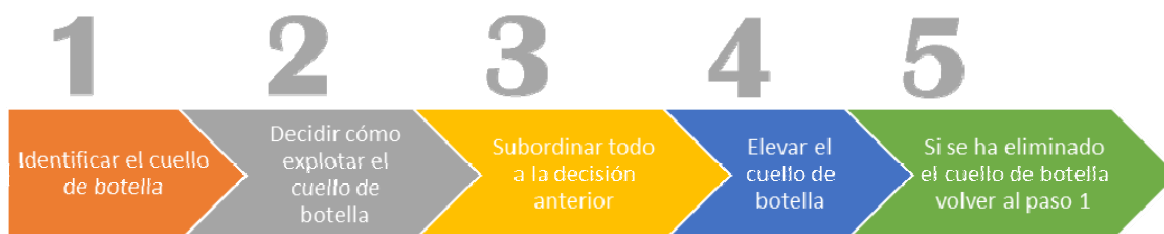
Esas limitaciones o restricciones (*Constraints*) pueden ser materializadas en cualquier evento, desde una política de ventas no adecuada, una limitación geográfica, etc., si bien lo más habitual es que la restricción se encuentre dentro del sistema de producción, es decir, que exista un recurso con capacidad limitada o insuficiente.

Umble y Srikanth (1990) afirman que, “una restricción es cualquier elemento que limita al sistema en el cumplimiento de su meta de ganar dinero”, con lo que el recurso restricción está directamente relacionado con la velocidad a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas.

En este sentido, en su libro *La Meta*, Goldratt retoma el ya entonces conocido concepto de “cuello de botella”, definiendo una metodología llamada DBR (Drum, Buffer, Rope) que resulta ser la aplicación de su Teoría de las Restricciones al área de producción, siendo en este caso la restricción el “cuello de botella”.

La metodología DBR ve su aplicación general en la metodología TOC, la cual se desarrolla en 5 pasos:

Figura 3: Pasos metodología TOC



#### 1. Identificar las restricciones

En una empresa industrial bien organizada la restricción puede ser identificada en aquellos puntos del proceso productivo en los cuales se acumula el producto en proceso o los productos terminados. En una empresa desorganizada los inventarios estarán repartidos por toda la planta, lo cual hace mucho más difícil identificar la verdadera restricción. (Aguilera C.I., 2000).

#### 2. Decidir cómo explotar las restricciones

El objetivo es aprovechar al máximo los recursos que sean verdaderamente críticos en la determinación del resultado empresarial. Las unidades defectuosas deben ser aisladas del proceso antes de que pasen por el recurso restrictivo, y no después. Igualmente, aquellos recursos restrictivos que afectan la consecución de la meta no pueden parar de trabajar en los cambios de turno, hora de almuerzo o reuniones internas de trabajo. (Aguilera C.I., 2000).

### 3. Subordinar cualquier otra cosa a la decisión anterior

El propósito es asegurarse que la gerencia es consecuente con las prioridades que pueden mejorar los resultados de la acción empresarial. La cuestión no es cómo mejorar el costo sino cómo conseguir una utilidad superior. (Aguilera C.I., 2000).

### 4. Elevar las restricciones del sistema

Consiste en aumentar su capacidad en los puntos críticos; si el cuello de botella es una máquina, otra puede ser adquirida, sin embargo, en la mayoría de casos se pueden utilizar máquinas usadas y con capacidad limitada que no generan erogaciones adicionales de dinero. Estas decisiones normalmente no se tomarían. No obstante, desde el enfoque de la TOC son muy importantes para conseguir mejores resultados. (Aguilera C.I., 2000).

### 5. Si una restricción es superada, vuelva al paso 1.

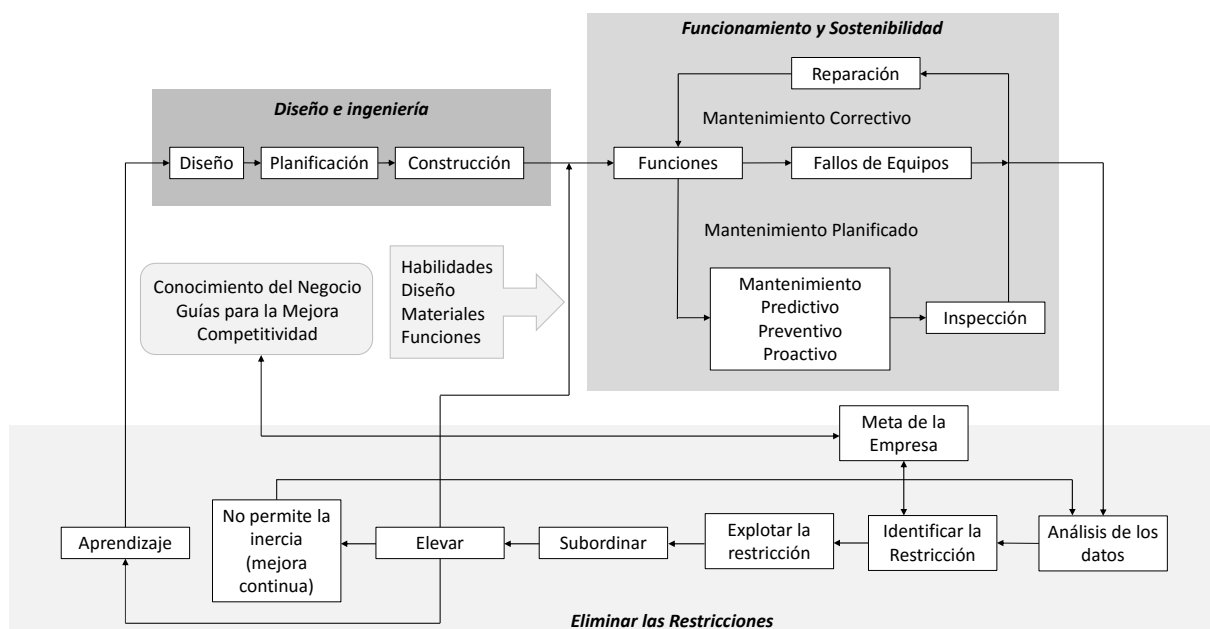
Si una restricción es elevada, algo inmediatamente se convertirá en una nueva restricción para la consecución de la meta de la empresa. Debemos entonces concentrarnos en identificar y gestionar eficazmente la nueva restricción. (Aguilera C.I., 2000).

#### 2.1.4.1.4 Confiabilidad basada en la restricción

De la aplicación de la Teoría de las Restricciones TOC en organizaciones de mantenimiento y operaciones surge el modelo de Confiabilidad Basado en la Restricción (Amendola, 2006).

Este modelo, apoyado en TOC, consiste en estructurar pasos iterativos enfocados a eliminar la restricción del sistema de gestión de la confiabilidad de activos, lo que supone un proceso de mejora continua en la gestión integral de activos y una estrategia para optimizar los procesos de proyectos, mantenimiento y operaciones de la empresa.

**Figura 4: Modelo de confiabilidad basada en la restricción (CBR) (Amendola, 2006)**



De la misma manera que los cinco pasos de TOC se centran en la restricción, el CBR se centra en los factores que impiden que el sistema consiga sus metas. Esto se consigue identificando primero los subsistemas que ocasionan que el sistema no esté funcionando tan

bien como se desea. Desde ahí, las herramientas del proceso de razonamiento se utilizan para deducir cuáles son las causas de estos síntomas, qué es necesario hacer para corregir esas causas y cómo esas acciones correctoras pueden ser implementadas. (Amendola, 2015).

En el año 2008, a solicitud de Eli Goldratt, se establece la compañía Harmony con el objetivo de ser una organización a la cabeza de nuevos desarrollos y pruebas del cuerpo de conocimiento TOC. Esta compañía se ha dedicado, entre otras cosas, al desarrollo de un software para la aplicación de TOC en las organizaciones.

## **2.2 Plan Estratégico de Gestión de Activos – PEGA**

### **2.2.1 Gestión de Activos**

Según la norma ISO 55000:2014 *Gestión de Activos. Aspectos generales, principios y terminología* (BSI Standards Publication, Suiza), la Gestión de Activos es la “actividad coordinada de una organización para obtener valor a partir de los activos”, donde la obtención de valor generalmente implicará balance de costos, riesgos, oportunidades y beneficios de desempeño.

Amendola (2014) propone que la adecuación de los edificios e infraestructuras, que señalan Atkins y Brooks (2009), se extienda al conjunto de activos que integran una planta industrial. De esta manera también es posible visualizar a la Gestión Integral de Activos como un sistema de gestión, control y optimización cuidadoso en el que la correcta aplicación de técnicas de operación, mantenimiento y mejoras puede proveer a las empresas del adecuado entorno para dirigir su núcleo de negocio (core business) sobre la base de una eficacia de costes y una buena relación calidad-precio. Este núcleo de negocio, por tanto, necesita de un entorno adecuado como soporte de la actividad básica, que puede entonces denominarse como no-núcleo de negocio (non-core business).

En este punto, es posible decir que el significado de la Gestión Integral de Activos Físicos (Amendola L. 2001) involucra un proceso de razonamiento, autoevaluación, desarrollo de la estrategia, objetivos y planes de acción, y desarrollo del plan de la fase de implementación que coordina el conocimiento y las funciones de toda la organización.

Por tanto, la Gestión de Activos consigue que las organizaciones, de una forma holística, sistémica y sistemática generen valor a través de los activos, siendo un apoyo fundamental para lograr los objetivos estratégicos de la organización, es decir, se enfoca en el Negocio.

### **2.2.2 Plan Estratégico de Gestión de Activos – PEGA**

Según la definición incluida en la norma ISO 55000:2014 *Gestión de Activos. Aspectos generales, principios y terminología* (BSI Standards Publication, Suiza), el Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) es la “Información documentada que especifica de qué manera los objetivos organizacionales se convierten en objetivos de gestión de activos, el enfoque para desarrollar los planes de la gestión de activos y el rol del sistema de gestión de activos como apoyo para alcanzar los objetivos de la gestión de activos.”

Tal y como indica la definición, cada planta perteneciente a una organización del sector energético, debe asumir los objetivos estratégicos definidos para sí, y desarrollar su propia estrategia para cumplirlos (PEGA propio de la planta). La figura 5 muestra la relación que existe entre la visión y misión de la organización pasando por los objetivos y plan estratégico hasta llegar al plan estratégico de gestión de activos.



**Figura 5: Relación entre la Visión y Misión de la Organización y el PEGA de la planta energética**



El PEGA de la planta debería comprender, entre otros temas, los siguientes:

- Análisis externo - PEST
- Análisis interno – 5 fuerzas Porter, DAFO, CBR
- Política de Gestión de Activos
- Alcance del sistema de gestión de activos
- Roles, responsabilidades y autoridad organizacional
- Objetivos y estrategias para su cumplimiento por área de planta (operaciones, mantenimiento, recursos humanos, finanzas, legal, comercial, compras, TI, almacén, etc.)

Con la estructura anterior, el PEGA se convierte en el documento central de la organización, “obligando” a las áreas a que sus actuaciones y objetivos se alineen a PEGA y cumplir así con los objetivos del negocio.

### 3 Modelo

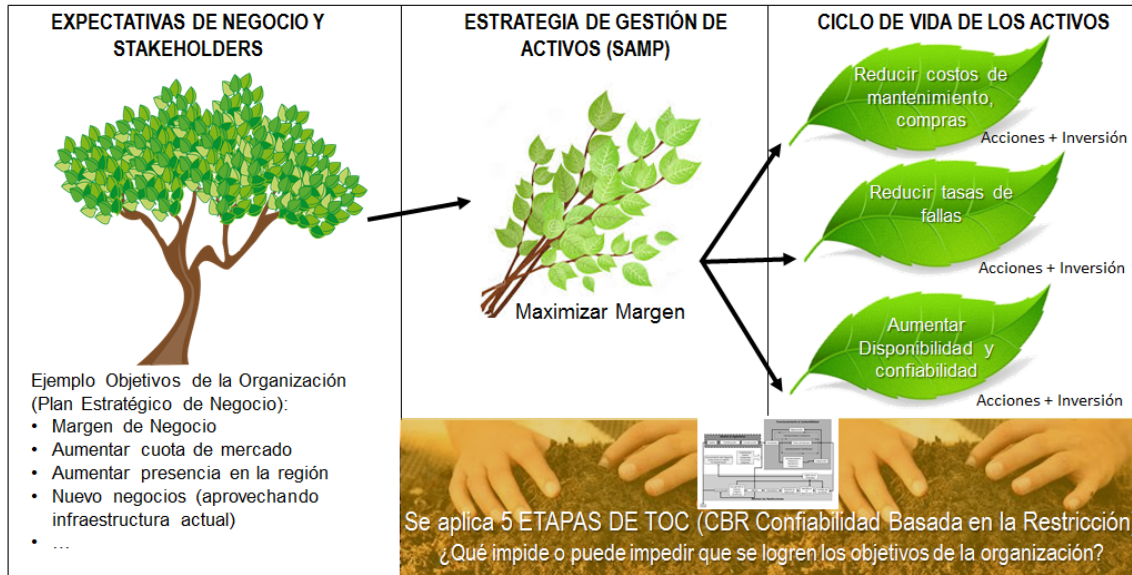
Para la obtención de este modelo, se ha analizado en profundidad la bibliografía existente de las disciplinas a fusionar: Confiabilidad Basada en la Restricción (teoría de las restricciones) y el Plan Estratégico de Gestión de Activos y sus referencias, obteniendo los factores que los relacionan y fusionando ambos métodos en un único modelo que establezca las directrices para aplicar TOC en el diseño de un PEGA.

Para el desarrollo de un modelo que establezca las directrices para la aplicación de TOC en el diseño de un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA), es necesario entender que las expectativas de negocio y los stakeholders (partes interesadas) definirán la estrategia a llevar a cabo en la gestión de los activos, que a su vez definirá el ciclo de vida de los activos y determinará las acciones y la inversión a realizar en éstos.

En la figura 6 se desarrolla esta idea mediante un árbol que representa al negocio en sí mismo, con su plan estratégico corporativo que determinará todas las acciones a emprender. Estas acciones (alternativas de negocio) dispondrán de su propia estrategia de gestión de activos (PEGA) representadas como ramas del árbol, que a su vez definirán el ciclo de vida de cada uno de los activos con sus diferentes acciones e inversiones, representadas como hojas del árbol. Se propone a su vez la aplicación de la metodología TOC (en su versión aplicada CBR) en las fases de diseño del Plan Estratégico de Gestión

de Activos y a lo largo del ciclo de vida de los activos para la eliminación de restricciones que puedan afectar a la meta u objetivos estratégicos de la organización.

**Figura 6: Metodología Aspectos críticos para la toma de decisiones relacionado al éxito del PEGA, Amendola.L, Depool. T, 2014**



Como resultado de la presente investigación se ha desarrollado el modelo mostrado en la figura 7 para el diseño de un PEGA con soporte de CBR.

El modelo parte de la Visión y Misión de la organización para el establecimiento de los Objetivos Estratégicos. Una vez obtenidos, se desarrolla el plan estratégico de la organización, el cual va a ser las líneas maestras de la organización energética para todas sus plantas. Y se distribuye la participación de los objetivos estratégicos entre las diferentes plantas de la organización.

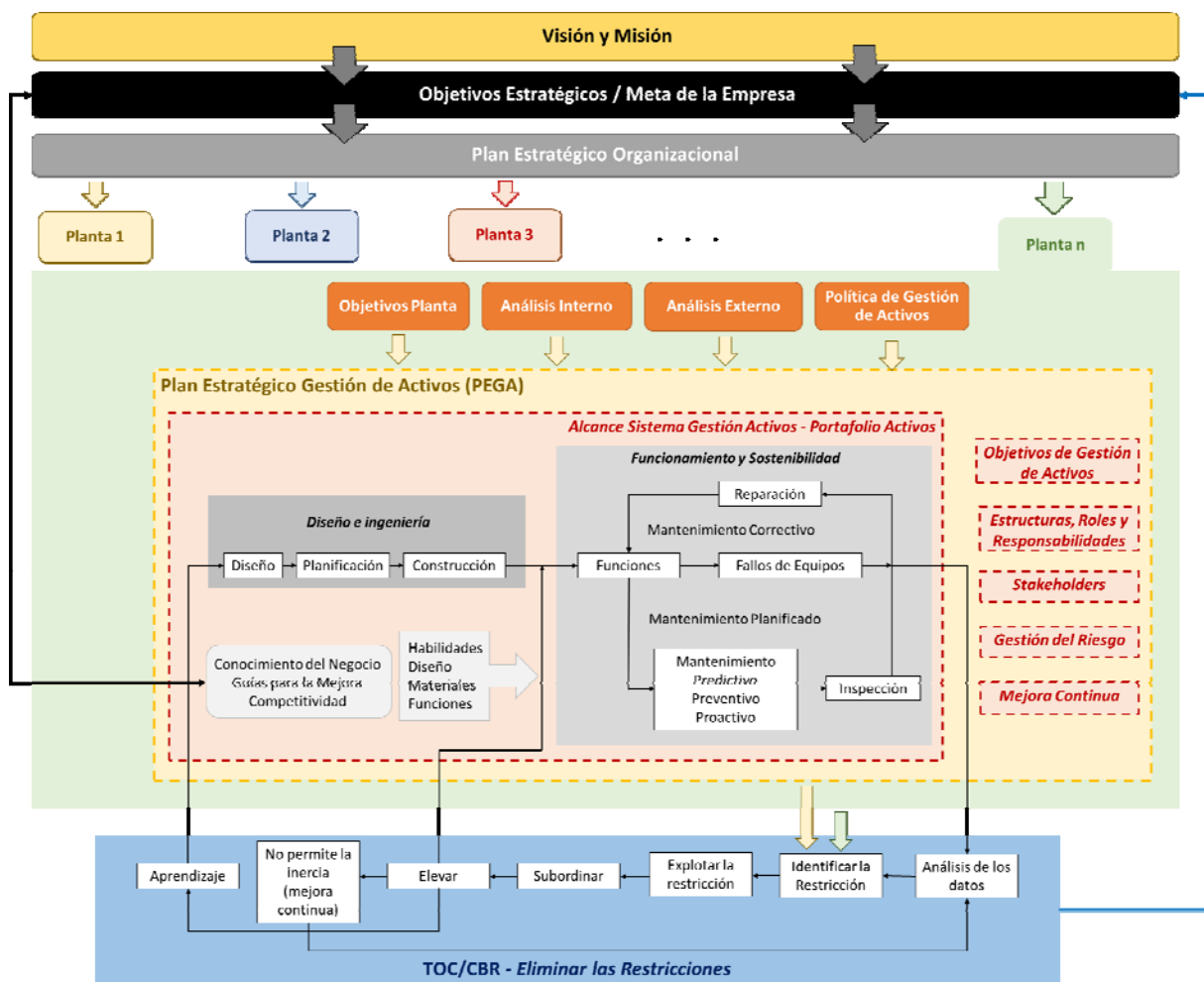
Para cualquiera de las plantas el proceso de desarrollo de su PEGA es el mismo. Se parte de los objetivos dispuestos por la organización para la planta, de los Análisis Interno (5 Fuerzas de Potter y DAFO) y Externo (PEST) y de la Política de Gestión de Activos y se desarrolla el Plan Estratégico de Gestión de Activos de la Planta.

Un PEGA tiene que incluir como mínimo los siguientes secciones: el Alcance del Sistema de Gestión de Activos de activos de la planta, y por tanto el portafolio de activos que comprende. Los Objetivos de Gestión de Activos, alineado a cumplir los objetivos definidos para la planta. La estructura organizacional, los roles y las responsabilidades y autoridades. Los Stakeholders relacionados con la planta. Como se va a realizar la Gestión del Riesgo del Sistema y como se va a potenciar la búsqueda de la Mejora Continua.

La Teoría de las Restricciones (TOC) y la Confiabilidad basada en la Restricción (CBR) son soporte en el desarrollo del PEGA a la hora de encontrar restricciones en el sistema de gestión de activos y trabajar para su eliminación y reducción.

El ciclo de eliminación de la Restricción está alineado al cumplimiento de la Meta de la Empresa – Objetivos Estratégicos. Específicamente, su resultado y las lecciones aprendidas impactan en el ciclo de vida del activo, optimizando la gestión del activo desde la etapa del diseño, la procura (compras y contratos) o la construcción.

**Figura 7: Diseño de un Plan Estratégico de Gestión de Activos con soporte de Confiabilidad Basada en la Restricción (CBR)**



#### 4 Conclusiones

El uso de la metodología TOC/CBR ayuda a la optimización del diseño de los planes estratégicos, es este caso del PEGA eliminando las restricciones que inciden en los procesos para alcanzar la Meta de la organización.

Las restricciones de mayor impacto en el negocio son aquellas que afectan a las políticas u objetivos organizaciones, por lo que se debe prestar especial atención a la aplicación de TOC desde los niveles estratégicos de la organización.

Las lecciones aprendidas en la aplicación de TOC hacen que se optimice el ciclo de vida de los activos, al aplicarse desde la fase del diseño.

Sería de interés el desarrollo de un software que integrara las diferentes herramientas y metodologías expuestas en el presente artículo para la obtención del PEGA de la planta.

#### 5 Bibliografía

AGUILERA C.I., *Un enfoque gerencial de la Teoría de las Restricciones*. Journal of Management and Economics for Iberoamérica, 2000.

AMENDOLA, L. *Gestión Integral de Activos Físicos*. ISBN: 978-84-940628-7-2, Editorial PMM Institute for Learning 2014.

AMENDOLA, L.; "Implementación de la gestión de activos físicos "asset management" en la industria eléctrica bajo metodología de Project Portfolio Management (PPM)", AEIPRO, 18th International Congress on Project Management and Engineering, Alcañiz, 16-18th July 2014

AMENDOLA, L.; "TOC, medidas intuitivas y contraintuitivas como herramientas para el desarrollo de soluciones de problemas en la gestión y dirección de proyectos "modelo de confiabilidad basada en la restricción", AEIPRO, XIII CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DE PROYECTOS, Badajoz, 8-10 de julio de 2009

AURELIO J., JADÁN D., *Sistema MRP – Sistema Just In Time*. 2015

CHAPMAN, A. "Análisis DOFA y análisis Pest". Disponible en Internet: <http://lulsam.no-ip.org/backup/esucs-sampedm/datos/info/DAFO-PEST/An%C3%A1lisis%20DOFA%20y%20an%C3%1lisis%20pest.doc>. 2004

DANIEL L. GARDNER. *Supply Chain Vector: Methods for Linking the Execution of Global Business Models with Financial Performance*. 2015

DARRIN J. WIKOFF. *Centered On Excellence. Developing Today's Business Model for Tomorrow*. 2012

GOLDRATT E. *The Theory of Constraints*. 1984.

JAPAN MANAGEMENT ASSOCIATION, DAVID J. LU. *Kanban y Just In Time en Toyota*. 1989.

MORA L.A., ARANGO S., RAMIREZ E. *El fenómeno del Palo de Hockey de las cadenas de suministro en empresas manufactureras*. 2012.

PORTER, M., "The Five Competitive Forces That Shape Strategy", Harvard Business Review, 2008

UMBLE M., & SRIKANTH M. *Synchonus Manufacturing principles for a world manufacturing*. Ohio, South Western Publishing Co. 1990.

UNE-ISO 55000: 2014. *Gestión de Activos. Aspectos generales, principios y terminología* (BSI Standards Publication. Reference number ISO 55000:2014 (E). Suiza)

UNE-ISO 55001: 2014. *Gestión de Activos. Sistemas de gestión. Requisitos*. (BSI Standards Publication. Reference number ISO 55000:2014 (E). Suiza)