

**TPM COMO MODELO GENERADOR DE VALOR EN LAS INDUSTRIAS**

**SEBASTIÁN GIRALDO CARDONA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2008**

**TPM COMO MODELO GENERADOR DE VALOR EN LAS INDUSTRIAS**

**SEBASTIÁN GIRALDO CARDONA**

**Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de  
especialista en gerencia de mantenimiento**

**Directora: LUCÍA QUINTANA VALDIVIESO  
Ingeniera de Producción Agroindustrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2008**

## **AGRADECIMIENTOS**

A lo largo de esta especialización quisiera darle mis agradecimientos a:

La Universidad Industrial de Santander (U.I.S.) y en especial los docentes de los diferentes módulos por la manera en que lograron transmitir sabia y efectivamente sus conocimientos.

A los compañeros de clase con quienes he compartido durante estos meses de formación.

A mi directora de tesis Lucía Quintana y a Daniel López consultor TPM de MEALS de COLOMBIA S.A., quienes han apoyado y forjado mi desarrollo profesional y personal durante los últimos años.

A mi esposa que me acompaña y motiva mi mejoramiento personal diariamente.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.	1
1. MARCO CONTEXTUAL.	3
OBJETIVO GENERAL.	5
OBJETIVOS ESPECIFICOS.	5
2. GERENCIA DE VALOR.	6
3. EL BALANCED SCOREDCARD.	9
HISTORIA DEL BALANCED SCOREDCARD.	9
QUE ES EL BALANCED SCOREDCARD.	10
LA PERSPECTIVA FINANCIERA.	13
4. CONCEPTOS DE EVA, VMA Y EBITDA.	17
EVA – VALOR ECONÓMICO AGREGADO.	17
EBITDA.	19
VMA – VALOR DEL MERCADO AGREGADO.	20
BALANCED SCOREDCARD Y EVA	20
COMO AUMENTAR EL EVA.	21
Aumentar el OUDI.	22
Reducir el activo.	23
Reducir el costo de capital.	23
5. TPM Y MANUFACTURA ESBELTA.	25
CONCEPTOS BÁSICOS DE TPM.	25
LOS 8 PILARES DE TPM.	27

LOS INDICADORES TPM.	29
HERRAMIENTAS TPM.	30
LAS HERRAMIENTAS TPM Y LA GENERACION DE VALOR	33
MANUFACTURA ESBELTA.	35
LOS TIPOS DE DESPERDICIO.	38
HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA.	40
TPM COMPLEMENTO DE LA MANUFACTURA ESBELTA	44
6. TPM Y LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS.	46
FLUJO DE INTEGRACION.	46
Integre TPM al marco estratégico (BSC).	48
Elabore el árbol de pérdidas de la compañía.	49
Cruce las pérdidas.	52
Seleccione las herramientas.	53
Integre los objetivos y pérdidas en su master plan.	54
Desarrolle su master plan.	56
Calcule permanentemente el valor agregado EVA.	57
6.2 MODELO TEÓRICO DE CÁLCULO DE EVA.	57
7. EL PAPEL DE MANTENIMIENTO EN LA CREACIÓN DE VALOR.	61
7.1 EL ROL DEL GERENTE DE MANTENIMIENTO.	61
7.2 LAS PRINCIPALES PÉRDIDAS ASOCIADAS A MANTENIMIENTO.	62
8. CONCLUSIONES.	65
BIBLIOGRAFIA	69

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Sistema de Creación de Valor.	8
Figura 2. Estructura básica del BSC.	11
Figura 3. Flujo hipotético de resultados del BSC.	12
Figura 4. Concepto gráfico de EVA.	19
Figura 5. El Balanced Scorecard y EVA.	21
Figura 6. Como aumentar el EVA.	22
Figura 7. Los 8 pilares TPM.	27
Figura 8. El ciclo CAPDo.	32
Figura 9. Ciclo de valor en las empresas.	36
Figura 10. Manufactura esbelta y las operaciones estratégicas.	37
Figura 11. Los tipos de pérdidas como fundamento en la reducción del costo.	39
Figura 12. Los tipos de pérdidas como costo que no adiciona valor.	40
Figura 13. Etapas conceptuales del SMED.	41
Figura 14. Ejemplo de VSM.	42
Figura 15. Planeación de la producción luego de aplicar Heijunka.	43
Figura 16. Flujo de integración para BSC con TPM.	47
Figura 17. Cuadro representativo de un BSC integrado a TPM.	48
Figura 18. Árbol de pérdidas por costos de producción.	50
Figura 19. Árbol de pérdidas por áreas de compañía.	51
Figura 20. Función del árbol de pérdidas como integrador.	52
Figura 21. Matriz de pérdidas.	53
Figura 22. Plan maestro TPM con objetivos estratégicos.	56
Figura 23. Modelo de cálculo para el EVA.	58
Figura 24. TPM y manufactura esbelta integrando los 3 pilares del desarrollo empresarial	66

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Las herramientas TPM y la generación de valor	34
Tabla 2. Sistema de producción de Toyota y TPM	45
Tabla 3. El marco estratégico y los modelos TPM y LEAN	55
Tabla 4. EVA y los modelos TPM y LEAN	60

## RESUMEN

TÍTULO: TPM COMO MODELO GENERADOR DE VALOR EN LAS INDUSTRIAS<sup>1</sup>

AUTOR: SEBASTIAN GIRALDO CARDONA.\*\*

PALABRAS CLAVES: TPM, MANUFACTURA ESBELTA, GERENCIA DE VALOR, EVA, EBITDA, ESTRATEGIA, CUADRO DE MANDO INTEGRAL, INDICADORES FINANCIEROS.

DESCRIPCIÓN: Hoy en día el plan estratégico de la mayoría de las empresas cualquiera que sea el modelo utilizado para definirlo, incluye componentes, objetivos o perspectivas enfocadas a aumentar la rentabilidad del negocio y que incluyen a su vez indicadores o inductores que pueden ser expresados como un margen de utilidad o como el precio de sus acciones en el mercado de valores, incluso muchas han adoptado indicadores financieros que pueden medir en términos cuantitativos cuanto valor se ha aumentado a la compañía en un período determinado (EVA – VMA).

Estos planes estratégicos normalmente incluyen también objetivos o actividades asociadas al aumento de la productividad para lo que se promueven o implementan herramientas que buscan hacer mas eficientes los activos y optimizar la producción, tal es el caso de TPM (Mantenimiento Productivo Total) o manufactura esbelta (LEAN MANUFACTURE) hoy en día aplicadas en un sinnúmero de compañías con resultados sobresalientes sobre eficiencias productivas, calidad de productos, disminución de pérdidas, número de averías, satisfacción del cliente, seguridad etc.

El problema surge cuando tratamos de evidenciar como estos avances logrados en el piso de la planta han impactado realmente los objetivos estratégicos de rentabilidad y mas puntualmente sobre indicadores como EVA y el EBITDA, es por esto que el propósito de este trabajo es explicar como mediante la implementación de modelos como TPM puede efectivamente lograrse este impacto sobre indicadores financieros.

Igualmente pretende explicar como se conectan las herramientas puntuales de los modelos TPM y LEAN como JAT (Justo A Tiempo), SMED (cambio rápido de formatos), VSM (mapa de la cadena de valor) y 5S entre otras hacia los mismos objetivos estratégicos y los indicadores ya mencionados y cual es el papel de las áreas de mantenimiento sobre el objetivo último que significa agregar valor en las empresas.

---

<sup>1</sup> Monografía

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.  
Directora: Lucía Quintana Valdivieso, Ingeniera de Producción Agroindustrial.

## SUMMARY

TITLE: TPM AS A VALUE GENERATOR MODEL WITHIN THE INDUSTRIES<sup>\*</sup>

AUTHOR: SEBASTIAN GIRALDO CARDONA<sup>\*\*</sup>

KEYWORDS: TPM, LEAN MANUFACTURE, VALUE MANAGEMENT, EVA, EBITDA, STRATEGY, BALANCED SCORECARD, FINACIAL INDICATORS.

DESCRIPTION: Nowadays the strategic plan of the majority of the companies whatever is the model used to define it, includes components, goals and perspectives focused to increase the profitability of the company and indicators that can be expressed as net margin or the share's price in the stock market, many have adopted financial indicators the can measure in a quantitative manner how much value the company has increased in a defined period (EVA – VMA).

Those strategic plans normally include goals and activities associated to productivity improvement, in order to achieve it there are several tools promoted and implemented in the pursuit to make assets more efficient and to optimize production, that is the case of TPM (Total Productive Maintenance) or LEAN MANUFACTURE, nowadays implemented in several companies with outstanding results over equipment effectiveness, quality, loss reduction, breakdowns, customer satisfaction and safety.

The problem emerges when trying to evidence how those improvements reached on the workshop have really impacted the strategic goals like profitability and more exactly indicators like EVA and EBITDA, that is the reason why this document explains how with the implementation of production management models as TPM the impact over the financial indicators can be effectively quantified.

It also pretends to explain how the specific tools of each model (TPM and LEAN), as JIT (Just In Time), SMED (Single Minute Exchange of Dies), VSM (Value Stream Map) and 5S among others also connect to the same strategic goals and what is the role of the maintenance department over the final goal of every company which is to add value.

---

<sup>\*</sup> Monograph.

<sup>\*\*</sup> School of Mechanical engineering, Maintenance management specialization.  
Director: Lucía Quintana Valdivieso, Production Engineer.

## INTRODUCCIÓN

La razón por la cual seleccioné el tema para esta monografía tiene varias explicaciones, la primera viene naturalmente del interés generado por las temáticas desarrolladas durante la especialización, que incluyo también en el contenido del trabajo y que pretendo complementar de cierta forma pues estoy convencido que el producto de la gerencia de mantenimiento debe tener un contexto integral que incluya tanto de la técnica propia del mantenimiento como de la administración, un profesional de mantenimiento en las industrias de hoy debe entender muy claramente su aporte a la visión de la compañía y no puede trabajar aisladamente en un único contexto técnico donde su fin último sea la reparación de equipos, ya ese esquema de mantenimiento esta tan revaluado como los modelos de producción que no tienen en cuenta el elemento humano del empleado, la segunda razón es que profesionalmente he podido vivir tanto la experiencia del ingeniero de mantenimiento y lo que significa administrar un área donde confluyen tantos aspectos, y la experiencia en la función que desempeño hoy en día que involucra la coordinación de TPM como soporte al área de cadena de abastecimiento desde el área de cultura organizacional donde estoy convencido deben desprenderse los modelos de mejora continua cuando son entendidos como un cambio cultural y no como un requisito legal, comercial o una moda.

“TPM como modelo para agregar valor en las industrias” parte entonces de ese recorrido profesional en el que he podido entender que la función por principio técnica de mantenimiento no debe separarse de una gestión gerencial y estratégica del área desde un punto de vista humano, por esta razón este trabajo inicia con una recopilación teórica de los conceptos de gerencia de valor y lo que este concepto ha significado a través del tiempo, concepto que fue llevando hacia una metodología probada y muy utilizada por las industrias para administrar integralmente sus procesos mediante una estructura integral, ordenada y medible llamado Balanced Scorecard (BSC).

Dentro de la misma estructura del BSC se encuentran 4 perspectivas en las que se reúnen los principales inductores a monitorear en las industrias, la perspectiva de los clientes, la perspectiva de los procesos, la perspectiva de las personas y la perspectiva financiera desde donde se miden los indicadores financieros convencionales y algunos recientes como EVA, EBITDA y VMA que pueden con certeza dar una medida del valor que se agrega a las industrias con el tiempo.

Para agregar valor a las empresas hoy existen varias pautas la mayoría de ellas propuestas desde las áreas financieras mismas pero desafortunadamente no nos hemos dado cuenta que desde los modelos productivos en las empresas que trabajan TPM y manufactura esbelta agregamos mucho valor a las industrias pero no lo estamos midiendo adecuadamente lo cual justifica el trabajo de esta monografía y que profundizaremos en su contenido.

Finalmente se integran los modelos administrativos y técnicos mediante un flujo propuesto que dirige las herramientas y los elementos de TPM y manufactura esbelta hacia la permanente búsqueda de pérdidas y el constante aumento de valor pretendiendo que de esta manera se fusionen los intereses productivos y financieros para lograr cuantificarlos en un indicador que mide por excelencia al aumento de valor agregado a la compañía o EVA.

Espero entonces que este trabajo pueda servir como propuesta a quienes estén trabajando sobre modelos de mejora continua incluyendo ingenieros de mantenimiento, para que integren de manera exitosa estos modelos con las principales estrategias de la compañía y prueben que efectivamente son un instrumento válido para agregar valor, también espero que sirva para aquellos que tienen la intención de iniciar este proceso y necesitan una manera eficaz de vender la idea con éxito en posiciones directivas.

## 1. MARCO CONTEXTUAL

Hoy en día es común que dentro de los planes estratégicos de las compañías se busquen herramientas que permitan mejorar sus esquemas productivos en pro de aumentar sus indicadores de productividad, calidad o aprovechamiento de la capacidad instalada, una de las principales herramientas para lograrlo es el mantenimiento productivo total TPM que mediante la gestión sobre las pérdidas busca alcanzar tales propósitos, a pesar de que TPM incluye indicadores muy claros, en la mayoría de las empresas que trabajan bajo TPM no existe una clara conexión entre estos indicadores y los objetivos estratégicos de compañía, algunas de las razones que he analizado por las que esto se presenta son las siguientes:

- Normalmente en las industrias el avance global del TPM se mide generalmente a través del OEE (eficiencia global del equipo) en sus plantas de proceso, o por el avance y cumplimiento de los pasos dentro de cada pilar, o bien por las certificaciones que se reciban del JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance), sólo algunas pocas industrias realmente miden el impacto de la implementación de TPM en términos de reducción de costos por unidad de producto, o incremento en ventas por mejoras en productividad, y menos aun en términos de impacto sobre los indicadores financieros o alcance de objetivos estratégicos.

- TPM hace énfasis en lo que significan los indicadores de resultado y los indicadores de desempeño, estos últimos persiguen la forma en que cada operario puede aportar en su puesto de trabajo a alcanzar los resultados TPM, normalmente los gerentes de las industrias o los planes estratégicos no definen estos indicadores de desempeño y al no hacerlo o al no tener claridad de estos por el equipo gerencial, quedan desconectados completamente los planes estratégicos con los planes operativos TPM, y cuando se persigue únicamente el valor del resultado sin seguimiento al desempeño por lo general el primero nunca mejora y se pierde credibilidad en el modelo.

- Por otro lado en el caso en que los objetivos estratégicos estén dirigidos hacia toda la cadena de valor, o sea desde el proveedor hasta el cliente final y por lo general siempre están así, TPM se puede quedar corto si no está integrado a un modelo de manufactura esbelta donde se analiza el flujo de valor en todo el proceso y de esta manera puede que el plan estratégico no encuentre todas las herramientas necesarias si sólo incluye la visión TPM.

- En el peor de los casos TPM y la manufactura esbelta son vistos sólo como una herramienta aislada para mejorar procesos que sólo se aprovechan en algunas áreas producción y mantenimiento, perdiendo todo su impacto estratégico.

Es por estas razones ya mencionadas que lo que busca este trabajo de monografía es hacer ver como evidentemente mediante el desarrollo de TPM apoyado en la manufactura esbelta se pueden relacionar los indicadores de desempeño con los resultados que busca la compañía y de esta forma afectar positivamente los objetivos estratégicos, dentro de los cuales se encuentran los objetivos financieros asociados a indicadores como el EVA con el que se puede demostrar que la compañía agrega valor en el tiempo, con esta conexión entre TPM y la estrategia de la compañía pretendo que los ingenieros de producción y mantenimiento tengan claridad sobre el impacto que tiene su gestión en el marco general de la empresa, lo que seguramente les permitirá lograr un mayor apoyo y que los gerentes no vean los modelos de productividad como una herramienta más, así tendrán no sólo mayor entendimiento sino mayor participación hacia el logro de los resultados.

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar como a través de las actividades dentro del desarrollo de TPM se pueden impactar los objetivos e indicadores financieros de una compañía agregando valor a la misma.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1.2.1 Determinar como la implementación de las herramientas TPM agregan valor sobre las diferentes perspectivas dentro del plan estratégico de una compañía, en especial la perspectiva financiera.

1.2.2 Definir como las diferentes áreas de la compañía mediante TPM impactan positivamente en los indicadores financieros EVA y EBITDA.

1.2.3 Relacionar las herramientas existentes dentro de TPM y las actividades necesarias dentro de cada área para lograr el impacto sobre los indicadores descritos.

1.2.4 Evaluar como la manufactura esbelta complementa TPM ampliando la cobertura sobre la compañía y aportando nuevas herramientas para agregar valor.

1.2.5 Determinar el papel de mantenimiento en la generación de valor en las industrias.

## 2. GERENCIA DE VALOR

Inicialmente el concepto de valor nace de las teorías de TPS (Toyota Production System) y JAT (Justo A Tiempo), en el que valor significa todo aquello que satisface las necesidades del consumidor en términos de producto o servicio a un precio correcto en el momento determinado, luego, la cultura del servicio al cliente definió el valor como la satisfacción mas allá de la expectativa del cliente o la percepción de un mayor valor percibido al pagado por el producto, incluso algunos asocian el valor agregado a la riqueza creada por los productos o servicios generados por una organización argumentando que entre mas productiva es la organización mas valor agregado se crea<sup>2</sup>, el problema con estas definiciones es que en ninguna se incluía el concepto de valor para los accionistas ni los socios de las compañías.

Ya años atrás algunos economistas como Alfred Marshall habían comenzado a ilustrar algunos conceptos de generación de valor relacionando la producción de ingresos versus el costo de capital, pero estos conceptos no fueron bien acogidos, incluso la compañía GM (General Motors), adoptó desde sus inicios los principios de “ingreso residual” como primeros adelantos a la medición del valor como método de evaluación del desempeño de la compañía.

En los últimos años los ejecutivos de las corporaciones debido a aspectos como la globalización, el flujo mundial de capitales, las privatizaciones y fusiones, han comenzado a dirigir su atención sobre aspectos que tienen relación con las perspectivas a largo plazo y la necesidad de incluir mejores medidas para evaluar el desempeño y el significado de agregar valor para los accionistas, de esta manera nacen dos indicadores EVA (Economic Value Added) y MVA (Market Value Added) que retoman los conceptos anteriormente ignorados y que pueden

---

<sup>2</sup> Shimizu Masayoshi, Medición de la productividad del valor agregado y sus aplicaciones prácticas, Japan productivity center for socio economic development, 1997, página 9.

medir cuantitativamente el valor en el que aumenta o disminuye una compañía en un período determinado, estos indicadores los analizaremos en detalle mas adelante.

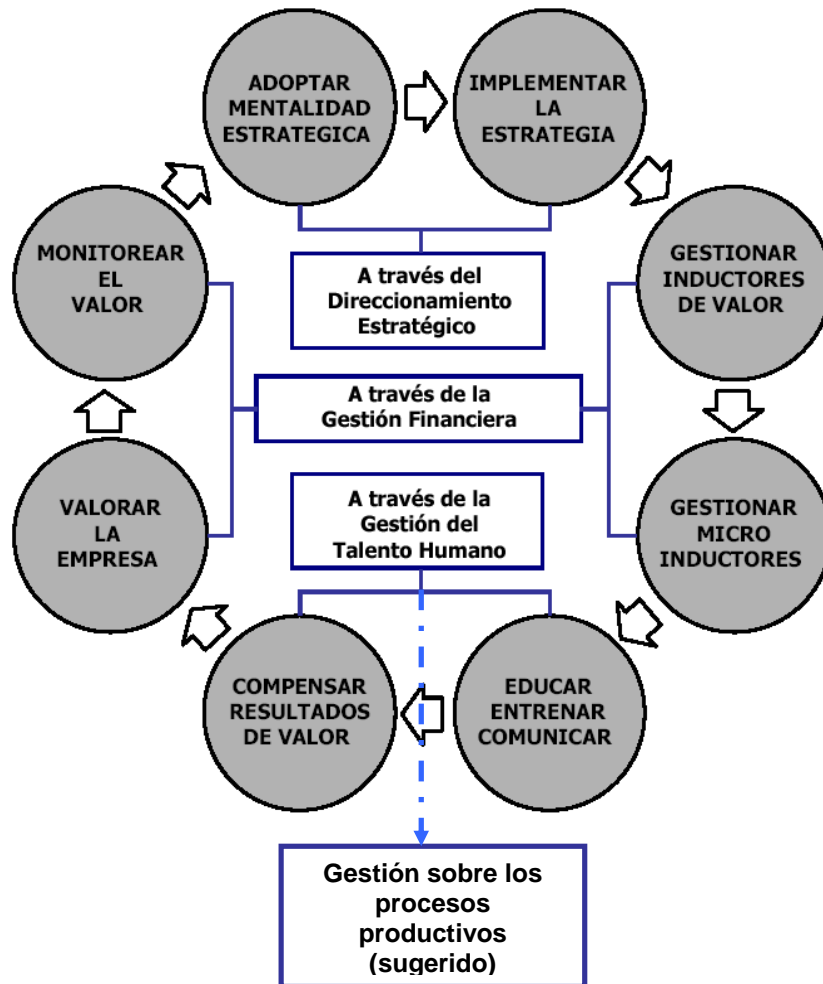
Por lo tanto hoy el concepto de valor agregado para las empresas es sencillamente el mismo objetivo básico financiero o sea aumentar el valor de la empresa, y la gerencia de valor son los procesos que conducen al alineamiento de de todos los empleados en el direccionamiento estratégico de la compañía de modo que cuando tomen decisiones estas propendan por el aumento de valor<sup>3</sup>, traduciendo la visión de la empresa en valor agregado para los propietarios.

Algunos autores opinan que la creación de valor se promueve a través de 3 elementos: el direccionamiento estratégico, la gestión financiera y la gestión del talento humano (Figura 1), todos estos enmarcados en los pasos en los que se puede crear un verdadero sistema de creación de valor, desde el momento en que se adopta la mentalidad estratégica y se implementa, se gestionan los inductores, se educa y comunica hasta que finalmente se monitorea si este ciclo ha creado valor en la compañía, si bien mas adelante vamos a referirnos al tema durante el desarrollo de un flujo integrador propuesto desde los modelos de mejoramiento continuo y los indicadores financieros, refiriéndome únicamente a los 3 elementos principales personalmente creo que es importante añadir un elemento adicional: la gestión sobre los procesos productivos, pues desde allí es que se pueden hacer viables las ventajas competitivas de una compañía ya que es a través de los modelos de mejoramiento sobre los procesos que es posible generar rentabilidad y verdadera generación de valor como lo consideraron los ejecutivos de TOYOTA hace ya varias décadas.

---

<sup>3</sup> Oscar de León García, Gerencia del valor, valoración de empresas y EVA, página 4.

Figura 1. Sistema de Creación de Valor<sup>3</sup> Derechos reservados Oscar L. García 2002.



Fuente: Oscar de León García, Gerencia del valor, valoración de empresas y EVA.

### **3. EL BALANCED SCORECARD**

#### **3.1 HISTORIA DEL BALANCED SCOREDCARD**

Una idea similar al Balanced Scorecard (BSC) pudo haber surgido durante los años sesenta en Francia, donde se utilizaba una herramienta llamada Tableau de Bord, una tabla que incorporaba varios indicadores para el control financiero de la empresa, con el pasar de los años se agregaron también indicadores no financieros, que permitían controlar los diferentes procesos de negocios.

Para la misma década en los Estados Unidos, General Electric desarrolló una tabla de control con el fin de gerenciar los procesos de negocios de la compañía a partir de otras áreas claves de resultado, que incluían temas como: rentabilidad, participación en el mercado, formaciones y responsabilidades públicas, en General Electric definían indicadores para saber y conocer o hacer seguimiento y controlar la consecución de objetivos tanto a corto como a largo plazo.

Balanced Scorecard surgió por primera vez en el año 1990 como un estudio titulado “La medición del desempeño en la organización del futuro” apoyado por la firma de auditorías KPMG (Klynveld, Peat, Marwick, Goerdeler) junto al Instituto Nolan Norton, El trabajo fue realizado por David Norton, ejecutivo principal de Nolan y por Robert Kaplan, como consultor académico.

Las ideas de Norton y Kaplan fueron sintetizadas en un estudio y publicadas en un artículo, “The Balanced Scorecard – Measures That Drive Performance”<sup>4</sup>, lo cual lanzó el concepto al mundo como una forma revolucionaria que cambió la forma de gestión de las empresas, En 1993 fue publicado un segundo artículo “Putting The Balanced Scorecard to Work”.

---

<sup>4</sup> Harvard Business Review, edición enero-febrero de 1992.

El mismo año Norton ya lo tenía como uno de los dos principales servicios de consultoría estratégica basada en Balanced Scorecard.

### **3.2 QUE ES EL BALANCED SCORECARD**

Hasta hace poco la gestión de las empresas se focalizaba únicamente en el aspecto financiero y solamente así se evaluaba el desempeño, algunos enfoques como el TQC (control total de la calidad), o la reingeniería lograron éxitos parciales en este propósito, el Balanced Scorecard (BSC) es hoy la manera con la que se ha logrado la transición hacia una gerencia mas estratégica orientada en su visión, con amplia participación de las personas, interactuando con el cliente y con énfasis en la excelencia de los procesos que no sólo permite el logro del resultado financiero sinó que mantiene un mecanismo de control capaz de ajustar el rumbo estratégico en tiempo real integrando las diferentes áreas de la empresa, hoy el BSC existe como un concepto consolidado con muchas publicaciones y como un modelo de funcionamiento en múltiples empresas alrededor del mundo, podemos decir que es un gran éxito y realmente ayuda a mejorar la gestión en las empresas.

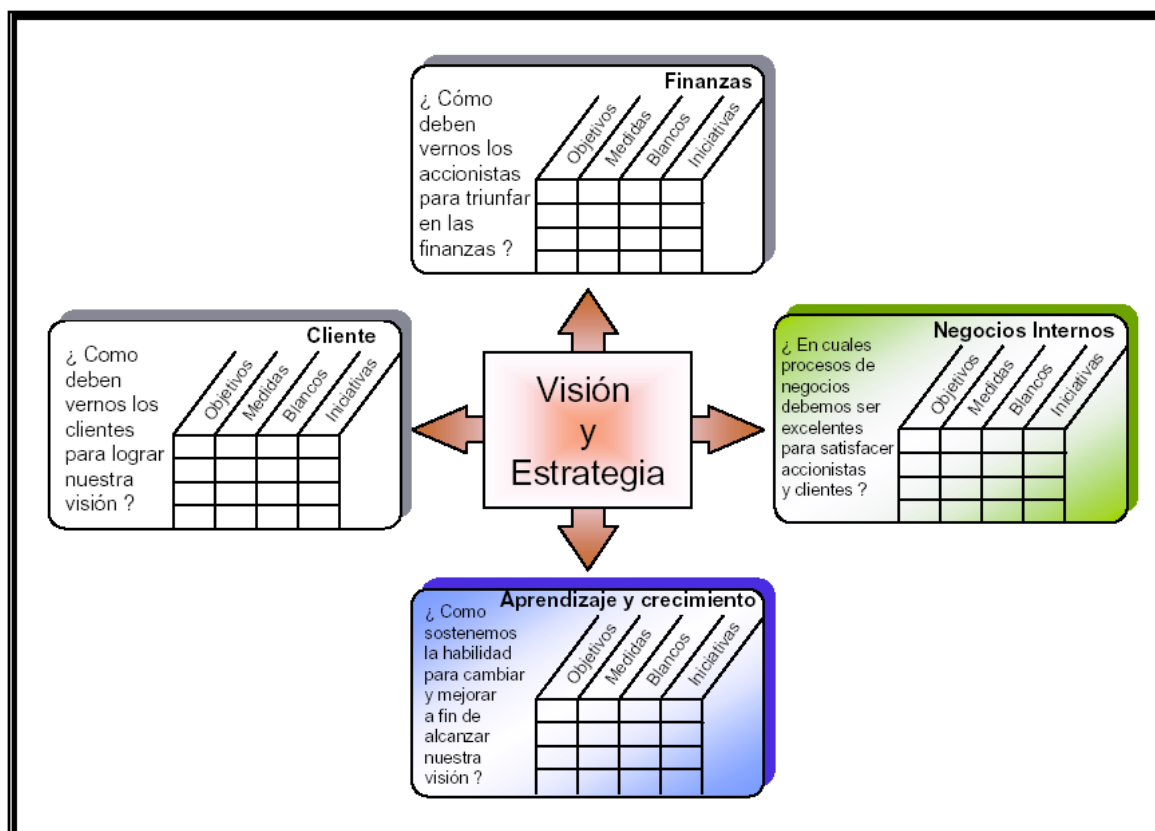
El modelo del Balanced Scorecard (BSC) logra enlazar en relación causa efecto todos los objetivos estratégicos alrededor de 4 perspectivas: financiera, clientes, procesos internos y empleados, sustentados en objetivos, indicadores metas e iniciativas, estos indicadores proporcionan a la alta dirección una comprensión de la visión estratégica de los negocios, agrega valor por que elimina los múltiples indicadores centrándose en 4 áreas y estableciendo una cadena causa-efecto. (Figura 2)

Lo mas interesante del Balanced Scorecard (BSC) es que se basa en la hipótesis de que si se actúa sobre la perspectiva de los empleados, estos serán el motor del mejoramiento sobre los procesos, este mejoramiento redundará en clientes mas

satisfechos que comprarán más, lo que a su vez generará mejores resultados financieros para la empresa, es decir mayores utilidades. (Figura 3).

El éxito del Balanced Scorecard (BSC) depende de que éste se construya del diálogo entre los miembros del equipo directivo y así reflejar claramente la estrategia del negocio y de común acuerdo decidir como medir y respaldar lo que es importante

Figura 2. Estructura básica del BSC.



Fuente: AMÉNDOLA, Luis José. Indicadores de gestión de mantenimiento enfocados en Balanced Scorecard.

Figura 3. Flujo hipotético de resultados del BSC.



Fuente: AMAT, Oriol. EVA valor económico agregado.

Estos objetivos e indicadores estratégicos de alto nivel necesitan ser traducidos en acciones que cada individuo debe realizar, de esta forma los esfuerzos locales se alinean con los factores de éxito.

Sin embargo los cuadros de mando carecen de integración ya que los diversos indicadores no suelen estar relacionados entre sí y no están claras las relaciones que se mantienen entre ellos, careciendo de un modelo de relaciones que permita claramente ver las causas y los efectos que influyen en las variables claves en una organización, igualmente en ocasiones se encuentra dificultad para descomponer los indicadores estratégicos de alto nivel en indicadores operativos, es en este momento en que vemos necesario incorporar al BSC un modelo de gestión como TPM que traduce estos indicadores locales en indicadores de desempeño que son administrados en cada puesto de trabajo a niveles operativos y tácticos.

### **3.3 LA PERSPECTIVA FINANCIERA**

La perspectiva financiera tiene como objetivo el responder a las expectativas de los accionistas, esta perspectiva esta centrada en la creación de valor para este, con índices de crecimiento y rendimiento.

Dentro de la perspectiva financiera se incluyen los llamados inductores o las variables que mas inciden en el desempeño financiero y que durante muchos años han sido los indicadores tradicionales con que se ha evaluado el desempeño de las empresas que si bien debemos reconocer pueden ser útiles para algún tipo de análisis, no apuntan hacia lo fundamental que es conocer si hubo o no agregación de valor y mucho menos permiten determinar si las estrategias de la empresa han conducido o no a los resultados deseados.

Es así como leemos los informes contables de las empresas y encontramos que además de ser abundantes en información y páginas, se circunscriben a la descripción de resultados comparativos de crecimiento de las cifras del estado de resultados y el balance general sin profundizar ni establecer relaciones entre ciertos tipos de variaciones que pueden tener alguna relación de causalidad o a veces describiendo relaciones irrelevantes.

Los indicadores que se vienen utilizando para calcular el valor creado por la empresa para los accionistas para evaluar la gestión de los directivos se destacan los siguientes, que describiremos a continuación con las ventajas y desventajas que representan:

- El precio del mercado de las acciones.
- La utilidad neta.
- Los dividendos.
- El flujo de caja y el flujo de caja libre.
- La rentabilidad del activo.

- La rentabilidad del patrimonio.

### **El precio del mercado de las acciones**

Es la forma mas habitual de medir la creación de valor para el accionista por su facilidad, claridad y fiabilidad siempre y cuando la empresa cotice en la bolsa, ha sido siempre un indicador por excelencia ya que el precio del mercado ya tiene en cuenta toda la información disponible sobre la empresa como el riesgo en el que opera la compañía, el valor de sus inversiones, la liquidez generada o las expectativas de futuro.

El problema es que la cotización de las acciones está influenciada por la evolución general de la bolsa y a veces no tiene nada que ver con la gestión concreta de la empresa.

El otro problema es que muy pocas compañías cotizan en la bolsa por lo que su utilización está limitada a un número reducido de grandes empresas, además las acciones tienen otro gran inconveniente y es que no permiten relacionar la gestión de cada área o proceso con la evolución de la cotización en la bolsa.

### **La utilidad neta**

La generación de máximas utilidades es por lo general el mayor objetivo de toda empresa lucrativa y de alguna manera mide el éxito alcanzado por la misma, pero presenta dos problemas: es una variable fácilmente manipulable y depende de las normas contables de cada país, además el aumento de utilidades puede producirse debido a un incremento desmesurado del riesgo o con un rendimiento sobre el capital por debajo del interés del mercado, lo cual no está considerado en la cifras de las utilidades incluso puede pasar que la medición con base en las utilidades incentive a impulsar el incremento del capital sin tener en cuenta los costos de la financiación.

## **Los dividendos**

Los dividendos entregados a los accionistas permiten hacer visible, parcialmente, la riqueza generada por la empresa lo cual lo hace claro y fácil pero tienen también varios inconvenientes:

1. Dependen del criterio de la dirección de la empresa influido a veces por intereses a corto plazo.
2. No se pueden calcular por unidad de negocio y pueden no tener nada que ver con la liquidez generada pues pueden ser producto de préstamos bancarios.
3. En orden de generar dividendos a los accionistas una compañía puede hacer todo tipo de maquillaje financiero con tal de pagarlos a través de utilidades generadas gracias a la manipulación de gastos elegibles por la legislación contable como depreciaciones, provisiones entre otros.

Por otro lado muchas compañías que crecen no reparten dividendos con el fin de reinvertirlos en las actividades propias del negocio y esto puede hacer pensar que la empresa no genera valor cuando por el contrario se está siguiendo el consejo de las buenas expectativas. Incluso empíricamente se demuestra que las empresas que mas dividendos entregan son las que menos ven crecer el valor de sus acciones.

## **El flujo de caja y el flujo de caja libre**

El flujo de caja se calcula añadiendo a la utilidad neta aquellos gastos que no generan desembolsos como son las depreciaciones y las provisiones, y el flujo de caja libre se calcula de la utilidad antes de intereses e impuestos de la que se deducen impuestos e inversiones en activos mas las depreciaciones, estos indicadores son en gran medida una proporción de la liquidez de la compañía lo cual puede incentivar el endeudamiento y el maquillaje que permiten las utilidades.

## **Rentabilidad del activo – ROI**

Es un indicador empleado para evaluar unidades de negocio y se calcula dividiendo las utilidades antes de intereses e impuestos sobre el valor del activo, pero sin considerar el costo del dinero ni el nivel de riesgo de la compañía.

Tiene a saber varios problemas: El ROI (return over investment) aumenta cuando se disminuye la inversión del activo con visión a corto plazo en la utilidad, por otro lado si se comparan 2 empresas a través de este indicador, la de los activos mas nuevos puede aparecer mas valorada y mostrar un resultado de ROI mayor.

## **Rentabilidad del patrimonio – ROE**

EL ROE (return over equity) se calcula dividiendo la utilidad neta sobre el total del patrimonio.

Es un indicador claro y fácil de obtener, poco influenciado por los mercados bursátiles, tiene en cuenta el costo del endeudamiento, pero sin embargo tiene problemas también como el hecho que depende del dato confiable de las utilidades, y de que no puede calcularse para cada unidad de negocio pues el patrimonio no es divisible.

En resumen existen varios inconvenientes con los indicadores actuales: varios no son calculables para cada unidad de negocio, no animan inversiones que superen el costo de oportunidad de los accionistas y algunos no consideran el riesgo de la empresa ni las expectativas de futuro siendo además algunos vulnerables al maquillaje o prácticas cortoplacistas.

Además muchas veces estos indicadores no están relacionados entre si, lo cual ha reducido su potencial, por esto se ha visto la necesidad de incluir nuevos indicadores financieros como el EVA (valor económico agregado) y el VMA (valor agregado del mercado) que desarrollaremos a continuación.

## **4. CONCEPTOS BÁSICOS DE EVA, VMA Y EBITDA**

El EVA y el VMA son dos indicadores registrados por la consultora Stern Stewart & Co. de Estados Unidos y que nacen por la necesidad de solventar las limitaciones de los indicadores convencionales que no permitían asociar los conceptos de valor con el desempeño de las compañías, no voy a extender la explicación de su cálculo y concepto por no ser el objetivo primordial de este trabajo pero si definir sus elementos constitutivos básicos.

### **4.1 EVA – VALOR ECONÓMICO AGREGADO**

Se define como el importe que queda una vez se han deducido de los ingresos la totalidad de los gastos, incluido el costo de oportunidad del capital y los impuestos, en otras palabras es lo que queda una vez se han atendido todos los gastos y satisfecho la rentabilidad mínima esperada por parte de los accionistas.

El costo de oportunidad es una forma de valorar el costo que tiene para la empresa el hecho que se financie con fondos aportados por los accionistas, en consecuencia se crea valor cuando la rentabilidad supera el costo de oportunidad y los accionistas reciben una rentabilidad suficiente por su inversión que compense el riesgo asumido.

Cuando el EVA es igual a 0 los accionistas están recibiendo la rentabilidad esperada o sea que pueden estar en principio satisfechos, una vez el EVA se hace positivo se comienza a crear valor para los accionistas, pero por el contrario si el EVA es negativo se destruye valor y el inversionista acabará por dejar la empresa.

La razón por la cual este indicador solventa las limitaciones de los anteriores indicadores tradicionales son las siguientes:

- Puede calcularse en cualquier empresa no solo las que cotizan en bolsa.
- Puede aplicarse tanto al conjunto de una empresa como a cualquiera de sus partes.
- Considera todos los costos de una compañía entre ellos el costo de financiación.
- Considera el riesgo con el que opera una empresa.
- Aminora el impacto de la manipulación de ciertos datos contables.
- Es fiable cuando se comparan los datos de varias empresas.

Igualmente es claro, fácil de obtener y tiene alta correlación con la rentabilidad del accionista.

El **EVA** se puede expresar según la siguiente fórmula:

$$\mathbf{EVA = UODI - (Valor contable del activo \times Costo de capital)}$$

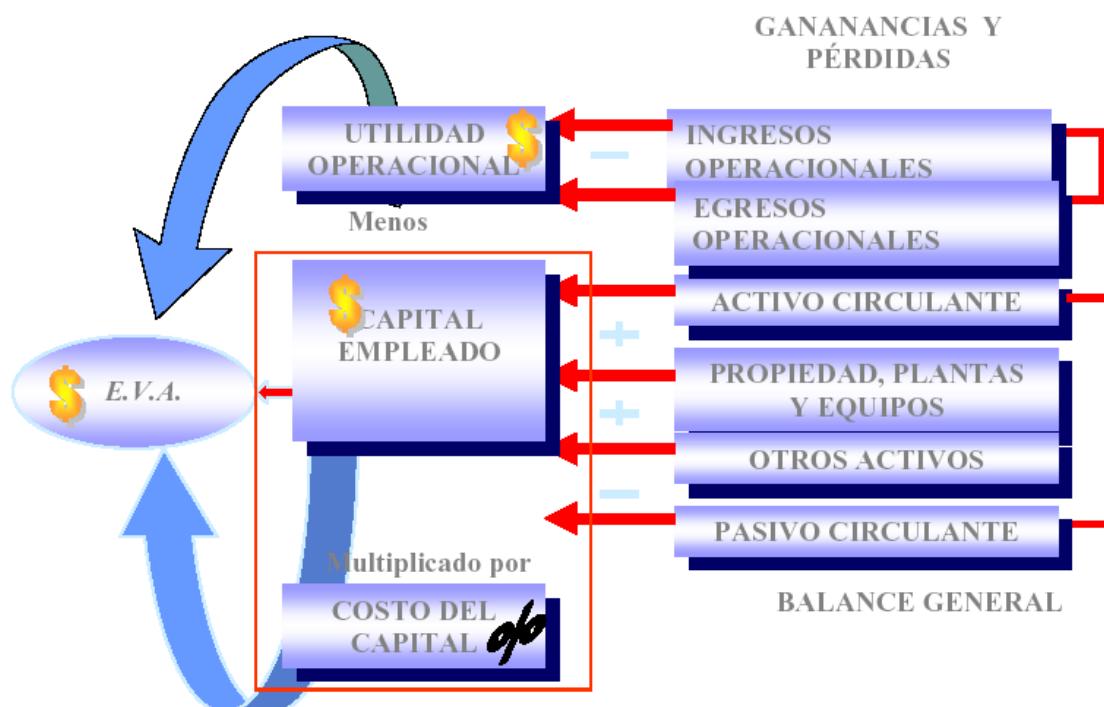
*Donde:*

**UODI:** utilidad operativa después de impuestos.

**Valor contable del activo:** el valor de los activos de una empresa según su balance.

**Costo de capital:** Es el costo promedio de la financiación que ha tenido la empresa.

Figura 4. Concepto gráfico de EVA.



Fuente: AMÉNDOLA, Luis José. Indicadores de mantenimiento enfocados en Balanced Scorecard.

## 4.2 EBITDA

Este concepto viene del su sigla en inglés que significa (Earnings Before Interests Taxes Depreciation and Amortization) son las ganancias antes de intereses, impuestos, depreciación y amortizaciones, o sea lo que finalmente termina convirtiéndose en caja o dinero líquido para la compañía, es muy importante este concepto ya que hace parte del cálculo del UODI e igualmente es un indicador fundamental dentro del concepto de valor de compañía.

Relacionando los anteriores indicadores tenemos las siguientes formulas:

**EBITDA** = Ingresos operacionales - Costos y gastos operacionales

**Utilidad operativa** = EBITDA - Depreciaciones y amortizaciones

**UODI** = Utilidad operativa - Impuestos

*Donde:*

***Ingresos operacionales:*** son aquellos ingresos producto de la actividad económica principal de la empresa.

***Depreciación:*** Es el mecanismo mediante el cual se reconoce el desgaste que sufre un bien por el uso que se haga de él.

***Amortización:*** un proceso financiero mediante el cual se extingue, gradualmente, una deuda por medio de pagos periódicos.

***UODI:*** utilidad operativa después de impuestos.

#### **4.3 VMA – VALOR DEL MERCADO AGREGADO**

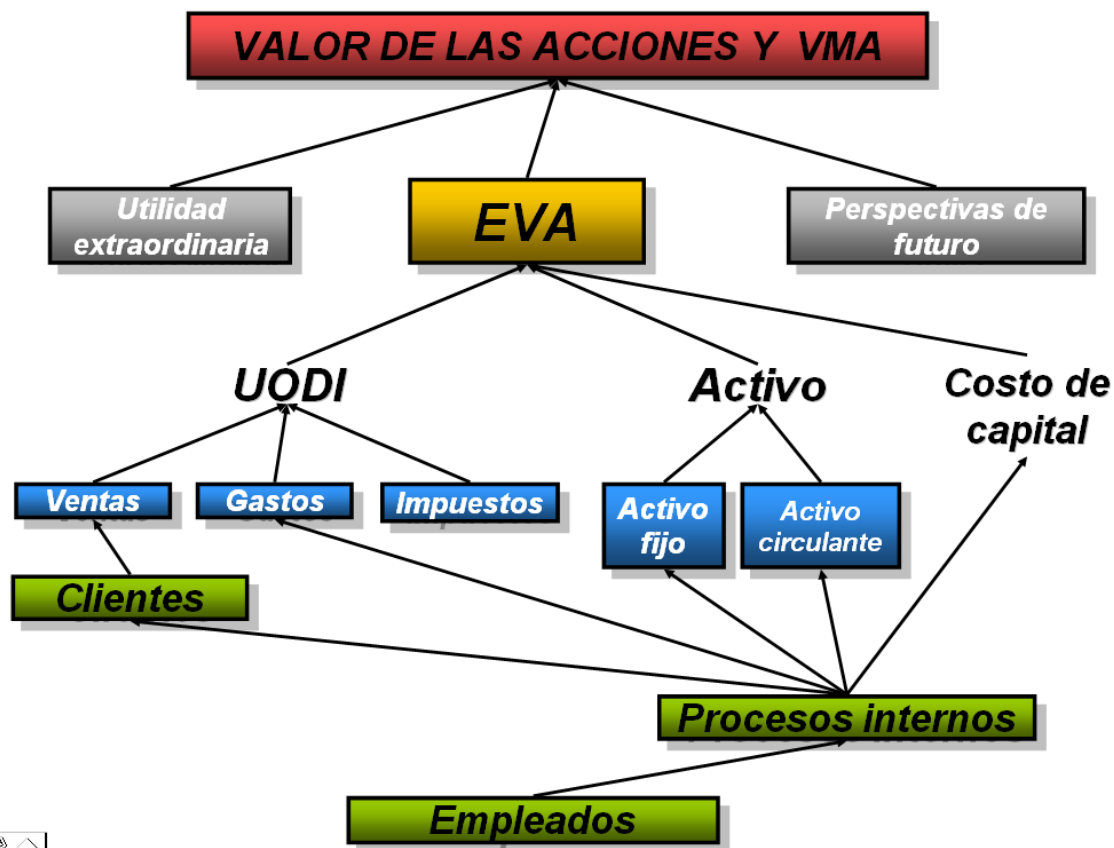
Se define como el valor del mercado agregado, complementa el EVA ya que tiene en cuenta las perspectivas de futuro de la empresa, una de las principales críticas del EVA, se calcula a partir del precio de mercado de las acciones y es la diferencia entre el valor del mercado y la inversión inicial, otros los definen como la diferencia entre el valor de mercado de la compañía y su valor en libros, por lo tanto sólo puede calcularse cuando la compañía recibe ofertas de compra, lo cual indica lo que ganarían los accionistas hoy si estos vendieran las acciones.

El valor del mercado de una compañía dependerá entonces directamente de su capacidad futura para generar EVA positivos o negativos.

#### **4.4 BALANCED SCOREDCARD Y EVA**

Veíamos anteriormente que uno de los valores del BSC y sus 4 perspectivas es que el éxito de una perspectiva como la de los empleados puede llevar al logro de resultados financieros, la figura 5 muestra como conectar los factores claves de éxito desde los empleados hasta el valor de las acciones el VMA y el EVA incluyendo elementos que componen algunos de ellos y se desarrollará mas adelante.

Figura 5. El Balanced Scorecard y EVA.



Fuente: AMAT, Oriol. EVA valor económico agregado

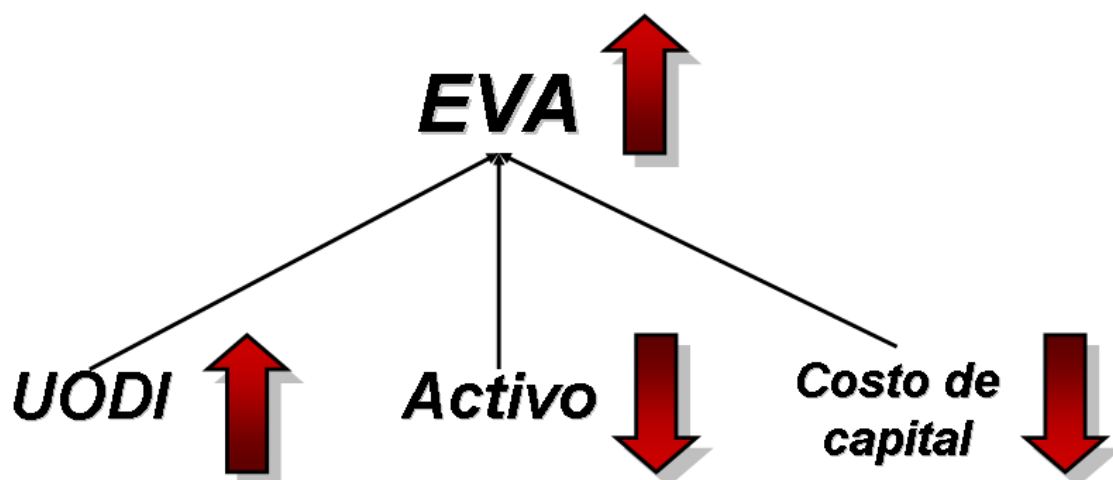
#### 4.5 COMO AUMENTAR EL EVA

Como se vió gracias a las fórmulas anteriores el EVA puede aumentarse afectando los operadores que lo conforman, esto significa: aumentando el UODI, disminuyendo el activo y reduciendo el costo de capital como se expresa en la figura 6.

Vamos entonces a continuación a desarrollar en detalle las estrategias para aumentar el EVA independientemente de su relación con los modelos TPM y manufactura esbelta, luego analizaremos cuales de estos son afectados

directamente por estos modelos y como aportan al crecimiento del valor de la compañía.

Figura 6. Como aumentar el EVA.



Fuente: AMAT, Oriol. EVA valor económico agregado

#### 4.5.1 Aumentar el UODI

Para aumentarlo es necesario incrementar los ingresos y reducir los gastos por lo tanto las estrategias que se pueden utilizar son:

- Potencializar la orientación al mercado de la empresa y la innovación para generar más productos que satisfagan las necesidades de los clientes y aumentar las ventas.
- Reforzar los elementos del marketing como (producto, precio, publicidad y distribución) para aumentar las ventas.
- Aumentar el volumen total de ventas para reducir los costos fijos por unidad de producto.
- Reconvertir costos fijos en variables.
- Reducir el costo de materiales.

- Eliminar actividades que no agregan valor al cliente, lo cual reduce gastos y pérdidas.
- Reducir los activos que generen gastos como el caso de administrar inventarios.
- Externalizar los procesos en que la empresa no es competitiva.
- Rediseñar los procesos para que cuesten menos sin afectar la calidad.
- Incrementar la productividad de los empleados a través de incentivos.
- Reducir el pago de impuestos aprovechando todas las posibilidades que ofrece el marco fiscal.

#### **4.5.2 Reducir el activo**

Para lograrlo se pueden tomar medidas como las siguientes:

- Aumentar la rotación de los activos, es decir incrementar las ventas que se consiguen con los mismos.
- Alquilar los activos en vez de comprarlos.
- Externalizar procesos para poder eliminar los activos correspondientes.
- Reducir el plazo de las existencias con técnicas como justo a tiempo flexibilizando la producción.
- Reducir el plazo que va desde que se adquieren las materias primas hasta que se cobra a los clientes (lead time).
- Reducir los saldos con los clientes mediante técnicas de gestión de crédito.
- Reducir los saldos de tesorería mediante la reducción de cuentas bancarias o la renegociación de las condiciones con las entidades de crédito.

#### **4.5.3 Reducir el costo promedio de capital**

Este es tal vez el componente que incluye mayores variables ya que depende del tipo de financiación que tenga la compañía (externa o interna), de las tasas de interés que tengan las entidades financieras, de los plazos negociados y del éxito

que tengan las inversiones tal que puedan apalancar la deuda valorando el efecto que esta financiación tenga sobre la rentabilidad y la generación de valor, no voy a detallar estas variables ya que no serán incluidas mas adelante en el análisis de los modelos de mejoramiento.

## **5. TPM Y MANUFACTURA ESBELTA**

### **CONCEPTOS BASICOS DE TPM**

El Mantenimiento Productivo Total más allá de ser un modelo de gestión de los procesos productivos implica un cambio cultural en la empresa tanto a nivel de planta como de gerencia, TPM se orienta hacia el crecimiento de la organización mediante el mejoramiento de la capacidad productiva desarrollando la capacidad de la mano de obra.

El concepto de TPM se trata en realidad del mantenimiento productivo de estilo americano modificado e intensificado para adaptarlo al entorno industrial japonés, hace mas de 50 años Japón introdujo los conceptos de mantenimiento preventivo (PM) ya existente en los Estados Unidos y conceptos como OBM (mantenimiento basado en operadores), empleado por la compañía americana General Electric, el TPM definido como el mantenimiento productivo realizado por todos, fué puesto en práctica en Japón inicialmente por Nippondenso Co, proveedor de componentes de Toyota en 1969.

Seiichi Nakajima considerado el padre japonés del TPM un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas, (JIPM), recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón, durante los años 70's, Nakajima con el liderazgo de Shigeo Shingo ingeniero de producción de Toyota involucra el concepto de cero paros y cero defectos en la técnica de TPM describiendo la metodología para garantizar la confiabilidad de equipos dentro del proceso productivo, los libros y artículos de Nakajima así como otros autores japoneses y americanos comenzaron a aparecer a fines de los 1980's, en 1990 se llevó a cabo la primera conferencia sobre la materia en los EEUU.

TPM evolucionó del involucramiento de todos los miembros de la compañía en la actividades de mantenimiento preventivo (PM) por eso conserva su nombre, pero hoy en día involucra no sólo las áreas de procesos como mantenimiento, producción y calidad, sino las áreas administrativas y de soporte, buscando permanente lograr cero accidentes, cero defectos y cero fallos del equipo a través de la gestión sobre las pérdidas.

La meta del TPM es incrementar notablemente la productividad y al mismo tiempo levantar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado.

Filosóficamente, el TPM recuerda algunos aspectos valiosos del TQM o también llamada Total Quality Management, (Gerencia de Calidad Total), como el compromiso total del equipo gerencial de la empresa, la delegación de la autoridad, un programa a largo plazo y un cambio de mentalidad y actitud hacia las nuevas responsabilidades.

**En resumen se puede decir que TPM:**

- Crea una organización que mejora continuamente los procesos.
- Establece una metodología para la eliminación permanente de las pérdidas.
- Involucra toda la cadena de valor en su desarrollo.
- Logra la participación de todos.
- Se orienta al trabajo de pequeños equipos.

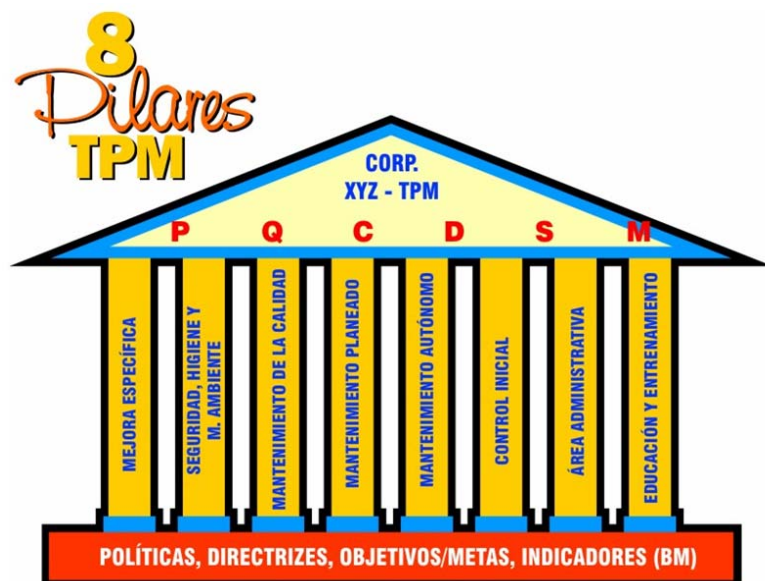
**Resultados alcanzados con TPM:**

- Elimina pérdidas que afectan la productividad.
- Mejora la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reduce los costos de mantenimiento y producción.
- Mejora la calidad del producto final.

- Aumenta el ciclo de vida de los equipos.
- Aumenta la capacidad de respuesta.
- Desarrolla nuevas competencias técnicas.
- Mejora la calidad del ambiente de trabajo.
- Permite mejor control de las operaciones
- Incrementa la moral del empleado.
- Crea de cultura de responsabilidad disciplina y respeto por las normas.
- Permite el aprendizaje permanente.
- Crea un ambiente de participación, colaboración y creatividad.
- Crea redes eficaces de comunicación.
- Mejora las condiciones ambientales.
- Genera cultura de la prevención de accidentes.
- Incrementa la capacidad de identificación de problemas potenciales.
- Elimina radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

## LOS 8 PILARES TPM

Figura 7. Los 8 pilares del TPM



Fuente: Meals de Colombia S.A.

Las actividades de TPM se desarrollan a través de 8 pilares que tienen las siguientes funciones:

**5.2.1 Mejora enfocada:** Este pilar se concentra en la eliminación permanente de las pérdidas para lograr la máxima eficacia global de los equipos y procesos de la compañía, lo cual se desarrolla a través del trabajo de equipos interdisciplinarios que lideran el mejoramiento continuo y la eliminación de pérdidas.

**5.2.2 Mantenimiento autónomo:** Este pilar desarrolla en las personas la capacidad para detectar y prevenir anomalías en su equipo evitando que se transformen en problemas graves, el pilar de mantenimiento autónomo utiliza el concepto de limpieza como inspección, garantizando la óptima condición de funcionamiento y limpieza del equipo.

**5.2.3 Mantenimiento planeado:** El propósito de este pilar es alcanzar gradualmente 0 fallas en los equipos de proceso a través del perfecto conocimiento de los mismos, la reversión del deterioro, la creación de un sistema información, el mantenimiento preventivo y predictivo y las metodologías de análisis de fallos.

**5.2.4 Mantenimiento de la calidad:** Tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el “cero defectos” es factible. El pilar de la calidad busca identificar los puntos de chequeo para todas las condiciones de equipos y procesos que afectan al producto, con el fin de tomar las acciones apropiadas.

**5.2.5 Pilar de control inicial:** Es el desarrollo de equipos con óptima ingeniería altamente fiables, amigables de operar y mantener. Busca además de fabricar productos libres de pérdidas y defectos durante el tiempo de vida del equipo.

**5.2.6 Pilar de educación y entrenamiento:** Desarrolla las habilidades y competencias de las personas para garantizar altos niveles de desempeño en su puesto de trabajo, a través de programas integrados de formación y lecciones de un punto.

**5.2.7 Pilar administrativo:** Tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en los procesos administrativos.

**5.2.8 Pilar de seguridad y medio ambiente:** Crea un sistema de gestión integral de seguridad y medio ambiente que permite lograr 0 accidentes y contribuir a prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las personas o generar efectos negativos al medio ambiente.

## **LOS INDICADORES TPM**

Una de las principales características del modelo TPM es el concepto de indicadores de resultado y desempeño, estos permiten hacer una diferencia entre los resultados deseados y las acciones que pueden medirse directamente en el proceso productivo y que son en realidad administrados por quienes operan los puestos de trabajo, es decir cuando las personas dentro de la línea de proceso trabajan para alcanzar sus indicadores de desempeño se logran igualmente los resultados esperados.

Los indicadores TPM dependen en gran parte del tipo de industria ya que parten de los indicadores ya preestablecidos para cada negocio, pero en general se agrupan en los que se conocen como indicadores PQCDMS por sus siglas de P (productividad), Q (calidad), C (costo), D (delivery) o entregas, S (seguridad), y M (moral), dentro de cada uno se integran tanto los indicadores de resultado como los de desempeño, veremos algunos ejemplos de estos indicadores más adelante.

Es importante mencionar que una de las principales características de una planta que trabaja mediante un modelo TPM es la gran cantidad de información que se despliega a la vista de todos los niveles de la organización, esto es llamado también “gestión visual” y pretende que todos puedan conocer el avance de los indicadores propuestos y las acciones que se están generando para lograr el resultado esperado, esta gestión visual incluye tanto los tableros de indicadores desde cada pilar de TPM como de cada línea de proceso donde se esté desarrollando la metodología y que administran los mismos operadores y operarios de la línea de proceso.

## **HERRAMIENTAS TPM**

Para poder entender con claridad todos los elementos que TPM aporta para agregar valor a las empresas es necesario mencionar algunas de las herramientas que existen desde cada modelo con una breve explicación de su uso. Vale la pena mencionar que para la manufactura esbelta, TPM es una de de sus herramientas internas y que muchas son complementarias o compartidas en los dos modelos.

**5S:** Cinco pasos metodológicos para lograr ambientes de trabajo seguros, productivos y limpios, se le considera el paso 0 del TPM ya que desarrolla el concepto de un ambiente productivo a través Seiri (desalojar), Seiton (clasificar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar), Shitsuke (disciplina).

**Estándares:** documentos que establecen prácticas, procesos, métodos o criterios de manera uniforme y técnica, aunque se desarrollan plenamente en el paso 3 del pilar de mantenimiento autónomo se comienzan a elaborar a partir del primer paso los primeros estándares preliminares, los estándares pueden generarse desde cualquier pilar y son el soporte de la mejora continua por que permiten afirmar los logros alcanzados desde la calidad, la seguridad, los procedimientos operativos, el mantenimiento etc.

**Tarjetas rojas y azules:** Elemento fundamental del mantenimiento autónomo donde se describen las anomalías detectadas en el equipo para corregirlas y revertir el deterioro del mismo. Las tarjetas son el mecanismo por el cual el departamento de producción se anticipa a los eventos que pueden ocasionar una parada no programada del equipo, las rojas son aquellas que resuelve el departamento de mantenimiento, y las azules son las que se resuelven desde la misma línea de proceso.

**Poka-Yoke:** Metodología diseñada para prevenir errores poniendo límites a la forma en que se realiza una operación forzando la forma correcta.

**Matriz y árbol de pérdidas:** Herramientas del pilar de mejoras enfocadas en el que se puede evidenciar claramente el valor de las mayores pérdidas de la compañía para su priorización y gestión, el árbol de pérdidas incluye todas aquellas áreas desde las que se presentan pérdidas tanto productivas como administrativas para su visualización, la matriz de pérdidas incluye los responsables para atacar estas pérdidas y hacer seguimiento a su avance.

**Matriz QA (quality assurance):** Herramienta del pilar de calidad en la que se clasifican los tipos de defectos que ocurren en cada etapa del proceso según su gravedad y frecuencia.

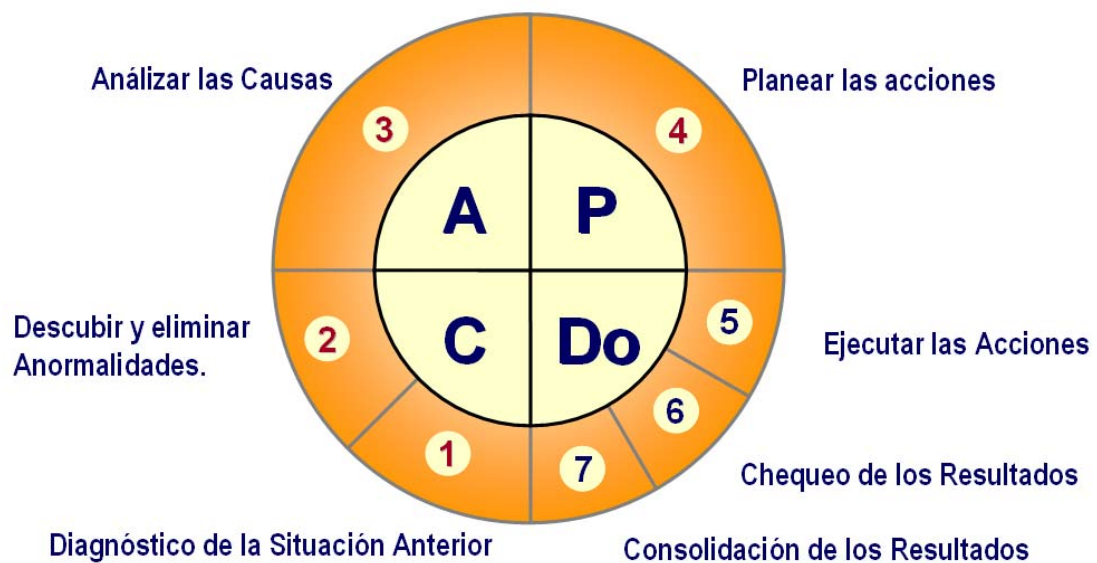
**FMEA (Análisis de modo y efecto de falla):** Procedimiento usado para analizar los modos de falla potenciales clasificándolos por severidad y su efecto en el sistema.

**LCC (Life Cycle Cost):** concepto en el que se analiza el costo del equipo a lo largo de toda su vida, usado en evaluación de proyectos desde el pilar de control inicial.

**Análisis PM (Phenomenal and Mechanisms):** Metodología para resolver problemas crónicos, complejos y multicausales, clarificando los fenómenos físicos que se presentan para desarrollar propuestas de mejora.

**CAPDo:** Herramienta para la solución de problemas que incluye la descripción clara del fenómeno y el análisis profundo de su causa raíz, su sigla proviene de las palabras C (chequear), A (analizar), P (planear), Do (hacer), (figura 8) esta herramienta es fundamental para el pilar de mejora enfocada pues mediante esta se resuelven las causas de los problemas que generan las mayores pérdidas productivas, igualmente puede ser utilizado para analizar accidentes o reclamos de calidad.

Figura 8. El ciclo CAPDo



Fuente: im&c internacional

**Información MP (maintenance prevention):** Datos que se recogen sobre un equipo o sistema para mejorar su fiabilidad, mantenibilidad, economía de recursos y seguridad al retroalimentar a sus diseñadores, es una herramienta fundamental

para el pilar de control inicial pues evita que se cometan errores repetitivos en el diseño.

**Matriz de habilidades:** herramienta del pilar de entrenamiento en la que se evalúan las capacidades y conocimientos, para aumentar del desarrollo de las personas a todos los niveles de la organización.

**LUP (Lección de Un Punto):** Herramienta de formación en la que se transmite un punto de conocimiento específico.

**Gestión visual:** incluye tanto los tableros de indicadores de proceso como la representación gráfica de las variables de equipo para facilitar su control, operación y mantenimiento.

## **LAS HERRAMIENTAS TPM Y LA GENERACION DE VALOR**

Con el ánimo de aclarar como las distintas áreas de una compañía y las herramientas TPM aportan a la generación de valor y por lo tanto el incremento del EVA y el EBITDA, se propondrá mas adelante un flujo que logra este objetivo partiendo desde la estrategia de compañía hasta la verificación del resultado en términos de los indicadores financieros ya vistos, pero antes de llegar a ese punto, en la siguiente tabla se resume puntualmente como cada una de las herramienta TPM anteriormente mencionadas genera valor por si misma atacando las pérdidas de la compañía, pérdidas que mas adelante se incorporaran a la matriz y árbol de pérdidas como ahorros que aportarán al resultado financiero esperado por los accionistas.

**TABLA 1**  
**HERRAMIENTAS TPM Y LA GENERACION DE VALOR**

<b>Herramienta TPM</b>	<b>Capacidad para generar valor</b>
<b>5S</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elimina errores de operación y mantenimiento a través de áreas ordenadas y limpias.</li> <li>-Elimina pérdidas por desplazamiento y sobre stocks.</li> <li>-Elimina pérdidas por accidentes causados por desorden y materiales innecesarios en el área de trabajo.</li> </ul>
<b>Estándares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elimina pérdidas por errores de operación.</li> <li>- Facilita el entrenamiento de operarios y técnicos de mantenimiento.</li> </ul>
<b>Tarjetas rojas y azules</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elimina pérdidas por deterioro acelerado de los equipos.</li> </ul>
<b>Poka-yoke</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elimina pérdidas por errores de operación.</li> </ul>
<b>Matriz QA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elimina pérdidas por defectos de calidad que generan reproceso o reclamos de clientes.</li> </ul>
<b>FMEA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite el estudio de los modos de falla de componentes de equipos evitando que se generen averías de equipos o defectos de calidad.</li> </ul>
<b>LCC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elimina pérdidas ocasionadas por mala decisión de compra de equipos.</li> </ul>
<b>Análisis PM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite encontrar la causa raíz de problemas crónicos eliminando pérdidas por fallas de equipos o defectos de calidad.</li> </ul>
<b>CAPDo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite encontrar la causa raíz de problemas crónicos eliminando pérdidas por fallas de equipos, defectos de calidad o accidentes.</li> </ul>
<b>Información MP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elimina pérdidas que se generan desde el diseño de los equipos anticipando los problemas para que se resuelvan en etapas más tempranas en un proyecto.</li> </ul>
<b>Matriz de habilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elimina pérdidas generadas por falta de entrenamiento y desarrollo de las habilidades de los operarios.</li> </ul>
<b>LUP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elimina pérdidas por desconocimiento de operación o mantenimiento de los equipos de proceso.</li> </ul>
<b>Gestión visual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite tener un foco claro en los objetivos planteados por la metodología hacia la continua eliminación de pérdidas.</li> </ul>

## 5.6 MANUFACTURA ESBELTA

La primera vez que los conceptos de manufactura esbelta fueron mostrados al mundo fueron en el libro “la máquina que cambió al mundo”, (Womack & Jones, 1990), el sistema de manufactura esbelta fue desarrollado entre 1945 y 1970, luego de que la economía japonesa colapsara luego de la segunda posguerra mundial, debido a la escasez de materias primas, recursos humanos y financieros.

La manufactura esbelta soportó el desarrollo de Toyota en los años 70 mas que a cualquier otra compañía donde se pudo demostrar el inmenso vacío que existía entre las compañías orientales y occidentales en términos de productividad y calidad, ya que las compañías japonesas lograban los mismos resultados que las occidentales con muchos menos recursos, capital y espacio.

Los orígenes de la manufactura esbelta se remiten al piso del taller de Toyota donde fueron desarrolladas e implementadas un grupo de herramientas como justo a tiempo (JIT) y Kaizen entre otras que pretendían reducir el desperdicio de las líneas de proceso mediante la reducción de actividades que no agregan valor y el empoderamiento de las personas.

Los principios de la manufactura esbelta son: 1. Especificar el valor desde el ángulo del cliente, 2. Identificar la cadena de valor, 3. Crear un flujo, 4. Implementar un sistema de “halar” y finalmente 5. Buscar la perfección.

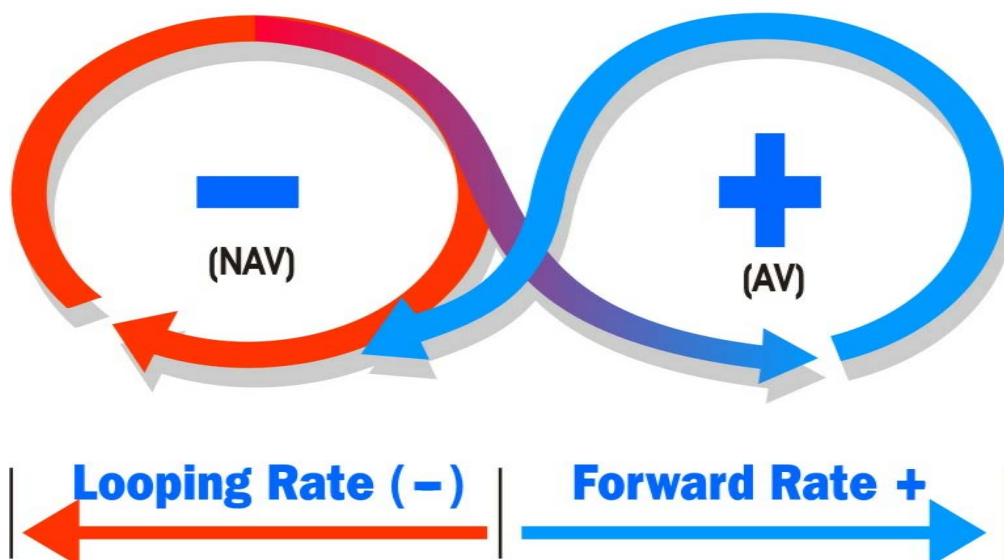
**1. Especificar valor desde el ángulo del cliente:** Esto significa que el producto debe satisfacer el deseo del cliente en precio y entregas, es inadecuado pensar que una estrategia de mercado que no incluya el cliente pueda funcionar.

**2. Identificar la cadena de valor:** En esta se describen las actividades y operaciones por las que pasa la materia prima hasta llegar al cliente, en este flujo deben analizarse las siguientes actividades: **AV** (actividades que agregan valor) o

sea las que transforman directamente los productos en artículos y las **NAV** (no agregan valor) o sea las que consumen recursos pero no dan un valor directo al producto y el cliente por lo tanto no pagaría por ellas y las **NAVN** (no agregan valor pero son necesarias), son aquellas que no agregan valor pero no pueden ser eliminadas basadas en la tecnología o pensamiento actual. El objetivo de este paso es eliminar las **NAV** y aumentar las **AV** para agregar valor al producto y a la empresa misma como señala la figura 9.

**3. Crear flujo:** el objetivo de este paso es pasar de la producción por baches al flujo continuo en diseño y producción, reduciendo el desperdicio aumentando la calidad, la coordinación y el takt time o sea el ritmo al que el cliente demanda los productos.

Figura 9. El ciclo de valor en las empresas.



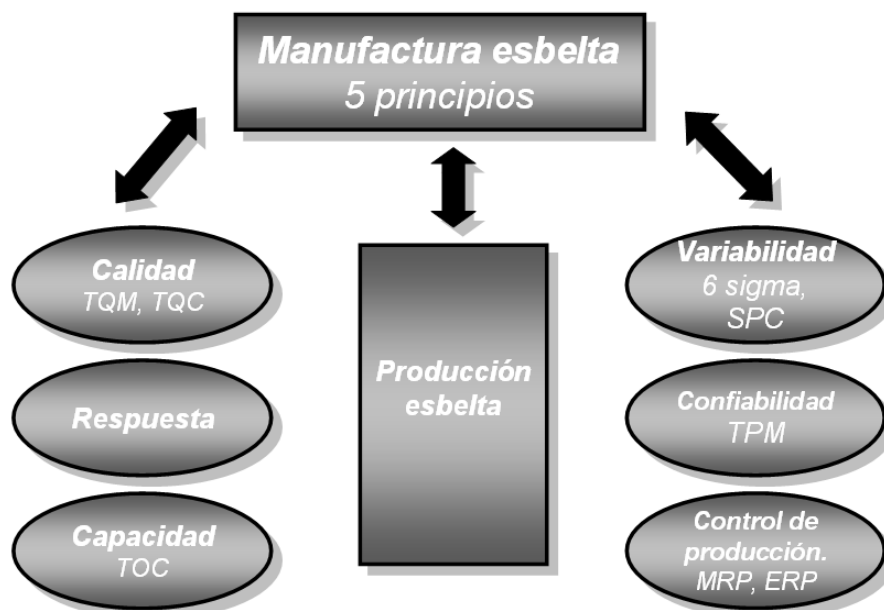
Fuente: im&c international

**4. Implementar el sistema “Halar”:** este se lleva a cabo si los tres primeros principios funcionan correctamente, el objetivo es controlar el flujo de materiales e información de manera precisa, para este propósito deben usarse las llamadas tarjetas Kanban controladas por la demanda del cliente.

**5. Buscar la perfección:** esto significa buscar la perfección en toda la cadena de valor, entendiendo que no hay final al proceso de reducir desperdicios, tiempo, espacio y errores mientras se ofrecen productos mas cercanos a lo que el cliente realmente desea.

La integración de los principios de manufactura esbelta pueden ser incorporados en la estrategia de la compañía e interactuar con otras operaciones estratégicas que agreguen valor al cliente (figura 10) el nivel operativo debe aplicar claramente el concepto de agregar valor e identificar el desperdicio, el éxito de su implementación depende del involucramiento de todos los niveles de la compañía empezando por la gerencia.

**Figura 10** Manufactura esbelta y las operaciones estratégicas.



Fuente: Hines, Holweg and Rich (2004).

## 5.7 LOS TIPOS DE DESPERDICIO.

De acuerdo a la manufactura esbelta y los principios de TOYOTA, están definidos 7 desperdicios utilizados para liderar las ventajas competitivas en las organizaciones, de la eliminación permanente de estos desperdicios es que se garantiza la reducción de costos. (Figura 11 y 12)

Tal como Taichi Ohno lo describió para TOYOTA el concepto de precio de producto para la manufactura occidental esta definido por la siguiente fórmula:

$$\text{Precio} = \text{costo} + \text{beneficio}^5$$

Por el contrario para TOYOTA el factor independiente de la fórmula no puede ser el precio sino el costo, lo que significa que primero se determina lo que el cliente esta dispuesto a pagar, luego lo que yo espero como beneficio, dejando el costo como el factor único sobre el que tengo autonomía para poder ajustarlo a la fórmula mediante mejoramiento continuo tal que:

$$\text{Precio} - \text{beneficio} = \text{costo}$$

Para tal propósito debo trabajar permanentemente en la disminución de los 7 diferentes tipos de desperdicio descritos a continuación:

**Sobreproducción:** Artículos producidos que no se planearon para stock o para la venta inmediata.

**Esperas:** Productos que son estáticos en cierto punto de la operación esperando pasar a un proceso siguiente.

**Desperdicio de manejo y transporte:** movimientos de material más de lo necesario alrededor del piso del taller.

---

<sup>5</sup> Womak and Jones, Lean Thinking.

**Desperdicio por exceso de inventarios:** Tener más materiales o productos terminados mas allá de los necesarios.

**Desperdicio de proceso:** Hacer procesos sobre los productos mas allá de los necesarios por los que el cliente no está dispuesto a pagar.

**Movimiento innecesario:** movimientos que no agregan ningún valor al producto pero incrementan el tiempo para producirlo.

**Desperdicio de defectos y reprocesos:** Productos que no satisfacen los requerimientos y necesitan se reprocesados.

Figura11 Los tipos de pérdidas como fundamento en la reducción del costo.



Fuente: im&c internacional.

Figura12 Los tipos de pérdidas como costos que no adicionan valor.



Fuente: im&c internacional.

## 5.8 HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

Las siguientes han sido las herramientas desarrolladas dentro de la manufactura esbelta con las que se evalúan, documentan y atacan los diferentes tipos de desperdicio con el objeto de eliminar actividades que no agregan valor.

**SMED (Single Minute Exchange of Dies):** método para reducir el cambio de formatos entre productos a menos de 10 minutos, el setup o cambio de formato es definido como una de las 8 tipos de pérdidas productivas y se hace necesario si se quiere flexibilizar la empresa en pro de lograr lotes mas pequeños y tener mejor capacidad de respuesta, el principio parte de que se separen inicialmente las actividades externas e internas para luego reducir los tiempos de cada una hasta un mínimo de tiempo de 1 dígito (figura 13).

**Figuras 13. Etapas conceptuales del SMED.**



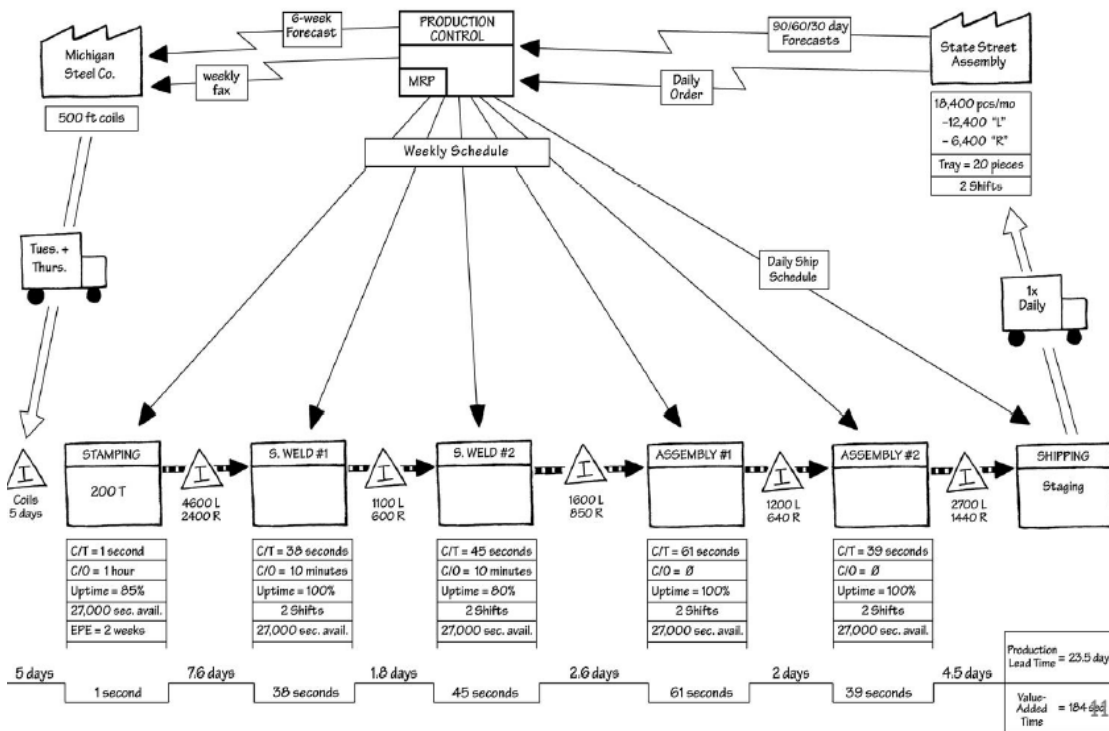
Fuente: im&c internacional.

**VSM (Value Stream Map):** método para trazar mapas del flujo de la cadena de valor de un producto desde la materia prima hasta las manos del cliente ayudando a ver y comprender el flujo de material e información, permite planear, administrar, implementar, sostener y agrupar actividades esbeltas hacia actividades de la compañía tomando y analizando datos. (figura 14).

El VSM consiste en 8 pasos:

1. Comprométase con la manufactura esbelta
2. Escoja la cadena de valor,
3. Aprenda sobre manufactura esbelta,
4. Mapee el estado actual,
5. Determine la métrica,
6. Mapee el estado ideal,
7. Cree un estado Kaizen
8. Implemente los planes Kaizen.

Figura 14, Ejemplo de VSM.

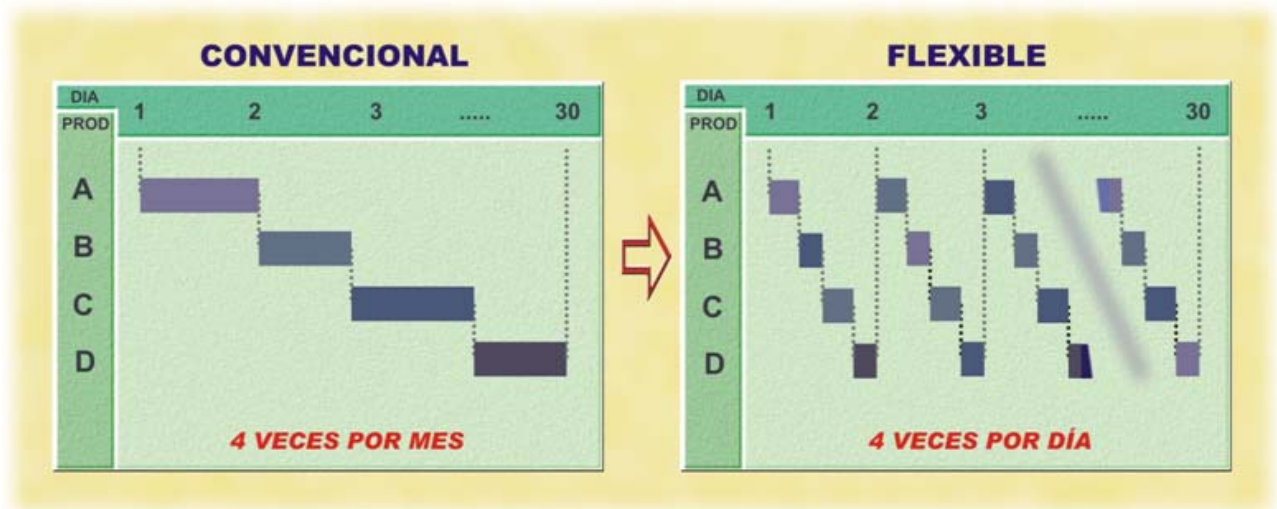


Fuente: ROTHER, Mike, Shook John. Observar para crear valor

**Jidoka:** Principio de auto calidad descrito como automatización inteligente en la que cuando sucede una situación anormal se detiene la línea de proceso evitando productos defectuosos.

**Heijunka:** Sistema para nivelar la producción y evitar los excesivos inventarios aumentando la flexibilidad y la capacidad de respuesta, de manera que se produzca de acuerdo a la necesidad del cliente y se disminuya el tiempo de entregas. (Figura 15).

Figura 15, Planeación de la producción luego de aplicar Heijunka.



Fuente: im&c internacional.

**JAT justo a tiempo:** Es una filosofía de gerencia de la producción que se propone eliminar desperdicio y costo produciendo el producto exacto en el momento justo en el lugar exacto con la cantidad y calidad exactas es la primera piedra hacia la búsqueda del flujo continuo.

**Sistema halar (Pull system):** sistemas de producción JAT que parten de la demanda del cliente, logrando flujos pieza a pieza empleando tarjetas o Kanban, reduciendo los excesos de inventarios, estas tarjetas Kanban se clasifican en 3 tipos:

1. Producción Kanban: Indica la cantidad de productos o partes necesarias a fabricar.
2. Demanda Kanban: indica el # de partes que pueden ser removidas en un supermercado.
3. Señal Kanban: número de productos que necesitan ser producidos en un bache.

**Equipos Kaizen:** o de mejoramiento continuo que se encargan de encontrar pérdidas para eliminarlas de manera sistemática a través de pequeñas mejoras sin grandes inversiones e involucrando todos los niveles de la organización.

## **5.9 TPM COMPLEMENTO DE LA MANUFACTURA ESBELTA**

Debido a que el sistema de producción Toyota está fundamentado en los principios del modelo justo a tiempo, se hace fundamental contar con una herramienta que garantice una producción libre de averías, sin TPM los sistemas de producción esbelta no podrían funcionar y es por esto que TPM se convierte prácticamente en un prerequisite con el que se garantiza la eliminación de pérdidas de producción atribuidas a las máquinas, la confianza y la disponibilidad de las instalaciones y la mejora del flujo y productividad indispensables en un entorno esbelto.

La Tabla 2 resume la manera en que se integra el TPS (sistema de producción Toyota) que es un modelo de manufactura esbelta VS las 6 principales pérdidas que se eliminan a través de TPM, en la tabla vemos que el mayor aporte que hace TPM al modelo de producción Toyota, está en garantizar los tiempo de ciclo y vacío así como las secuencia de producción, fundamentales en el justo a tiempo.

**TABLA 2**  
**SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE TOYOTA Y TPM**

<b>TPM</b>	Averías	Preparación y ajuste	Paradas menores	Velocidad reducida	Defectos de calidad	Arranque
<b>TPS</b>						
Flujo de una pieza	O					
Eliminación de defectos					O	O
Producción sin stocks	O	O				
Reducción tamaño de lote		O				
Preparación rápida		O				
Tiempos de ciclo estándar	O	O	O	O	O	
Secuencia de producción estándar	O	O	O	O	O	
Tiempo vacío estándar	O	O	O	O	O	
Control visual	O	O	O			
Mejora operabilidad de la maquina	O	O				
Mejora en mantenibilidad	O					

Fuente: Programa de desarrollo del TPM, Seiichi Nakajima.

## 6. TPM Y LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

### 6.1 FLUJO DE INTEGRACIÓN

Ya veíamos desde la sustentación de esta monografía cuales eran los principales obstáculos por los que en muchas empresas a pesar de existir un marco estratégico y unos objetivos claros, incluso incorporando TPM o alguna herramienta de mejoramiento continuo no era posible integrar o entender la manera en que estos modelos soportan estos objetivos sobre todo el más importante para los accionistas que es el de agregar valor, para poder lograr esta integración se propone desde este trabajo de monografía que deben incluirse el siguiente flujo en la estructura del marco estratégico o del BSC si así se tiene definido para poder integrarlo a los modelos de mejoramiento continuo y evaluar los resultados permanentemente. (Figura 16).

1. Integrar TPM al marco estratégico.
2. Elaborar el árbol de pérdidas para la compañía.
3. Cruzar estas pérdidas con las áreas o pilares desde donde puedan atacarse.
4. Seleccionar las herramientas más idóneas desde TPM y LEAN (manufactura esbelta).
5. Incluir los objetivos estratégicos y las principales pérdidas en el master plan.
6. Desarrollar el master plan.
7. Calcular permanentemente el valor agregado de los modelos con el EVA.

Figura 16. Flujo de integración para BSC con TPM.

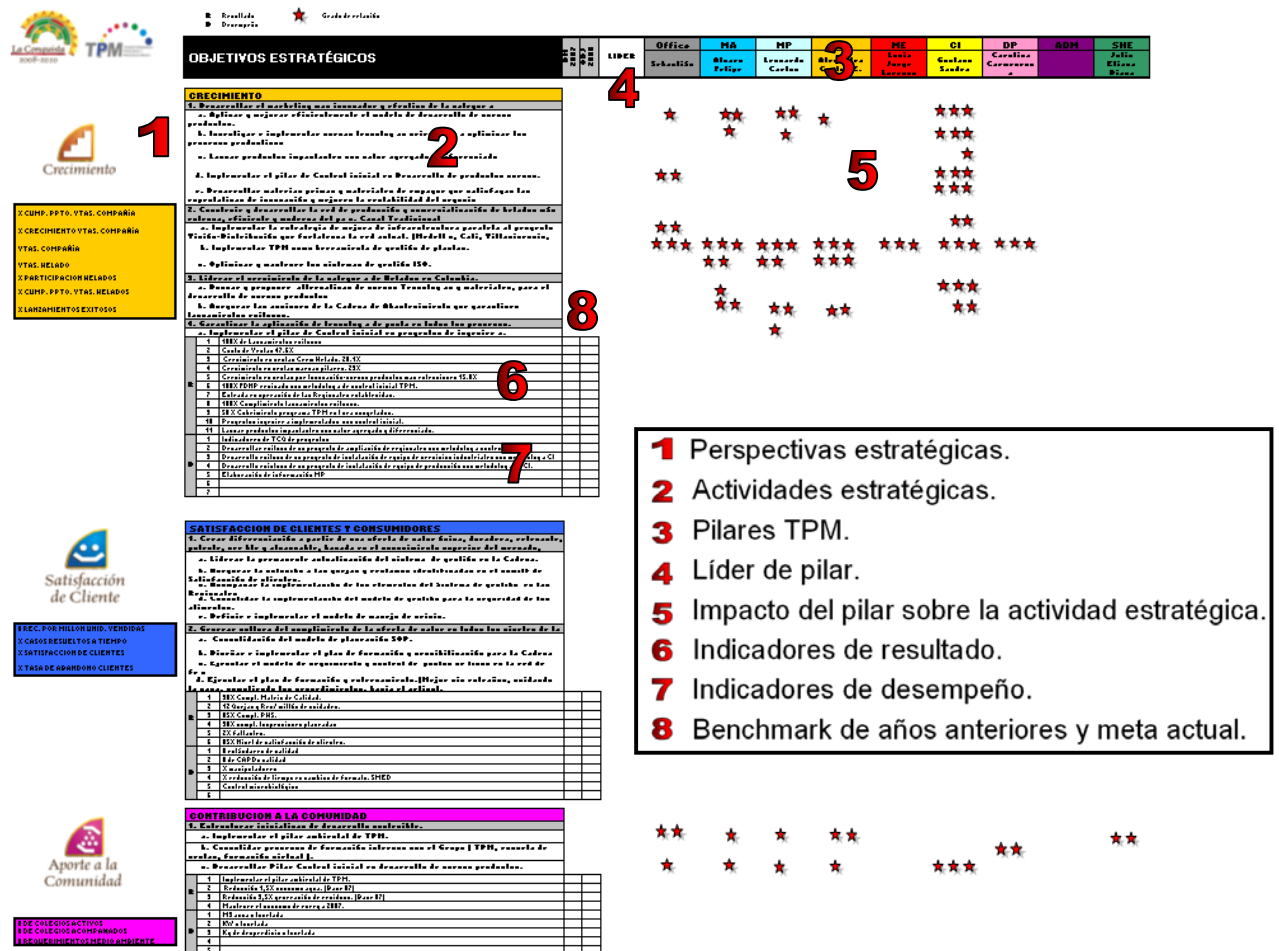


### 6.1.1 Integre TPM al marco estratégico

La manera mas clara de integrar un plan estratégico con TPM es cruzando los objetivos estratégicos con cada uno de los pilares para identificar el impacto de cada pilar sobre cada uno de los objetivos y ver realmente que tanto puede aportar TPM al cumplimiento de este plan estratégico y para que cada pilar tenga claro donde esta su impacto sobre la estrategia.

El siguiente cuadro es un ejemplo de que manera puede realizarse este cruce y lo que incluye el mismo.

Figura 17. Cuadro representativo de un BSC integrado a TPM.



Fuente: Meals de Colombia S.A.

Para desarrollar este cruce han de tenerse en cuenta varios aspectos, que sea revisado por los líderes de cada pilar de forma detallada en el que se evalúa el impacto de cada uno en términos de bajo, medio o alto impacto únicamente para este paso, igualmente cada líder debe incluir los indicadores de desempeño con el que él y sus personas a cargo van a medir el avance y el resultado de la implementación de las acciones, para esto hay que incluir el valor alcanzado en el año inmediatamente anterior y el valor de la meta propuesta para ese año considerando lo que se requiere para que estas metas permitan el logro de los resultados incluidos en el BSC por lo que debe ser revisado con el equipo gerencial.

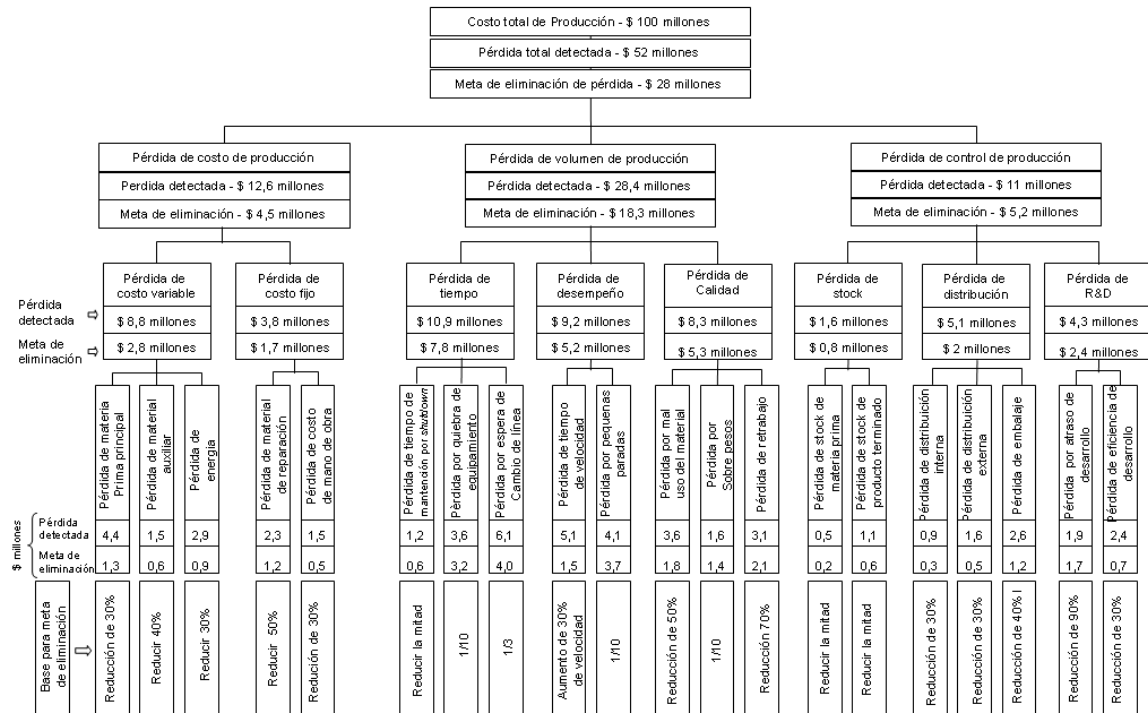
### **6.1.2 Elabore el árbol de pérdidas para la compañía**

Esta actividad tiene su importancia en la medida que permite visualizar los focos de trabajo de la compañía en términos de donde existen mayores oportunidades de ahorro de costos, este ejercicio normalmente se lidera desde el pilar de mejora enfocada con el apoyo de un área de información y la observación del equipo directivo, este árbol de pérdidas debe incluir normalmente los siguientes elementos: los costos totales de producción y las pérdidas totales detectadas desde el costo de producción (materiales, energía, mano de obra), pérdidas desde el volumen de producción (disponibilidad, desempeño y calidad), y las pérdidas por el control de la producción (inventarios, distribución y desarrollo de nuevos productos). (Figura 18).

para el caso del árbol de pérdidas es conveniente que se determinen todas las pérdidas posibles desde el proceso productivo inicialmente ya que es ahí donde trabaja TPM en sus primeras etapas, luego de algunos años de avance con un TPM maduro las pérdidas detectadas podrán cubrir áreas administrativas como mercadeo, financiera o comerciales, pero no se recomienda trabajarlas desde las primeras etapas pues pueden hacer algún ruido sobre el foco inicial de TPM hacia la productividad, en todo caso algunas empresas optan por evaluar inicialmente

todas sus pérdidas en el cual pueden incluirse incapacidades, demandas legales, formación innecesaria al personal, pérdidas por selección y enganche, carteras vencidas, faltante de producción, materiales obsoletos etc.

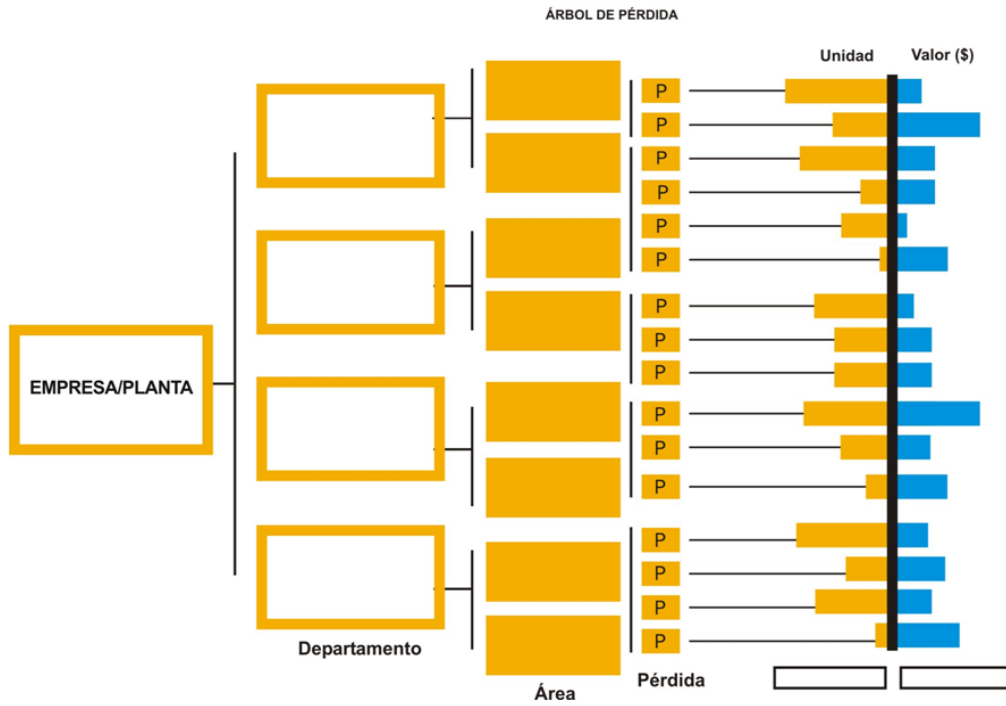
**Figuras 18. Árbol de pérdidas por costos de producción.**



Fuente: Meals de Colombia S.A.

Una variante del árbol de perdidas está en desarrollarlo por áreas de compañía en lugar de los elementos que forman el costo del producto como en el caso anterior, este puede ser un árbol de alguna forma mas sencillo en términos de facilidad de lectura para cada área, lo importante de árbol de perdidas en realidad está en su capacidad de que se visualicen las pérdidas y poder tomar decisiones para atacarlas. (Figura 19).

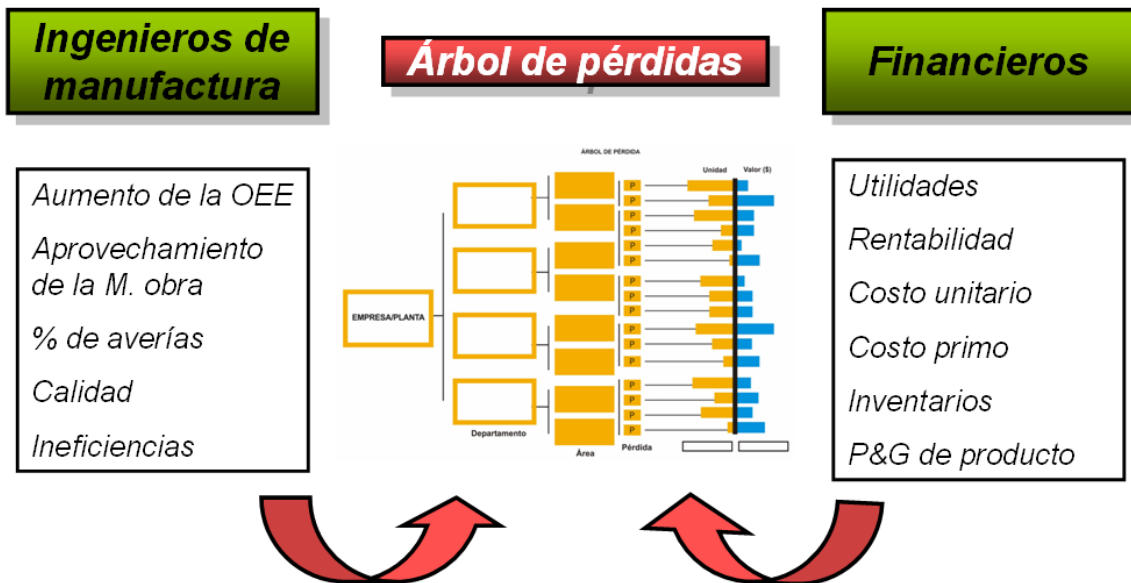
**Figuras 19. Árbol de pérdidas por áreas de compañía.**



Fuente: im&c international.

Una de las grandes fortalezas del árbol de pérdidas es que de alguna manera actúa como catalizador entre las áreas de cadena de abastecimiento, procesos o manufactura, con las áreas financieras y administrativas pues pone sobre el mismo esquema los intereses de unos y otros, por un lado las eficiencias operativas, la optimización de la mano de obra, el rápido desarrollo de productos, y los costos relacionados con la producción que interesan claramente a las áreas contables. (Figura 20).

Figura 20. Función del árbol de pérdidas como integrador.



**6.1.3 Cruce estas pérdidas desde las áreas o pilares desde donde puedan atacarse**

Un complemento a este árbol de pérdidas es llamada la matriz de pérdidas, en esta matriz se detallan las áreas responsables de trabajar cada una de las pérdidas y los compromisos en términos económicos que cada una tenga, esto permite el control y seguimiento de las mismas de manera gráfica. (figura 21), algunas versiones pueden incluir el impacto del pilar sobre la pérdida ya que en muy pocos casos una pérdida es exclusiva de un área, pero si seguramente tener mayores responsabilidades o herramientas para gestionarla, en la medida en que se haga seguimiento y control sobre esta matriz se podrá ver gráficamente como se modifica la gráfica en termino del tamaño de las perdidas totales como de cada tipo escogido en la matriz al igual que el valor \$ de las mismas, que mas adelante se incluirán en el mismo EVA de la compañía como parte de ahorro en gastos operativos o disminución de capital como vimos anteriormente.

Figura 21. Matriz de pérdidas.

Categoría	Código	ANÁLISIS DE PERDIDAS Y COSTOS		ACTIVIDADES								REDUCCIÓN DE COSTOS Y AHORROS				
		PERDIDAS DETECTADAS		PILARES INVOLUCRADOS								OBJETIVOS				
		Horas	Porcentaje	MD	ES	P	EEA	MP	MP	EP	ES	Horas	Salvo	Porcentaje		
EQUIPO	1	Equipos fallados	1500000	16,92										5.000.000	500.000	50,00
	2	Stop and Go	1500000	16,92										250.000	250.000	5,00
	3	Cambio de piezas	10000	0,11										5.000	5.000	0,05
	4	Stoppage	152360	1,72										52.000	500.000	0,50
	5	Mover piezas	1520000	17,15										5.000.000	520.000	75,00
	6	Speed Redución	150252	1,69										25.000	525.252	0,20
	7	Defects and Rework	147895	1,67										25.000	525.895	0,20
	8	Shutdown	123456	1,39										100.000	23.456	5,00
MANO DE OBRA	9	Management	1525263	17,21										525.000	5.000.000	5,00
	10	Operación	789456	8,91										85.000	700.000	0,50
	11	Use Organization	456123	5,15										100.000	356.123	5,00
	12	Inspección	124578	1,41										25.000	55.578	0,20
	13	Management and Material	526398	5,94										25.000	501.398	0,20
Weld	14	Weld	159074	1,80										25.000	590.074	0,20
Energy	15	Energy	152451	1,72										25.000	525.451	0,20
Waste	16	Waste	27000	0,30										25.000	2.000	0,20
Total Losses Benchmark			8888	100	Total Losses Actual								5.100.000	5.575.000	57	

Fuente: im&c international

### 6.1.4 Seleccione las herramientas más idóneas desde TPM y manufactura esbelta

Una vez vistas las herramientas incluidas desde cada modelo de mejoramiento podemos seleccionar desde cada área o pilar cuales pueden generar mayor impacto en la disminución de pérdidas, cabe anotar que los modelos TPM y manufactura esbelta NO son cajas de herramientas desde los que se seleccione y se usen indistintamente, estos modelos parten de un cambio cultural que involucra las personas y los procesos que integran una metodología paso a paso, para poder emplear el flujo propuesto en este trabajo es indispensable que la empresa haya trabajado varios de los pasos en proceso de preparación e implementación de TPM como la declaración de la gerencia, el proceso de formación, la estructuración de los pilares, la elaboración del plan maestro y la definición de objetivos, no antes por que puede desvirtuarse la metodología con un único ánimo de tomar atajos o emplear herramientas que no se conectan al un modelo integral.

La tabla 3 permite ver desde las diferentes perspectivas del BSC como se pueden seleccionar tanto indicadores de resultado como de desempeño y cuales herramientas existen para trabajar sobre esta perspectiva bien sea que la empresa tenga un modelo TPM, de manufactura esbelta o ambos, para el caso de manufactura esbelta es común que se mencione TPM como una de sus herramientas lo cual tiene cierta lógica pues para el modelo lean donde se trabaja justo a tiempo es necesario que exista un modelo para garantizar la confiabilidad de lo equipos que es una de las fortalezas de TPM, para el caso práctico creo que es importante primero extender el modelo TPM en la compañía antes tomar o involucrar herramientas de manufactura esbelta, pero esto depende mucho no sólo del tipo de sector productivo sino del camino recorrido en modelos de mejoramiento continuo, la cultura de la compañía y las pérdidas mas significativas que tenga.

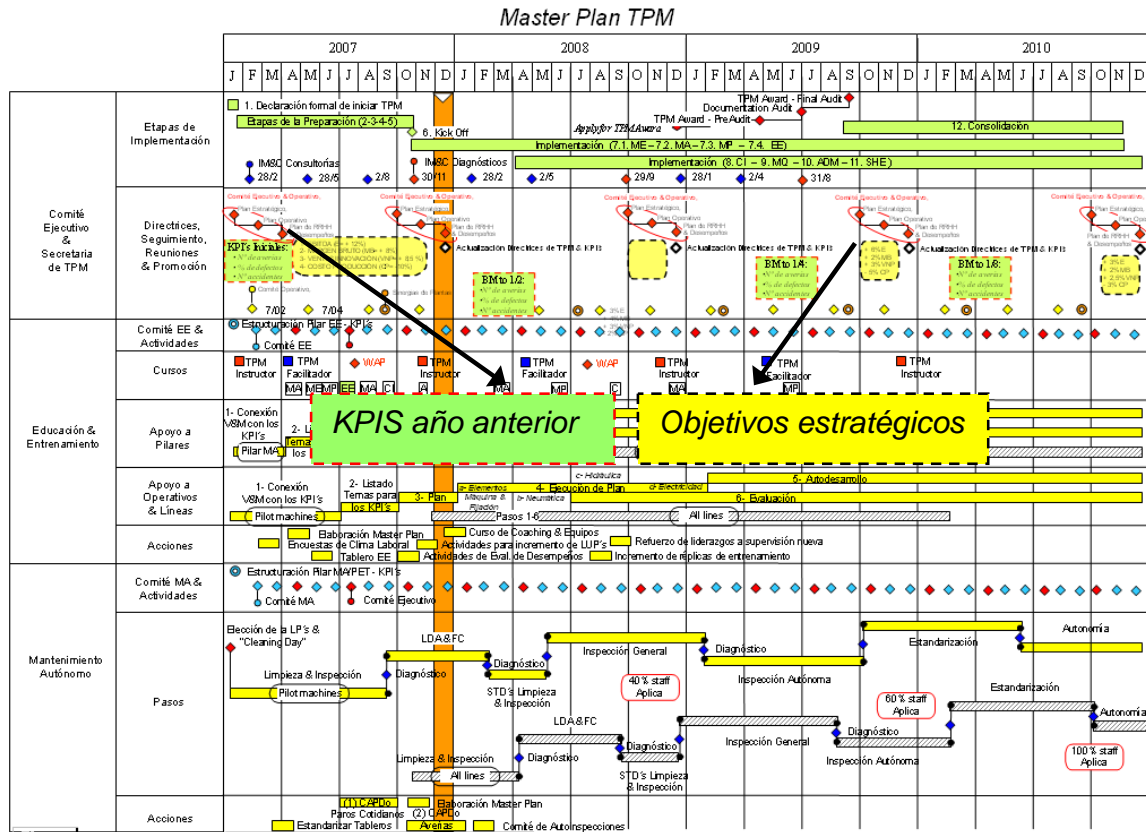
#### **6.1.5 Incluya los objetivos estratégicos y las pérdidas dentro de su master plan TPM**

Una vez definidos los objetivos estratégicos y las principales pérdidas es importante incluirlos en un plan de implementación o plan maestro TPM, este seguramente ya está estructurado desde la etapa de preparación de TPM pero en muchos casos este plan sólo tienen los pasos de avance desde cada pilar y no incluye ni los objetivos estratégicos ni las metas numéricas propuestas desde el BSC, incluso puede pensarse que si existen grandes hitos o acciones desde algún modelo de manufactura esbelta que complementen el trabajo de algún pilar, pueden incluirse libremente en el plan maestro bien sea como una actividad inicial, una formación teórica o un estándar complementario si se desea, la figura 22 incluye un ejemplo plan maestro TPM con las metas indicadores numéricas y los indicadores propuestos desde el BSC año a año.

**Tabla # 1**  
**EL MARCO ESTRATÉGICO Y LOS MODELOS TPM Y LEAN**

PERSPECTIVA	INDICADOR DE RESULTADO	PILAR TPM de mayor impacto	INDICADOR DE DESEMPEÑO	HERRAMIENTA TPM	HERRAMIENTAS LEAN
<b>FINANCIERA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valor de la acción en el mercado</li> <li>- EVA</li> <li>- EBITDA</li> <li>- Utilidad operacional.</li> <li>- Utilidad/ventas</li> <li>- Costo/ventas</li> <li>- Cumplimiento de ventas.</li> <li>- % Crecimiento compañía.</li> <li>- % participación de mercado.</li> <li>- Lanzamientos nuevos productos.</li> <li>- ROI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora enfocada</li> <li>Control Inicial</li> <li>Administrativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- \$ De pérdidas ahorradas</li> <li>- # De mejoras al proceso.</li> <li>- # De equipos KAIZEN.</li> <li>- Costo, calidad y tiempo de lanzamientos.</li> <li>- # Información MP.</li> <li>- # De problemas analizados sobre proyectos.</li> <li>- OEE gerencial.</li> <li>- # CAPDo abiertos sobre costos.</li> <li>- Costo de averías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LCC</li> <li>- Información MP</li> <li>- Árbol de pérdidas</li> <li>- Matriz de pérdidas</li> <li>- Matriz de oportunidades.</li> <li>- CAPDo</li> </ul>	Equipos KAIZEN VSM
<b>CLIENTES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- # Total de reclamos.</li> <li>- % satisfacción de clientes</li> <li>- # Clientes nuevos.</li> <li>- # De reclamos atendidos.</li> <li>- # De no conformidades internas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad</li> <li>Control inicial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- # Estándares elaborados.</li> <li>- # Reclamos analizados.</li> <li>- # Inspecciones interna realizadas.</li> <li>- % Reproceso por calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CAPDo.</li> <li>- Análisis PM</li> <li>- Matriz QA</li> <li>- Matriz MQ</li> <li>- FMEA</li> </ul>	Jidoka POKA YOKE
<b>PROCESOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OEE</li> <li>- LEAD TIME</li> <li>- % de pedidos perfectos</li> <li>- Nivel de inventarios</li> <li>- Productividad de mano de obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autónomo</li> <li>Planeado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- # Averías de equipos.</li> <li>- MTBF</li> <li>- MTTR</li> <li>- # Tarjetas resueltas.</li> <li>- % Cumplimiento entregas a producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarjetas.</li> <li>- Gestión visual.</li> <li>- Estándares.</li> <li>- FMEA</li> <li>- 5S</li> </ul>	SMED Heijunka KANBAN VSM
<b>EMPLEADOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- % encuesta de clima</li> <li>- Rotación</li> <li>- Vacantes interna cubiertas</li> <li>- # Accidentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Educación y entrenamiento</li> <li>Seguridad y medio ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- # Sugerencias de mejoramiento.</li> <li>- # Horas de formación mes.</li> <li>- # Tarjetas azules generadas</li> <li>- Condiciones inseguras eliminadas</li> <li>- # LUPS elaboradas</li> <li>- # Equipos de mejora</li> <li>- # Accidentes analizados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matriz de habilidades</li> <li>- LUPS</li> <li>- Tarjetas seguridad.</li> <li>- Estándares.</li> </ul>	

Figura 22. Plan maestro TPM con objetivos estratégicos.



Fuente: im&c international

### 6.1.6 Desarrolle su master plan

Este paso simplemente recuerda que la estrategia y la planeación sin ejecución no generan ningún resultado, incluso las etapas anteriormente desarrolladas cumplen el ciclo del mismo del CAPDo y esta etapa hace relación al Do (hacer), es tal vez la etapa que menos debe explicarse pero la seguramente tomas mas tiempo en realizarse, todo depende del involucramiento de la compañía para ejecutar y poner en acción los planes propuestos.

### **6.1.7 Calcule permanentemente el valor agregado por estos modelos sobre el EVA de la compañía**

En esta etapa es necesario revisar los resultados alcanzados en términos de los 3 factores que incrementan el EVA y que pueden trabajarse mediante metodologías TPM y de manufactura esbelta.

La tabla 4 presenta un esquema en el que se relacionan las perspectivas del BSC, las actividades que pueden desarrollarse para cada perspectiva, el área de la compañía desde la que pueden trabajarse y que herramientas existen dentro de del modelo de manufactura esbelta o TPM para trabajar cada actividad, es importante que nuevamente se mencione que un modelo integral de manufactura esbelta o TPM no puede entenderse con las herramientas separadas ya que hacen parte de una metodología que se desarrolla paso a paso, la tabla solo pretende mostrar que factor de EVA se está atacando cuando se usa esta herramienta dentro del modelo integral de TPM o de manufactura esbelta. En esta tabla excluimos aquellas actividades que no pueden asociarse a una herramienta TPM o LEAN.

Si una compañía trabaja distintas de estas actividades estas deben registrarse todas dentro del árbol de pérdidas para que se puedan cuantificar en la evaluación de EVA para esto hay que entender muy bien cuales de estas están actuando sobre el aumento del OUDI, la reducción del activo o la reducción del costo de capital, en este momento es necesaria la participación de personas que desde las áreas financieras ayuden a evaluar con mayor claridad el impacto de cada una.

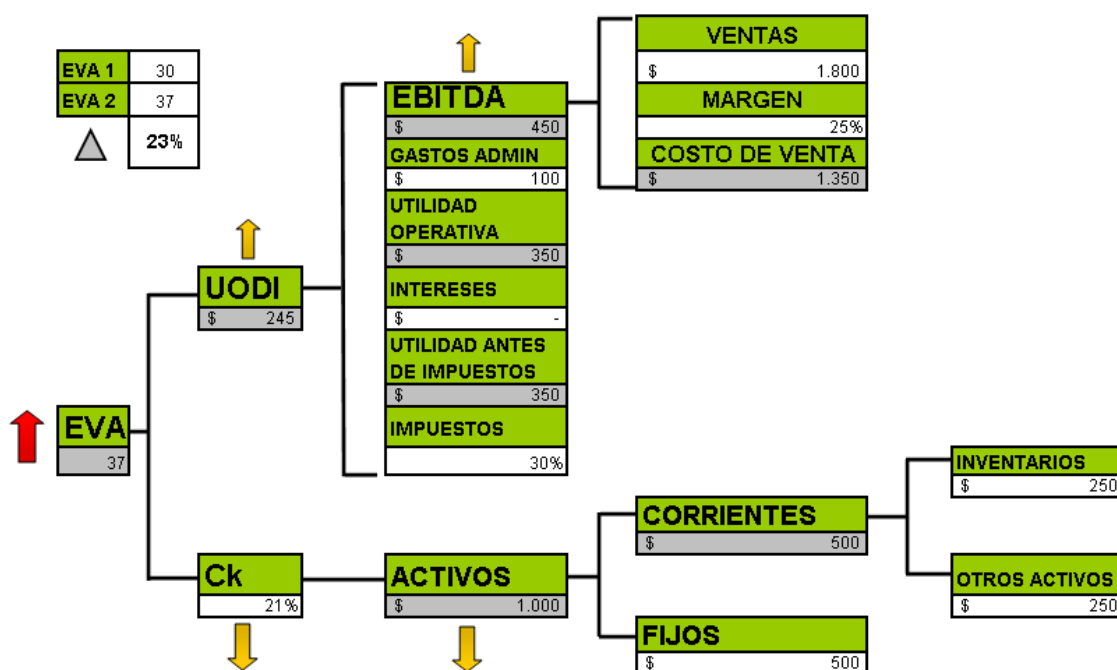
## **6.2 MODELO TEÓRICO DE CÁLCULO DE EVA**

Vamos a exponer entonces un modelo de evaluación de EVA (figura 23) suponiendo que después de un período determinado, una compañía ha logrado desarrollar diferentes actividades que impactaron algunos de los componentes del

EVA para ver como podría cuantificarse este impacto en términos de valor agregado.

En este modelo de cálculo se pueden ajustar los valores (en blanco) que pueden afectarse mediante los resultados positivos logrados gracias a la gestión sobre TPM y manufactura esbelta y ver como afectan finalmente el EVA de compañía, si se quiere se puede seleccionar un valor como EVA 1 y luego hacer los ajustes para dar un valor EVA 2 y conocer cuanto incremento en el EVA se generó en términos porcentuales suponiendo que se están evaluando 2 años diferentes.

Figura 23. Modelo de cálculo para el EVA.



El archivo presenta también una pequeña ayuda teórica en la que puede verse un resumen de las oportunidades desde los modelos de mejoramiento en los factores variables del cálculo.

## OPORTUNIDADES CON TPM Y MANUFACTURA ESBELTA

VENTAS	COSTO DE VENTA	ACTIVOS
Aumento de productividad Aumento de calidad Mejora el mix de productos	Mejorar el proceso de manufactura Mejorar la productividad Reducción de ineficiencias Eliminar actividades que no generan valor	Reduce inventario de materia prima Reduce inventario de producto en proceso Reduce inventario de productos terminados Reducir Lead time Reducir ciclos de producción Aumentar el uso de los activos

Si quisiéramos ir mas allá en el desarrollo del programa de cálculo podríamos separar y calcular los impactos puntuales a través de cada una de las mejoras o reducciones alcanzadas como por ejemplo el impacto económico del 10 puntos de mejora en el OEE de la planta, o la reducción de 50% en el valor de inventarios, o la mejora en el costo del venta gracias a una reducción del 10 de las ineficiencias de materiales entre otros.

Como vemos es de vital importancia que cada área conozca la manera puntual en que aporta a la generación de valor e identifique el factor del EVA que afecta, ya sean los márgenes, los activos, o los inventarios, para el caso de este trabajo de monografía, dedicaremos un capítulo a explicar cual es el papel de las áreas de mantenimiento en la creación de valor.

**TABLA 4  
EVA Y LOS MODELOS TPM Y LEAN**

<b>ESTRATEGIA PARA AUMENTAR EVA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>AREA DE TRABAJO</b>	<b>PILARES TPM</b>	<b>HERRAMIENTAS LEAN</b>
<b>AUMENTAR UODI</b>  	Reducir el costo de materiales	Compras - mantenimiento	Autónomo Planeado Enfocadas Pilar administrativo Calidad	Equipos Kaizen VSM Kanban
	Eliminar actividades que no generan valor	Toda la cadena		
	Aumentar la productividad	Producción – mantenimiento		
	Reducir ineficiencias	Producción		
	Reducir costos de almacenamiento	Toda la cadena		
	Reducir costos de producción	Producción - mantenimiento		
<b>REDUCIR EL ACTIVO</b>  	Aumentar el uso de los activos	Producción	Autónomo Planeado Enfocadas	SMED Kanban Heijunka VSM
	Reducir inventarios de materia prima	Almacén de MP – Producción		
	Reducir costos de repuestos	Mantenimiento		
	Reducir inventarios de producto terminado	Producción – Logística		
	Reducir lead time	Toda la cadena		
	Aumentar flexibilidad	Producción – Mantenimiento		
	Reducir el ciclo de producción	Producción		
<b>REDUCIR EL COSTO DE CAPITAL</b>  	Evaluar el costo de financiación y su efecto sobre la rentabilidad	Ingeniería y proyectos	Control inicial Pilar Administrativo	

## **7. EL PAPEL DE MANTENIMIENTO EN LA CREACIÓN DE VALOR**

### **7.1 EL ROL DEL GERENTE DE MANTENIMIENTO**

Tal vez uno de los principales retos para los líderes de mantenimiento hoy en día es lograr que su área sea vista como un área que agrega valor a la compañía y no un área únicamente asociada con gastos de su mano de obra, de los repuestos o del costo de las averías que se producen en los equipos por falta de mantenimiento.

Muchas de las teorías sobre mantenimiento recomiendan un sinnúmero de indicadores que a la larga agregan más y más datos a la gestión de mantenimiento pero muy poca información, los departamentos de mantenimiento comúnmente tienen sistemas que arrojan cientos de gráficos pero descuidan los análisis a los mismos y el mejoramiento alcanzado en el tiempo es casi nulo.

La gran ventaja de TPM como modelo de gestión de los sistemas productivos es que enfoca los indicadores hacia una meta común de efectividad global de equipo (OEE), la información de mantenimiento deja de ser aislada para empezar a integrarse a los objetivos desde producción y calidad, los indicadores se analizan y se mejoran a través de los pasos del pilar de mantenimiento planeado reforzados por el análisis de causa raíz o las matrices AMEF (Análisis de modo y efecto de falla), al disminuir de esta forma las averías los costos de mantenimiento se reducen drásticamente.

Una vez clara la conexión de la gestión de mantenimiento con la productividad y el costo de manufactura es muy breve el escalón hacia los indicadores de costo de producto o de aumento de ventas por confiabilidad de equipos y eso ya está a un solo paso de la perspectiva financiera donde se ve aumentar el EVA.

Incluso desde el análisis del árbol de pérdidas mantenimiento tiene grandes oportunidades de acción como en las pérdidas de materiales en la líneas de proceso debido a averías mecánicas, pérdidas de mano de obra en las actividades que sus propios técnicos hacen que no agregan ningún valor, desde los tiempos por disponibilidad, desempeño o calidad de productos por efecto de los equipos, e incluso desde el desarrollo de nuevos productos donde en muchas compañías mantenimiento debe realizar las adecuaciones a los equipos que van a fabricar los nuevos productos.

## 7.2 LAS PRINCIPALES PÉRDIDAS ASOCIADAS A MANTENIMIENTO

También podríamos evaluar mediante algunas preguntas y según el concepto de manufactura esbelta las actividades que no agregan valor en las áreas de mantenimiento y podríamos incluir entre otras las siguientes:

***Sobreproducción:*** ¿Cuántas veces se realizan chequeos de equipos o desarmes para inspecciones de tipo preventivo sólo por que el equipo esta detenido y realmente no era necesario hacerlo? ó ¿se adelantan actividades aprovechando la misma situación cuando el tiempo para hacerlo aun no se había cumplido?

***Esperas:*** ¿O por el contrario en espera de que se libere un equipo para alguna actividad rutinaria o preventiva el recurso humano se queda inactivo sólo esperando la liberación del equipo?

***Desperdicio de manejo y transporte:*** ¿Es frecuente que durante la misma intervención de mantenimiento el técnico deba visitar el almacén de repuestos por diferentes elementos y consumibles en lugar de llevarlos todos en un solo recorrido?, ¿Hemos cuantificado este tiempo del técnico y del operario del almacén?

***Desperdicio por exceso de inventarios:*** ¿Hemos hecho el ejercicio de revisar cuanto cuesta el inventario de repuestos en el almacén que sólo esperan alguna avería de equipo?, ¿Cuántos de estos repuestos ya están obsoletos o han perdido sus propiedades físicas y mecánicas?

***Desperdicio de proceso:*** ¿Durante actividades de mantenimiento preventivo hacemos otras inspecciones que no eran estrictamente necesarias? o ¿incluimos más técnicos en la misma actividad sólo por el evento de que puedan necesitarse?

***Movimiento innecesario:*** ¿Que pasa cuando por falta de la estandarización adecuada de las intervenciones de mantenimiento es necesario desarmar nuevamente los componentes o las partes para revisar si efectivamente se hizo correctamente? ¿No son estos movimientos innecesarios?

***Desperdicio de defectos y reprocesos:*** ¿y finalmente cuantas de las actividades de mantenimiento deben repetirse a los pocos días por que el equipo ha fallado nuevamente debido a alguna omisión en el procedimiento o el uso de un repuesto inadecuado?

Como vemos en áreas de mantenimiento sucede mucho de lo que sucede en áreas de producción y manufactura incluso pasa que somos mas permisivos dentro de mantenimiento por la concepción equivocada de que hace parte de la naturaleza del área o por que definitivamente no hay mediciones al respecto, esto prueba que las oportunidades de agregar valor a la compañía desde las áreas de mantenimiento son incalculables y deberían ser consideradas plenamente.

A continuación haré una lista de las acciones que desde mantenimiento logran impactar en las diferentes perspectivas del BSC y a las estrategias que afectan al EVA y que finalmente agregan valor al negocio.

1. Reducir averías de equipos para aumentar tasa de disponibilidad en el OEE (Overall Equipment Effectiveness).
2. Mejorar de equipos y soportar la reducción en tiempo de cambios de formato SMED (Single Minute Exchange of Dies).
3. Reducir MTTR (tiempo medio entre fallas) para aumentar disponibilidad en el OEE.
4. Soportar la elaboración de estándares para la operación y mantenimiento de equipos.
5. Apoyar la gestión visual del proceso productivo.
6. Generar información MP para nuevos proyectos.
7. Aportar en el análisis de causa raíz en averías o CAPDo.
8. Aumentar tasa de desempeño de los equipos por pequeñas averías e incrementar OEE.
9. Elaborar LUPS (Lecciones de un Punto) para facilitar el aprendizaje de los equipos autónomos y evitar costosos errores de operación.
10. Implementar las mejoras propuestas por los equipos KAIZEN en pro de reducir ineficiencias o aumentar OEE.
11. Tomar acciones en búsqueda del ahorro del consumo de agua y energía.
12. Disminuir el inventario de repuestos.
13. Evaluar la factibilidad de nuevos productos sobre equipos actuales en búsqueda de arranques verticales.
14. Participar de la evaluación de costos de mantenimiento durante el ciclo de vida de nuevos proyectos (LCC).
15. Fabricar dispositivos anti-error (Poka-Yokes) en equipos de proceso.

## 8. CONCLUSIONES

Para poder identificar si el desarrollo de este trabajo ha podido satisfacer los objetivos propuestos, vamos a mencionar cuales fueron estos objetivos específicos y las conclusiones que pueden sacarse de cada uno de ellos a partir del contenido de la monografía.

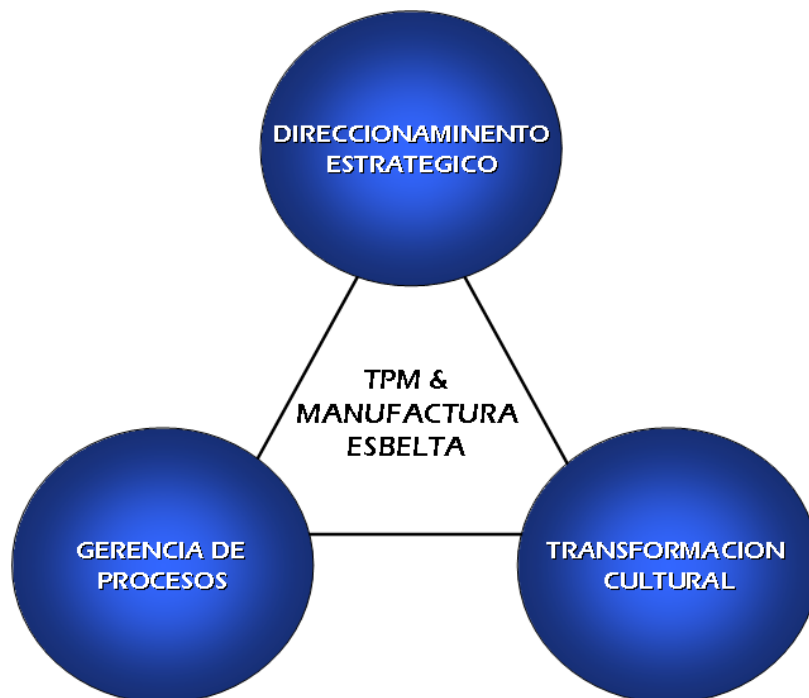
Objetivo 1.2.1: Determinar como la implementación de las herramientas TPM agregan valor sobre las diferentes perspectivas dentro del plan estratégico de una compañía, en especial la perspectiva financiera.

Es claro que se puede lograr una perfecta conexión entre la estrategia de la compañía y sus perspectivas con un modelo de mejoramiento como el caso de TPM, una manera de esquematizarlo es la Figura 24 en la que se representan los modelos de mejoramiento como integradores de 3 pilares del desarrollo empresarial, la estrategia, la gerencia de procesos y la transformación cultural, componentes que hacen parte esencial de cualquier estrategia de compañía y que indudablemente determinan el éxito financiero.

Si recordamos que el Balanced Scorecard parte del desarrollo de los empleados como motor hacia el mejoramiento de los procesos entonces en esta gráfica se puede ver también una de las grandes ventajas del enfoque de la mejora de la cadena de valor hacia el aumento del EVA y es que involucran un alto componente de formación y desarrollo de las personas durante su proceso.

Desde el enfoque de los procesos y como parte de cualquier modelo de mejoramiento en especial TPM es importante concluir que uno de los mayores beneficios de las metodologías es su especial atención sobre los indicadores de desempeño ya que estos son los que realmente conectan el piso de la planta con los resultados del plan estratégico.

Figura 24. TPM y manufactura esbelta integrando los 3 pilares del desarrollo empresarial.



Fuente: Meals de Colombia S.A.

Objetivo 1.2.2: Definir como las diferentes áreas de la compañía mediante TPM impactan positivamente en los indicadores financieros EVA y EBITDA.

En el flujo integrador propuesto se buscaba precisamente cruzar las principales pérdidas de la compañía con las áreas desde las que pueden atacarse, para que al final estas pérdidas eliminadas se conviertan en puntos de EVA, esto se refuerza en la tabla 4 en la que precisamente se puede ver como cada área tiene una participación mas o menos específica dependiendo del tipo de perspectiva u objetivo estratégico que se quiera atacar, por ejemplo en el caso de la perspectiva de las personas hay una mayor participación del área del recurso humano y en el caso de una perspectiva de clientes tiene mayor participación las áreas comerciales y de calidad, pero en conclusión todas las áreas de la compañía tiene una oportunidad de aportar a la generación de valor en la compañía, el secreto

está en saber de que manera puedo medir ese impacto y de que forma impacta finalmente en un indicador financiero.

Una de las principales ventajas de desarrollar este flujo integrador de la estrategia de la compañía con los modelos TPM y de manufactura esbelta es que una vez la gerencia ve los resultados económicos alcanzados incluso antes de evaluar el impacto sobre el EVA sinó desde la mismas matriz de pérdidas, el apoyo de la gerencia al modelo de mejoramiento se hace incondicional y permanente.

Objetivo 1.2.3: Relacionar las herramientas existentes dentro de TPM y las actividades necesarias dentro de cada área para lograr el impacto sobre los indicadores descritos.

En la tabla 1 se define la capacidad de generar valor de cada una de las herramientas TPM como fuente de eliminación de pérdidas y que luego en el paso 4 del flujo integrador se hace referencia a la selección de las herramientas mas idóneas desde cada área para trabajar los modelos de mejoramiento, en este caso la conclusión es que aunque en este trabajo se hace mención permanente sobre las herramientas desde cada una de las metodologías, cabe agregar que estas metodologías TPM y LEAN van mas allá del sólo uso o aplicación de las mismas pues estos modelos corresponden fundamentalmente a un cambio cultural sobre todos los niveles de la organización tal como se mencionó en varios capítulos de este trabajo, una vez la compañía tiene un avance en las metodologías y hay un entendimiento claro del desarrollo del modelo, entonces si podrán seleccionarse de manera adecuada las mejores herramientas, de lo contrario se perdería la esencia que significa transformar las personas para que estos lo hagan a su vez con los procesos.

Objetivo 1.2.4: Evaluar como la manufactura esbelta complementa TPM ampliando la cobertura sobre la compañía y aportando nuevas herramientas para agregar valor.

Cuando evaluamos el impacto de las diferentes metodologías podríamos decir que TPM impacta todo el marco estratégico de la compañía mientras LEAN tiene un mayor impacto directo sobre el EVA en el corto y mediano plazo ya que se enfoca en evaluar las pérdidas de manera inmediata, el caso es que un modelo TPM que espera mucho tiempo para intervenir áreas de apoyo al proceso como las áreas logísticas y abastecimiento pierde una oportunidad valiosa de impactar rápidamente las pérdidas y la reducción de costos, lo que no sucede cuando ambas trabajan combinadas.

Si una compañía quiere involucrar toda la cadena de valor en un proceso de mejoramiento debe incluir necesariamente ambas metodologías ya que TPM se enfoca sobre la confiabilidad de los equipos y los modelos LEAN en toda la cadena de valor con un enfoque fuerte sobre los ciclos de producto y la reducción de inventarios.

Objetivo 1.2.5 Determinar el papel de mantenimiento en la generación de valor en las industrias.

Mediante este flujo integrador propuesto de 7 pasos, los gerentes de mantenimiento pueden con más claridad integrarse al plan estratégico de la compañía pues tienen claro en que objetivos pueden plantear acciones concretas y medibles, no aisladas sino engranadas a un plan maestro y a los demás pilares TPM, en este caso todas las acciones desarrolladas por el área de mantenimiento tienen el foco de apoyar los diferentes pilares, atacar pérdidas, agregar valor y por lo tanto mayor EVA de compañía, dejando atrás muchos preconceptos anteriores de mantenimiento.

## BIBLIOGRAFIA

- AMAT, Oriol. EVA valor económico agregado: Bogotá, Editorial Norma, 2002.
- AMÉNDOLA, Luis José. Indicadores de gestión de mantenimiento enfocados en Balanced Scorecard: memorias del curso, ACIEM Cundinamarca, Bogotá 16 y 17 de septiembre 2005.
- ARCINIEGAS, Álvarez Carlos Alberto. Mantenimiento Productivo Total. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- BALIÉ, Claude. Optimización de la producción aplicando Lean Manufacturing: memorias del curso, ACIEM Cundinamarca, Bogotá 29 y 30 de noviembre 2007.
- DOLCEMASCOLO, Darren. Improving the extended value stream: New York, Productivity Press, 2006.
- GARCÍA, S. Oscar León. Gerencia del valor, valoración de empresas y EVA: Medellín, 2004.
- GARZÓN, Juan Pablo. Lean manufacturing. Disponible en internet: <http://www.bomconsulting.com/es/Publicaciones-003.html>.
- LIKER, Jeffrey. Las claves del éxito de Toyota. Barcelona: Gestión 2000, 2006.
- MOSQUERA, Robbyn Francisco. Sistemas modernos de fabricación. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- NACHI, Fujikoshi. Despliegue del TPM: Madrid, Productivity press, 2000.
- NAKAJIMA, Seiichi. Programa de desarrollo de TPM: Madrid, Productivity Press, 1991.
- PABON, Barajas Hernán. Gerencia financiera de mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- ROTHER, Mike, Shook John. Observar para crear valor: Brookline, Lean Enterprise Institute, 1999.
- SHINGO, Shigeo. El sistema SMED: Productivity Press, 1990
- SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso: Madrid, Productivity Press, 1995.
- WOMACK P. James, Jones T. Daniel. Lean Thinking: Barcelona, Gestión 2000, 2005.