

**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTION DE OPERACIONES BASADO  
EN TEORIA DE RESTICCIONES (TOC) EN LA EMPRESA  
MANUFACTUERA KANGUPLAST LTDA. EN CARTAGENA**

**ALVARO MAURICIO ALFONSO SALDARRIAGA  
JHON JAIRO MELO JIMÉNEZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR  
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
PROPUESTA MINOR TOC  
CARTAGENA DE INDIAS  
2008**

**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTION DE OPERACIONES BASADO  
EN TEORIA DE RESTICCIONES (TOC) EN LA EMPRESA  
MANUFACTUERA KANGUPLAST LTDA. EN CARTAGENA.**

**ALVARO MAURICIO ALFONSO SALDARRIAGA  
JHON JAIRO MELO JIMÉNEZ**

**Propuesta presentada como prerrequisito para elaborar la  
Monografía de grado**

**Director de programa  
JAIRO PÉREZ PACHECO  
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR  
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
PROPUESTA MINOR TOC  
CARTAGENA DE INDIAS  
2008**

Cartagena de Indias D. T. y C., 7 de Octubre de 2008

Señores:

COMITÉ CURRICULAR DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Programa de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Tecnológica de Bolívar

Cartagena

Apreciados señores,

Comedidamente les solicito someter a consideración la monografía titulada "**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTION DE OPERACIONES BASADO EN TEORIA DE RESTICCIONES (TOC) EN LA EMPRESA MANUFACTUERA KANGUPLAST LTDA. EN CARTAGENA.**" realizado por los estudiantes JHON JAIRO MELO JIMÉNEZ y ALVARO MAURICIO ALFONSO SALDARRIAGA, para optar al título de Ingeniero Industrial, en la que me desempeñe cumpliendo la función de director de proyecto.

Cordialmente,

  
Medardo González Conde  
CC. 72.151.600 de Barranquilla.

*A nuestros padres, por el apoyo incondicional  
y a nuestro tutor por ser nuestro guía en cada paso*

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPITULO 1	13
GENERALIDADES	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.3. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.1. Objetivos Específicos	15
1.4. JUSTIFICACIÓN	15
1.5. DISEÑO METODOLOGICO	16
1.5.1. Metodología a Desarrollar	17
1.5.2. Tipo de Investigación	18
1.5.3. Entidades Interesadas	18
1.6. RECURSOS ADMINISTRATIVOS	18
1.6.1. Recursos Humanos	18
1.6.2. Recursos Materiales	18
1.6.3. Financieros	19
1.7. PRESUPUESTO	19
CAPITULO 2	21
ESTADO DEL ARTE	21
2.1. ORIGENES TOC	21
2.2. PRINCIPIOS DE LA TEORIA DE LAS RESTRICCIONES	24
2.3. PROCESO DE MEJORA CONTINUA	28
2.4. TOC y otras filosofías	33
2.5. CONCEPTOS TOC	35
2.5.1. Terminología TOC	36
2.5.2. Concepto del Tambor, amortiguador y Cuerda TAC	36
2.6. RESULTADOS DE APLICAR TOC	37
2.6.1. TOC en Colombia	38
CAPITULO 3	44
DESARROLLO DE LA PROPUESTA	44
3. GENERALIDADES DE KANGUPLAST LTDA	44

3.1.	DIRECCIONAMIENTO ESTRATEGICO DE KANGUPLAST LTDA	44
3.1.1.	Misión de KANGUPLAST LTDA.	44
3.1.2.	Visión de KANGUPLAST LTDA	45
3.1.3.	Objetivos de KANGUPLAST LTDA	45
3.1.4.	Organigrama de KANGUPLAST LTDA	46
3.2.	PROCESO PRODUCTIVO DE LAS BOLSAS PLASTICAS DE BAJA Y ALTA DENSIDAD	47
3.2.1.	Tipo de Operación de KANGUPLAST LTDA	48
3.3.	ENFOQUE SISTÉMICO	50
3.4.	¿QUÉ CAMBIAR?	51
3.5.	¿HACIA QUE CAMBIAR?	56
3.5.1.	Efectos deseados (EDEs)	60
3.5.2.	Árbol de la realidad Futura	60
3.6.	¿CÓMO INDUCIR EL CAMBIO?	62
3.6.1.	Plan de Acción	62
3.6.2.	Identificación de la Restricción de KANGUPLAST LTDA.	63
3.6.3.	EXPRIMIR LA RESTRICCIÓN	71
3.6.4.	SUBORDINAR TODO LO DEMAS A LA DECISION ANTERIOR	71
3.6.4.1.	PROGRAMACION DEL SISTEMA DE PRODUCCION (DBR)	72
3.6.5.	ELEVAR LA RESTRICCIÓN DEL SISTEMA	79
3.6.6.	VOLVER AL PRIMER PASO	79
	CAPITULO 4	80
	CONCLUSIONES	86
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	89

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1: PRESUPUESTO REALIZACIÓN MONOGRAFÍA	19
TABLA 2: REFERENCIAS DE BOLSAS	
TABLA 3: PRODUCCION DE BOLSAS ENTRE AGOSTO 2007 – AGOSTO 2008	64
TABLA 4: HORAS DE PRODUCCIÓN EN KANGUPLAST LTDA.	66
TABLA 5: CAPACIDAD EFECTIVA DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN	66
TABLA 6: CAPACIDAD Y DESPERDICIO TRIMESTRAL DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN	66
TABLA 7: : CAPACIDAD REAL MENSUAL Y TRIMESTRAL DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN	67
TABLA 8: CAPACIDAD EFECTIVA DEL PROCESO DE SELLADO	67
TABLA 9: CAPACIDAD Y DESPERDICIO TRIMESTRAL DEL PROCESO DE SELLADO	67
TABLA 10: CAPACIDAD REAL TRIMESTRAL Y MENSUAL DEL PROCESO DE SELLADO	68
TABLA 11: CAPACIDAD DEL PROCESO DE EMPACADO	68
TABLA 12: COSTO MATERIA PRIMA Y PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN EN MEZCLA	69
TABLA 13: COSTO Y CANTIDAD EN KILOGRAMOS DE PRODUCTOS EN PROCESO	69
TABLA 14: INDICADORES DE MATERIA PRIMA	69
TABLA 15: GASTOS DE OPERACIÓN	70
TABLA 16: GASTAOS SALARIALES EN KANGUPLAST LTDA.	80
TABLA 17: GASTOS OPERATIVOS EN KANGUPLAST LTDA.	80
TABLA 18: INVERSIÓN OPERATIVA EN KANGUPLAST LTDA.	81
TABLA 19: CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN KANGUPLAST LTDA.	81
TABLA 20: CUENTAS DE CONTABILIDAD DEL TRUPUT APLICADAS EN KANGUPLAST LTDA.	82
TABLA 21: TRUPUT Y MEZCLA DE VENTA DE KANGUPLAST LTDA.	84
TABLA 22: INDICADORES TOC EN LA EMPRESA KANGUPLAST LTDA.	85

## LISTA DE FIGURAS

	PÁG.
FIGURA 1: PROCESO DE MEJORA CONTINÚA	29
FIGURA 2: PROCESO DE MEJORA CONTINÚA	29
FIGURA 3. METODOLOGIA TOC	32
FIGURA 4: ORGANIGRAMA DE KANGUPLAST LTDA.	47
FIGURA 5: ÁRBOL DE LA REALIDAD ACTUAL DE KANGUPLAST LTDA.	53
FIGURA 6: NUBE MEDULAR	55
FIGURA 7: SOLUCIÓN DE CONFLICTO	59
FIGURA 8: ÁRBOL DE LA REALIDAD FUTURA	61
FIGURA 9: COMPORTAMIENTO PRODUCCIÓN Y VENTAS ENTRE AGOSTO 2007 – AGOSTO 2008	64

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A: PROCESO DE EXTRUSIÓN  
ANEXO B: ROLLOS DE PELICULA PLASTICA  
ANEXO C: SELLADORA  
ANEXO D: PRODUCTOS EN PROCESO 1  
ANEXO E: PRODUCTOS NO CONFORME  
ANEXO F: EXTRUSORA  
ANEXO G: EMPACADORA  
ANEXO H: INVENTARIO DE PRODUCTOS EN PROCESO  
ANEXO I: INVENTARIO MATERIA PRIMA  
ANEXO J: PRODUCTO EN PROCESO 2  
ANEXO K: PRODUCTO TERINADO  
ANEXO L: DESPERDICIO  
ANEXO M: ORDENES DE PRODUCCIÓN  
ANEXO N: PRIORIZACION DE ORDENES  
ANEXO O: PRODUCCIÓN DIARIA  
ANEXO P: PRODUCCIÓN MENSUAL  
ANEXO Q: DIAGNOSTICO  
ANEXO R: ACTA DE REUNIÓN KANGUPLAST

## **RESUMEN**

Actualmente el mundo está en un constante cambio y por ende existe una gran lucha por sobrevivir ante las nuevas exigencias de los mercados, en el cual siempre se está buscando la mejor manera de gestionar todas las actividades empresariales con el fin de crear ventajas competitivas e innovadoras, y generar respuestas rápidas ante cualquier cambios o problema que afecte a cualquier organización, por tal motivo se han desarrollado diferentes filosofías cuya finalidad es el mejoramiento continuo, que en este caso sería la teoría de restricciones la cual ha obtenido sorprendentes resultados en todo el mundo.

Uno de los objetivos de este trabajo es conocer la importancia del Proceso de Mejora Continua en la gestión de las empresas y como la teoría de restricciones contribuye al progreso y sostenibilidad de las mismas. Un segundo objetivo es presentar el estudio de diversos aspectos de la Teoría de Restricciones partiendo de sus orígenes, pasando por su desarrollo, su filosofía y bases teóricas y su estado actual; además de la implementación y los resultados obtenidos en pequeñas y medianas empresas, Por último se desarrolla un modelo de gestión de operaciones, aplicando la metodología propuesta e una empresa (Pyme) perteneciente al sector del plástico y los resultados arrojados de ese modelo propuesto.

## INTRODUCCION

A lo largo de la historia, las personas han desarrollado métodos e instrumentos para establecer y mejorar las operaciones de actuación de sus organizaciones e individuos, con el fin de crear una nueva cultura administrativa, todas estas en busca de enfatizar el mejoramiento de habilidades gerenciales con la finalidad de intensificar la búsqueda y el desarrollo de procesos de mejoramiento continuo, que lleve a niveles óptimos de calidad tanto en la utilización de recursos como en la solución práctica de problemas en las empresas.

El mejoramiento continuo más que un enfoque o concepto es una estrategia, y como tal constituye una serie de programas generales de acción y despliegue de recursos para lograr objetivos completos.

En la década de los años 80 y 90 apareció un enfoque diferente como alternativa válida para ganar la competencia a los japoneses. En este caso el enfoque provino particularmente de un físico israelí llamado Eliyahu Goldratt, el cual aplicó ideas tomadas de su disciplina a la gestión empresarial y productiva. En particular, observó que los sistemas productivos son altamente complejos, lo que hacen que sean más fáciles de comprender, Es decir, entre más complejo sea un sistema, más sencilla va a ser su solución, para esto sugirió el uso de modelos descriptivos en lugar de intentar aplicar modelos normativos. Con base en este principio y en otros que se enunciarán se formuló la Teoría de Restricciones.

Debido a los resultados obtenidos en poco tiempo por empresas que aplicaron este enfoque, Goldratt decidió profundizar sus estudios en otros campos, para esto siguió la misma estructura de análisis, es decir identificar la restricción del sistema y hacer girar todo el proceso de gestión en función de esta, actualmente el responsable de expandir todo el conocimiento de la teoría de restricciones es el Abraham Y. Goldratt Institute fundado por Eliyahu Goldratt, durante todos estos años teoría de restricciones ha tenido un extraordinario desarrollo, transformándose en la verdadera herramienta de gestión

empresarial y extendiendo su aplicabilidad a todos los sectores de la empresa como:

- Operaciones
- Cadena de suministros y distribución
- Gestión de proyectos
- Finanzas y medidores
- Marketing
- Ventas
- Procesos de pensamientos

Con el presente trabajo se pretende transmitir las bases teóricas y los conocimientos adquiridos en el minor de teoría de restricciones, con el fin de que sirva como guía o modelo a seguir para la aplicación en cualquier empresa, y principalmente en la gestión de operación para el sector manufacturero.

## **CAPITULO 1**

### **GENERALIDADES**

El presente capítulo se ha realizado para exponer el dominio de aplicación en el que se encuadra la monografía, se expone además una descripción general que justifica la realización del trabajo, los objetivos que se han alcanzado, el procedimiento realizado y los medios que se utilizaron para su desarrollo.

#### **1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

La empresa KANGUPLAST LTDA. Dedicada a la fabricación y distribución de bolsas y pitillos presenta desde varios años atrás los siguientes síntomas:

##### **♣ Entrega de pedidos fuera del tiempo**

Este síntoma es ocasionado principalmente por fallas eléctricas y mecánicas en la maquinaria que ocasiona disminución en la capacidad de producción, incrementando el tiempo de procesamiento de los pedidos.

##### **♣ Indicadores financieros por debajo de las expectativas de los accionistas.**

Los accionistas de la empresa KANGUPLAST LTDA. Se encuentran desmotivados debido a que la empresa no está generando los resultados propuestos, esto se debe principalmente a los altos costos operativos que se generan dentro de la planta, algunos de estos se deben a reproceso y productos no conformes con respecto a las especificaciones, los cuales generan un gran impacto en el decremento de las utilidades de la empresa.

## ♣ **Decisiones bajo indicadores locales y no globales.**

Anteriormente y en la actualidad la organización KANGUPLAST LTDA. Ha tomado las decisiones bajo el óptimo local lo cual busca sacar la máxima eficiencia de cada recurso y actividad, esto no es conveniente, ya que en un sistema existe un recurso que es restricción y otros que no lo son. El punto en el que se desea el aumento de la eficiencia local es en la restricción, En cambio, en los recursos y actividades que no son restricción se supone que no necesitan aumentar su eficiencia local. Algunas actividades y recursos deberían desempeñarse por debajo de su potencial para asegurar un desempeño global satisfactorio.

### **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Es posible proponer un modelo de gestión gerencial viable que permita sincronizar las actividades operativas y financieras de la empresa KANGUPLAST LTDA. Con el fin de mejorar sus indicadores globales bajo la perspectiva de teoría de restricciones?

Para la formulación del problema surgen unas subpreguntas las cuales se muestran a continuación:

¿Que es lo que le impide a la organización KANGUPLAST LTDA. Generar mayores utilidades?

¿Cuáles son los indicadores críticos que la organización debe monitorear para garantizar el éxito de la compañía?

¿Cómo va aumentar el rendimiento de la restricción sin necesidad de alguna inversión?

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un modelo de gestión gerencial basado en la teoría de restricciones para facilitar el proceso de toma de decisiones conducente a la mejora de indicadores globales de la compañía.

#### **1.3.1. Objetivos Específicos**

- ♣ Realizar un diagnóstico en la empresa KANGUPLAST LTDA por medio de visitas a la empresa para identificar el principal problema.
- ♣ Identificar las posibles causas del problema utilizando el árbol de realidad actual y uso de sentido común, para hallar la causa raíz del problema o restricción del sistema.
- ♣ Demostrar la viabilidad de la aplicación de los conceptos de Tambor –cuerda –amortiguador (DBR) a través de un modelo de simulación de producción de la organización KANGUPLAST LTDA., con el fin de incrementar el flujo de producción.
- ♣ Determinar los posibles impactos de las decisiones tomadas bajo el modelo de teoría de restricciones en los indicadores operativos y financieros de la organización KANGUPLAST LTDA.

### **1.4. JUSTIFICACION**

Por lo anteriormente expresado en la descripción del problema, es necesario explicar cuáles son las ventajas y beneficios de la metodología de teoría de restricciones.

En la actualidad la metodología de teoría de restricciones ha tomado mucha fuerza a nivel mundial debido a que los resultados que arroja en diferentes estudios realizados son realmente sorprendentes, además de que su aplicabilidad es muy sencilla y sus soluciones son simples, es decir no tienen un alto grado de complejidad, solo es cuestión de tener sentido común y haber identificado la restricción, por lo tanto no requiere de grandes inversiones, recursos y compleja

tecnología para ser implementada, y lo más importante es que los resultados son inmediatos.

Los posibles resultados que obtendría la empresa KANGUPLAST si decide implementar la teoría de restricciones (TOC) serían los siguientes:

- 1) Mejor Ambiente Laboral (Menos Stress).
- 2) Mejor Manejo de Inventarios de materia prima.
- 3) Mejora en los tiempos de entrega
- 4) Mayor Fidelidad de Clientes.
- 5) Aumento Utilidades.
- 6) Mejores Sueldos para Todos.
- 7) Aumento de la producción sin necesidad de inversión en capacidad

Por las ventajas y beneficios que genera la Teoría de Restricciones consideramos que es una excelente opción para la empresa KANGUPLAST LTDA. Ya que podrán satisfacer la demanda que actualmente tiene la organización y por lo tanto esto se verá reflejado en las utilidades y en la solución de los problemas que actualmente aqueja a la compañía KANGUPLAST LTDA.

## **1.5. DISEÑO METODOLÓGICO**

El estudio de este proyecto se realizara en la empresa KANGUPLAST LTDA., ubicada en el barrio del bosque de la ciudad de Cartagena, se trabajara específicamente en el proceso de producción de Bolsas plásticas de polietileno.

El objeto de estudio de este proyecto se inicio en la cuarta semana del mes de mayo del año 2008 y terminara con la entrega del informe final y su correspondiente sustentación en la fecha establecida por la Universidad Tecnológica de Bolívar.

Se aplicaran los conceptos de la solución de operaciones de la teoría de restricciones, específicamente en la planta de la empresa

KANGUPLAST LTDA., que posee un ambiente de flujo tipo V, la cual presenta las siguientes características<sup>1</sup>:

- ✓ Existe un gran número de referencias de productos terminados, en contraste con el número de materias primas.
- ✓ Los equipos son altamente especializados.
- ✓ Por lo general poseen múltiples puntos divergentes, es decir, después de que se selecciono una ruta es difícil de cambiar de opinión.
- ✓ cada producto pasa por un recurso una sola vez.
- ✓ fabrican una gran cantidad de productos en muy poco tiempo.

**1.5.1. Metodología a Desarrollar.** Durante el desarrollo de la monografía se diseñara un modelo de simulación para la toma de decisiones teniendo en cuenta los datos suministrados por la empresa KANGUPLAST LTDA, el cual se guiara por los cinco pasos de focalización del TOC, los cuales son:

- ♣ **Primer paso:** Identificación de la restricción. Lo que le impide a la empresa KANGUPLAST LTDA. Generar una mayor cantidad de dinero.
- ♣ **Segundo Paso:** Explotar la restricción, es decir sacar el máximo rendimiento de esa restricción.
- ♣ **Tercer Paso:** Subordinar las demás actividades a la restricción, es decir todas las actividades de KANGUPLAST LTDA. Enfocarlas a la restricción del sistema.
- ♣ **Cuarto Paso:** Elevar la restricción. En pocas palabras aumentar la capacidad de esa restricción en la caso de la solución de operaciones.
- ♣ **Quinto paso:** regreso al paso uno. Identificación de la nueva restricción y así sucesivamente.

---

<sup>1</sup> Diapositivas de Minor de teoría de restricciones de la universidad tecnológica de bolívar 2008

**1.5.2. Tipo de Investigación.** El estudio de este proyecto es de carácter Exploratorio, Descriptivo y Explicativo, lo que se pretende con esta investigación es aportar evidencias para explicar las causas de un fenómeno con el fin de aumentar el grado de familiaridad y que contribuyan con ideas respecto a la forma correcta de abordar una investigación en particular, además de medir variables o conceptos para representar el fenómeno estudiado a partir de sus características.

### **1.5.3. Entidades Interesadas**

- ❖ KANGUPLAST LTDA.
- ❖ UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

## **1.6. RECURSOS ADMINISTRATIVOS**

**1.6.1. Recursos Humanos.** Este trabajo de investigación, debido a las normas académicas establecidas por la universidad, cuenta con dos investigadores y un asesor el cual nos guiará con la experiencia y el conocimiento teórico necesario para la aplicación del TOC, además se cuenta con el apoyo del personal de la planta de la empresa KANGUPLAST LTDA.

Estudiantes: Alvaro Mauricio Alfonso Saldarriaga

Estudiantes: John Jairo Melo Jiménez

Tutor: Ing. Industrial Medardo Gonzales

Personal de la empresa KANGUPLAST LTDA.

**1.6.2. Recursos Materiales.** Solo se utilizarán aquellos recursos necesarios para la digitación, y análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de la teoría de restricciones en la empresa KANGUPLAST LTDA. De igual forma también se utilizarán textos, que contengan información necesaria, tanto teórica como práctica del TOC, la cual servirá de guía en el estudio.

- ♣ Computadores
- ♣ Literatura especializada.

**1.6.3. Financieros.** El financiamiento de esta investigación correrá a cargo de sus investigadores, ya que al no contar con el tiempo necesario para implementar completamente el estudio en la empresa KANGUPLAST LTDA, esta no correrá con los gasto. La investigación será financiada por los autores de la monografía.

## 1.7. PRESUPUESTO

Los recursos disponibles (materiales, institucionales y financieros) los cuales a van a permitir un libre desarrollo de la monografía, se mostraran en la siguiente Tabla.

PRESUPUESTO DE LA REALIZACION DE LA MONOGRAFIA EN LA EMPRESA KANGUPLAST LTDA.		
Papeleria		
	Papel	\$ 20.000,00
	Carpeta	\$ 2.400,00
	Impresión	\$ 70.000,00
	Cds y Quemada	\$ 6.000,00
	Empastar	\$ 20.000,00
		<b>\$ 118.400,00</b>
Transportes		\$ 150.000,00
Energia Electrica		\$ 50.000,00
Agua		\$ 20.000,00
Alimentacion		
	Bebidas	\$ 20.000,00
	Almuerzo	\$ 80.000,00
	Cena	\$ 60.000,00
	Otros	\$ 20.000,00
		<b>\$ 180.000,00</b>
Telefonia		\$ 20.000,00
Internet		\$ 52.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 410.400,00</b>

Tabla 1: Presupuesto realización monografía

También Cabe mencionar que también hacer parte el recurso humano quienes no prestaran su apoyo y su colaboración para poder realizar un excelente trabajo en la monografía, además como se puede observar el presupuesto TOTAL es de \$410.400 donde este será el capital de trabajo que se utilizara para poder realizar todas las actividades correspondientes con la monografía.

## CAPITULO 2

### ESTADO DEL ARTE

#### 2. ORIGINES TOC

Eliyahu Goldratt, doctor en Física, se interesó por los negocios a principios de los '70, cuando un pariente le solicitó que le ayudara a mejorar la producción de su pequeña empresa de pollos. Goldratt, junto a su hermano, desarrolló un revolucionario algoritmo de programación de la producción que posibilitó un incremento de producción superior al 40% sin necesidad de nuevos recursos. La cobranza pasó a ser más lenta que las compras de materiales y la empresa quebró. El Dr. Goldratt volvió a trabajar a la universidad<sup>2</sup>.

A finales de los '70, los hermanos Goldratt fundaron Creative Output, empresa que desarrolló un software para la programación y control de la producción basado en el algoritmo ya mencionado. El crecimiento de esta empresa fue espectacular, siendo sus principales clientes Grumman, Sikorsky y General Motors. Ya desde esa época General Motors usa TOC.

La experiencia demostró al Dr. Goldratt que su revolucionario método exigía mucho más que la implementación de un nuevo software. Exigía cambiar la mayor parte de las políticas y criterios de decisión que aún existen en las empresas. Nació la idea de escribir "La Meta", novela de negocios que explica cómo se deben gestionar las Operaciones de una empresa.

El éxito de "La Meta" decidió al Dr. Goldratt a dejar Creative Output en 1987 y fundar una nueva organización, el Avraham Y. Goldratt Institute (AGI), cuya misión es generar y diseminar conocimiento. En ese momento comenzó la investigación que permitió generalizar TOC a todas las áreas y niveles de una empresa (Operaciones, Distribución, Abastecimiento, Ventas, Marketing, Estrategia, Toma de Decisiones, Ingeniería, Gestión de Proyectos y Recursos Humanos).

---

<sup>2</sup> <http://www.cimatic.com.ar/toc/articulos/debernardo2.asp>

También se creó un conjunto de herramientas para el análisis y resolución sistémicos de situaciones problemáticas (Los Procesos de Pensamiento).

Numerosos libros del Dr. Goldratt y de otros autores permiten que actualmente el conocimiento desarrollado en la década pasada por el AGI esté a disposición del público.

Menos frecuente es encontrar en la bibliografía quiénes lo usan, y CÓMO debe implementarse, ya que muchas empresas lo consideran una herramienta para la ventaja competitiva.

Siguiendo con General Motors, ahora se puede contar que el sistema de distribución comercial de Cadillac en USA fue desarrollado por el Goldratt Institute (toda la supply chain, desde la fábrica hasta los concesionarios).

El hecho de que los trabajos del Dr. Goldratt comenzaran en el área de Operaciones hace que aún ahora no pocas personas creen que TOC es "... sólo una cosa de Producción".

La teoría de las restricciones (TOC) expuesta y sustentada por el doctor Eliyahu Goldratt, nace como una manera de administrar los ambientes industriales, con el objetivo de aumentar las ganancias de las organizaciones en el corto y largo plazo. Este objetivo se alcanza aumentando el ingreso de dinero a través de las ventas al mismo tiempo que se reducen los inventarios y los gastos de operación. Así las empresas están adoptando la filosofía y tecnología de la teoría de las restricciones como herramienta para la toma de decisiones estratégicas y como modelo de mejoramiento continuo.

## **LA META DEL SISTEMA EMPRESA**

La Teoría de las Restricciones tiene como fundamento la Teoría de Sistemas, cuyo punto de partida es la consideración de que los sistemas son teleológicos; es decir, que tienen un objetivo o propósito. La TOC considera la empresa como un sistema constituido con la intencionalidad de conseguir una meta.

La visión sistémica posibilita el análisis de la empresa a partir del estudio de partes menores (subsistemas que se interrelacionan entre sí en el cumplimiento de sus objetivos. De esta manera se puede considerar que "la empresa es un agrupamiento humano jerarquizado que pone en acción medios intelectuales, físicos y financieros, para extraer, transformar, transportar y distribuir riquezas o producir servicios, conforme objetivos definidos por una dirección individual o colegiada, haciendo intervenir, en diversos grados, motivación de beneficio y de utilidad social"<sup>3</sup>

De acuerdo con Goldratt, la meta de cualquier sistema industrial, comercial o de servicios es "*ganar dinero en el presente, como también garantizar su continuidad en el futuro*"<sup>4</sup>.

En esa misma línea de raciocinio, Umble y Srikanth, realizan los siguientes cuestionamientos:

- ♣ ¿La meta de una empresa industrial es fabricar productos de calidad a un precio competitivo?
- ♣ ¿La meta es ofrecer una mejor atención al cliente?
- ♣ ¿La meta es obtener participación en el mercado?
- ♣ ¿Debería ser la meta reducir costos?
- ♣ ¿La meta es obtener la más avanzada tecnología en términos de equipos industriales?
- ♣ ¿Debería ser la supervivencia de la empresa?

Así todos los puntos anteriores puedan ser considerados importantes, ninguno de ellos constituye la meta de la empresa. Un empresario puede recibir una medalla al mérito por hacer a sus clientes felices con sus productos o servicios, sin embargo, si la empresa no gana dinero, ¿cómo va a reponer los activos que consume en el proceso productivo?, ¿cómo va a remunerar a los trabajadores?, ¿acaso el capital invertido no tiene un costo de oportunidad?

---

<sup>3</sup> Pellegrinello, et al. Contabilidade Seu Papel na Administração de Empresas. Editora UFSC, Florianópolis, p. 19, 1993.

<sup>4</sup> GOLDRATT, Eliyahu; Cox, Jeef. Op. Cit.

Goldratt destaca la importancia de la meta global en el análisis del sistema empresa. Veamos la siguiente declaración:

"El primer paso es reconocer que el sistema fue constituido para un propósito; no creamos nuestras organizaciones sin ninguna finalidad. Así, toda acción tomada por cualquier nivel de la empresa debería ser juzgada por su impacto global sobre el propósito de la organización. Eso implica que, antes de lidiar con los mejoramientos de cualquier parte del sistema, primero necesitamos saber cuál es la **meta global** del mismo y **las medidas** que van a permitir que podamos juzgar el impacto de cualquier subsistema y de cualquier acción local sobre esa meta global"<sup>5</sup>.

## 2.1. PRINCIPIOS DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

TOC es una metodología sistémica de gestión y mejora de una empresa. En pocas palabras, se basa en las siguientes ideas<sup>6</sup>:

- La Meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero de forma sostenida, esto es, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. Si no gana una cantidad ilimitada es porque algo se lo está impidiendo: sus restricciones.
- Contrariamente a lo que parece, en toda empresa existen sólo unas pocas restricciones que le impiden ganar más dinero.
- Restricción no es sinónimo de recurso escaso. Es imposible tener una cantidad infinita de recursos. Las restricciones, lo que le impide a una organización alcanzar su más alto desempeño en relación a su Meta, son en general criterios de decisión erróneos.

---

<sup>5</sup> GOLDRATT, Eliyahu. *What is this Thing Called the Theory of Constraints, and How should it be Implemented*. Croton-on Hudson, North River Press, N.Y. p. 4. El énfasis es nuestro. 1994.

<sup>6</sup> <http://www.cimatic.com.ar/toc/articulos/debernardo1.asp>

## Principios Básicos

**1. Balancear el flujo.** Este principio aboga por la prioridad de balancear el flujo productivo en detrimento de la concepción tradicional que defiende el balanceo de la capacidad, a partir de la cual se establece un flujo continuo. Balancear el flujo de producción implica trabajar teniendo como punto de partida los llamados cuellos de botella, es decir, los puntos donde los recursos utilizados limitan el flujo de la empresa como un todo. El balanceamiento del flujo productivo tiene efectos directos sobre los niveles de inventario de materias primas, de productos en proceso y de productos terminados. Estos elementos afectan la meta de la empresa ya que tienen incidencia negativa sobre la utilidad.

**2. La utilización y la activación de un recurso no son sinónimos.** De acuerdo con la teoría de las restricciones, la activación de un recurso no lleva a la empresa a obtener el mejor resultado, pero sí la puede conducir a la ineficiencia desde el punto de vista económico (menor ganancia). La activación consiste en el uso de recursos no restrictivos (es decir aquellos que no constituyen cuellos de botella), en volumen superior al requerido por aquellos recursos que sí son restrictivos.

El concepto de utilización corresponde al empleo de un recurso no restrictivo de acuerdo con la capacidad del principal recurso restrictivo dentro del flujo productivo. Una adecuada utilización del recurso no restrictivo tiene como efecto la minimización del inventario a lo largo del proceso productivo, lo cual tiene reflejos financieros pues no solamente mejora la utilidad de la empresa, sino que contribuye para mejorar el flujo de recursos utilizados con incidencia directa sobre el flujo de caja.

**3. El nivel de utilización de un recurso no restrictivo no es determinado por su propio potencial y sí por otra restricción del sistema.** Este principio sostiene que los recursos internos con capacidad limitada y demanda de mercado, son los parámetros básicos en el gerenciamiento de las restricciones. De esta manera, la utilización de la fábrica debe ser basada en un flujo que pueda

absorber el mercado, y que internamente optimice los cuellos de botella.

**4. Una hora perdida en un recurso restrictivo es una hora perdida en todo el sistema empresa.** La teoría de las restricciones insiste en la identificación de los recursos restrictivos y los no restrictivos para luego hacer énfasis en la optimización de los primeros, ya que ellos limitan la eficacia de la empresa "throughput".

El punto focal en la teoría de las restricciones es la obtención de beneficios derivados de la reducción de "setups" en los recursos restrictivos del proceso productivo.

Cualquier tiempo perdido en un cuello de botella tiene un impacto sobre el "lead time" de la fábrica, impidiendo que la empresa haga entregas just in time, y por lo tanto, afectando el mejoramiento del servicio al cliente.

Es supremamente importante no afectar la meta de la empresa. Siendo así, el tiempo disponible de un recurso restrictivo tiene que ser optimizado, ya sea evitando la producción de piezas defectuosas, fabricando productos que tengan demanda garantizada y no perdiendo tiempo en la preparación de máquinas.

Goldratt y Fox (1989), en su libro "La Carrera", recomiendan que:

- a) El inventario de piezas frente a recursos con capacidad restrictiva da protección al Proceso Productivo. Las piezas deben ser aquellas que se necesitan, en las cantidades correctas y en el momento adecuado.
- b) El inventario en un lugar inadecuado tiene un efecto negativo en el flujo productivo.
- c) No proveer materia prima sino apenas para mantener ocupados a los operarios.
- d) Procesar y liberar el material de acuerdo con un programa determinado por las restricciones de la fábrica.

Teniendo en cuenta que la administración de los recursos productivos disminuye el tiempo total de procesamiento del sistema empresa, los administradores deben balancear el flujo y no la capacidad.

**5. Una hora economizada en un recurso no restrictivo es apenas una alucinación.** La cantidad de tiempo economizada en recursos no restrictivos no conduce al aumento del tiempo total disponible en el proceso productivo; los recursos no restrictivos deben trabajar sincronizadamente con los cuellos de botella para mantener el flujo continuo sin acumulación de inventarios. La economía de tiempo en la preparación de máquinas, cambio de herramientas y otros acondicionamientos necesarios para fabricar otro producto debe concentrarse en los recursos restrictivos como medida para evitar pérdida de tiempo en todo el sistema. El aumento de producción en las máquinas que no constituyen recursos restrictivos no significa aumento de la eficiencia total. El resultado de esta opción es el aumento del inventario en proceso.

**6. Los cuellos de botella gobiernan la ganancia y el inventario.** El aumento de los productos en proceso acrecienta el inventario y no ayuda a mejorar el flujo del sistema empresa. El inventario se acumulará en los cuellos de botella del proceso productivo desvirtuando la aplicación del "just in time" al principio de la cadena productiva, y afectando los resultados del kanban, es decir el efecto final será sobre el resultado generado por el sistema, que en nuestro caso es la utilidad.

Lo anterior no quiere decir que el nivel del inventario antes del recurso restrictivo sea igual a cero. En la teoría de las restricciones se propone evitar cualquier atraso producido por fluctuaciones estadísticas u otros eventos aleatorios del proceso, a través del concepto de pulmón "buffer". El pulmón, físicamente puede ser definido como un inventario mínimo que asegura la continuidad del proceso manteniendo el flujo ininterrumpido en los recursos con problemas de capacidad.

**7. El lote de proceso debe ser variable.** La teoría de las restricciones defiende la idea de trabajar con lotes variables entre las operaciones productivas. Como es sabido, gran parte de los sistemas tradicionales defienden la idea de que el tamaño del lote debe ser fijo durante todas las etapas del proceso productivo. Esta idea imprime rigidez en las operaciones y lleva a problemas de escogencia de

tamaño del lote antes de cada operación. Valga decir que las operaciones individuales presentan características específicas.

**8. Analizar todas las restricciones simultáneamente.** Analizar simultáneamente el conjunto de restricciones del sistema empresa tiene como objetivo optimizar los "lead times" y por consiguiente el resultado obtenido. Podemos tener restricciones en el mercado proveedor (input), en el mercado comprador (output), y en el proceso interno. Aquí definimos el proceso como un conjunto de operaciones interdependientes, interrelacionadas, ordenadas secuencialmente y orientadas para la consecución de la meta de la empresa.

### **2.3. PROCESO DE MEJORA CONTINUA**

La teoría de restricciones es un proceso de mejora continua en cual se definirán estas tres palabras de acuerdo a la terminología del TOC: Proceso, Mejora y Continúa.

**Proceso:** un conjunto de operaciones interdependientes, interrelacionadas, ordenadas secuencialmente y orientadas para la consecución de la meta de la empresa.

**Mejora:** es obtener más "meta" o acercarse más a la meta, sin violar condiciones necesarias, por tal motivo es necesario romper algunos paradigmas (punto de vista o forma de pensar en el cual se basan para tomar decisiones.)

**Continua:** Se define continua como acercarse mas a la meta, para acercarse a la meta, es necesario predecir los resultados de la acciones en función de dicha meta, adicionalmente se debe tener un plan aterrizado de las acciones.

Este plan resulta de la solución de las tres preguntas Claves o pasos para la mejora continua que se muestra a continuación en la figura 2.

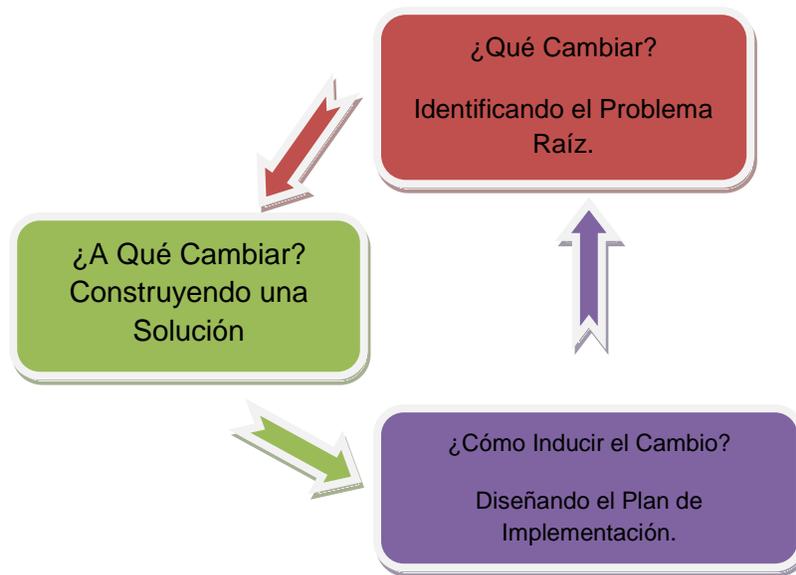


Figura 1: Proceso de Mejora continúa

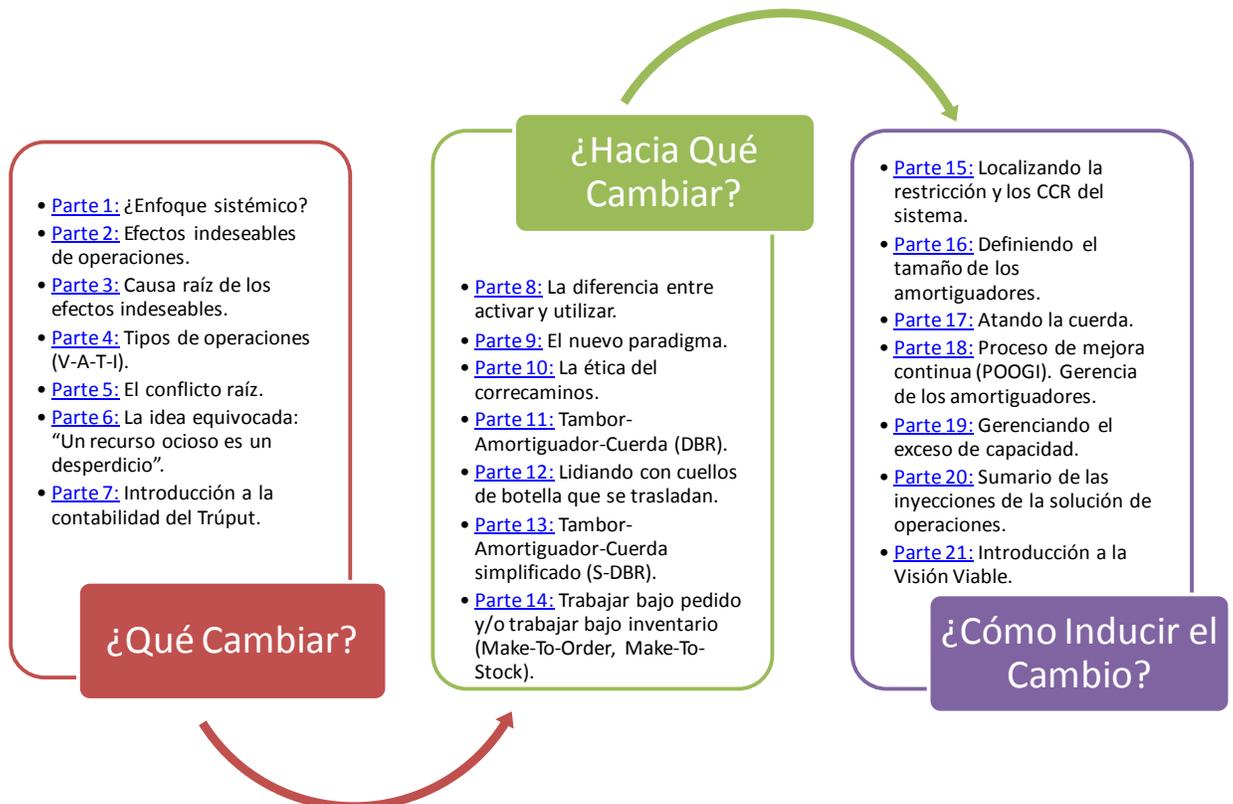


Figura 2: Proceso de Mejora continúa

**1. ¿Qué cambiar?**<sup>7</sup> Un presente lleno de vicisitudes. De una lista de síntomas observables, (disminución en las ventas, incumplimiento en los tiempos de entrega, pérdidas financieras, inestabilidad laboral, altos inventarios, altos gastos operativos, etc.) y mediante el proceso de causa-efecto se identifica la causa raíz que genera todos los males de la organización. En las organizaciones la causa raíz tiene que ver con un conflicto no resuelto, que se ha vuelto crónico y que mantiene a la administración atrapada en una constante lucha, enfrentados: (mercadeo contra ventas; objetivos a corto plazo contra objetivos a largo plazo; centralización contra descentralización; procesos contra resultados; etc.). Este conflicto crónico no resuelto es la causa raíz y cuyos efectos devastadores en la organización se ven reflejados en decrecimiento de mercados, débil estructura financiera y mucho dolor. Para aliviar estos efectos, es común que las organizaciones creen políticas, medidores y procedimientos (paños de agua tibia) que deben ser cambiados, reemplazados o eliminados cuando se trate la causa raíz.

**2. ¿Hacia que cambiar?** Hacia un futuro más halagador. Los resultados que se obtienen de la operación diaria de la organización y que no nos satisfacen hoy, son consecuencia de practicar hoy, políticas y procedimientos, y utilizar medidores que fueron diseñados e implementados en algún tiempo del pasado cuando la realidad era muy diferente a la actual y que estaban basados en unos supuestos, -modos de pensar y actuar, paradigmas- que ya no producen los resultados esperados, precisamente porque la realidad ha cambiado. Retar dichos supuestos, confrontar su validez actual, constituye el principio del desarrollo completo de una solución –plan, estrategia- que ataque la causa raíz y por consecuencia lógica, ataque todos los síntomas actuales. Al igual que el tratamiento médico, la estrategia debe considerar los cambios necesarios que hay que realizar y que apunten a atacar la causa raíz y asegurarse que la organización recupere su salud.

Consecuentemente, los cambios planteados deben apuntar a cambiar, reemplazar o eliminar las políticas, los medidores y los

---

<sup>7</sup> [http://www.piensalo.com/documentos.php?id\\_documentos=11](http://www.piensalo.com/documentos.php?id_documentos=11)

procedimientos que actualmente impiden que la organización logre el resultado final esperado como un todo. Dentro de la estrategia debe considerarse los efectos negativos colaterales, -miedo al cambio, incertidumbre, desconfianza, etc., - con el fin de eliminarlos, capitalizarlos o mitigarlos y así complementar la estrategia para que sea una solución ganar-ganar para todos los involucrados, (clientes, accionistas, proveedores, trabajadores, Estado). Aunque la estrategia indique que se trate de un cambio radical profundo en la cultura de la organización es indispensable cuantificar los logros producto de la implementación de la misma, (aumento en ventas, disminución de tiempos de entrega, reducción de inventarios, control de gastos, etc.).

En otras palabras, la estrategia debe conducir a la organización a ganar dinero, si no es así, es una mala estrategia.

**3. ¿Cómo inducir el cambio?** Pasar del triste hoy al mañana esperado.

Considerando la unicidad de cada organización, se desarrolla un plan de implementación de la estrategia que permita a la organización hacer la transición del presente que agobia y atenaza a un futuro amable, cómodo y competitivo. El plan debe detallar qué acciones se deben realizar, para lograr qué objetivo intermedio, en qué orden y cuándo se deben realizar otras acciones que conduzcan a los siguientes objetivos intermedios hasta lograr el objetivo final, y finalmente, quiénes son los responsables de llevarlas a cabo. Aunque se sepa que el cambio es necesario y puesto que los paradigmas se han arraigado de tal manera que se han generado fuertes hábitos de comportamiento y pensamiento, es previsible que los involucrados inconscientemente o conscientemente desarrollen resistencia al cambio que puede bloquear cualquier estrategia y plan, por lo tanto, es absolutamente necesario construir consenso, compromiso y trabajo en equipo para implementar el cambio requerido. El cambio debe implicar soluciones ganar-ganar y de bajo costo, efectivo en el menor tiempo y con resultados cuantificables.

La única manera de mejorar es identificar y eliminar restricciones de forma sistemática. TOC propone el siguiente proceso para gestionar una empresa y enfocar los esfuerzos de mejora:

- Paso 1 - IDENTIFICAR las restricciones de la empresa
- Paso 2 - Decidir cómo EXPLOTAR las restricciones
- Paso 3 - SUBORDINAR todo lo demás a la decisión anterior
- Paso 4 - ELEVAR las restricciones de la empresa
- Paso 5 - Volver al Paso 1

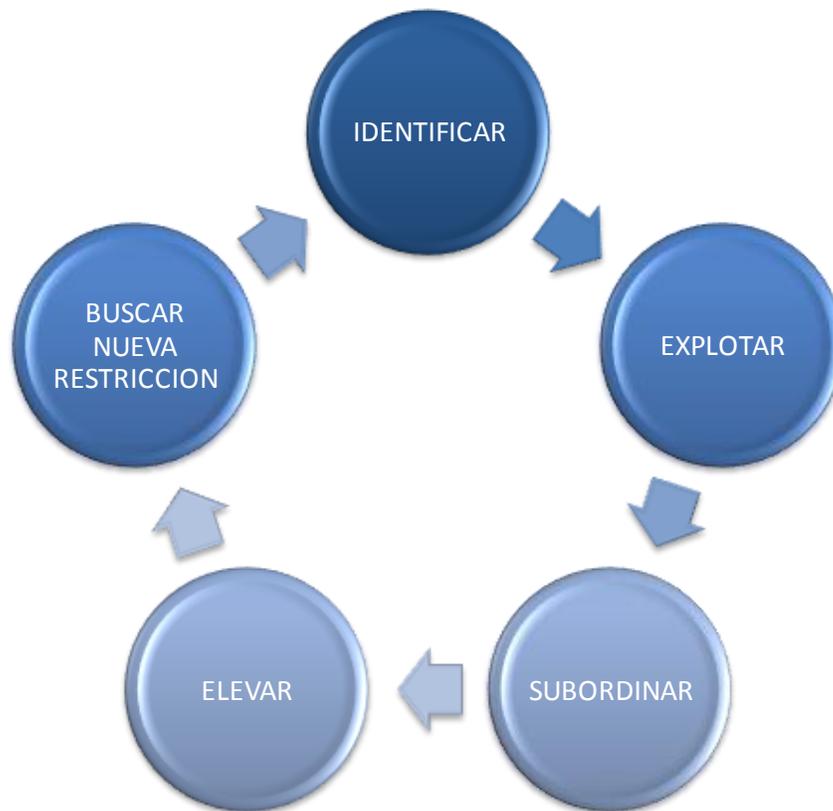


Figura 3. METODOLOGIA TOC

Recordemos que una RESTRICCION es "aquello que le impide a un SISTEMA alcanzar un mejor desempeño en relación a su META".

Por lo tanto, antes de utilizar el Proceso de Focalización debemos definir cuál es el sistema en estudio y qué meta persigue. En esta nota consideraremos que el sistema es toda la empresa y que su meta es ganar dinero de forma sostenida, esto es, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas.

## 2.4. TOC y otras Filosofías

A lo largo de la historia han existido líderes que aplicaban soluciones que hoy podrían ser perfectamente aceptadas. Sin embargo la complejidad del mundo actual ha llevado a expertos en las ramas más diversas a definir teorías, técnicas, métodos o conceptos que puedan llevar al éxito a la Gestión Empresarial.

Un plan de mejora requiere que se desarrolle en la empresa un sistema que permita:

- Contar con empleados habilidosos, entrenados para hacer el trabajo bien, para controlar los defectos, errores y realizar diferentes tareas u operaciones.
- Contar con empleados motivados que pongan empeño en su trabajo, que busquen realizar las operaciones de manera optima y sugieran mejoras.
- Contar con empleados con disposición al cambio, capaz y dispuesta a adaptarse a nuevas situaciones en la organización.

La teoría de restricciones es una nueva forma de pensamiento de dirección organizacional la cual Pretende desarrollar un sistema de gestión integral de la empresa a través del reconocimiento y aprovechamiento de los recursos críticos, con el objetivo de disminuir inventarios en proceso y reducir plazos de producción, en los últimos años esta teoría se han complementado y fortalecido con nuevas filosofías de gestión empresarial tales como: Calidad Total, Justo a Tiempo, Reingeniería y Planificación de los recursos empresariales (ERP)

Todas estas filosofías se complementarias entre si, a continuación se hará una breve descripción estas filosofías:

**Calidad Total.** Es un sistema de gestión empresarial íntimamente relacionado con el concepto de Mejora Continua que busca garantizar, a largo plazo, la supervivencia, el crecimiento y la rentabilidad de una organización optimizando su competitividad, mediante: el aseguramiento permanente de la satisfacción de los clientes y la eliminación de todo tipo de desperdicios. Esto se logra

con la participación activa de todo el personal, bajo nuevos estilos de liderazgo; siendo la estrategia que bien aplicada, responde a la necesidad de transformar los productos, servicios, procesos estructuras y cultura de las empresas, para asegurar su futuro.

**Justo a Tiempo (JAT).** Es una filosofía industrial, que considera la reducción o eliminación de todo lo que implique desperdicio en las actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (actividades de oficina) en un negocio"

El desperdicio se concibe como "todo aquello que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto, tales como:

- Demoras y esperas tanto en la planificación como en la ejecución de tareas.
- Movimientos innecesarios al ejecutar operaciones.
- Transportes innecesarios de materiales, materias primas, producto en proceso y terminados.
- Reprocesos por tareas mal ejecutadas.
- Exceso de Inventario, como protección de mala planeación o incertidumbre por desconocimiento del contexto, cubre las malas políticas.

**Planificación de los Recursos Empresariales (ERP).** Son sistemas integrales de gestión para la empresa. Se caracterizan por estar compuestos por diferentes partes integradas en una única aplicación. Estas partes son de diferente uso, por ejemplo: producción, ventas, compras, logística, contabilidad (de varios tipos), gestión de proyectos, GIS (sistema de información geográfica), inventarios y control de almacenes, pedidos, nóminas, etc.

El propósito fundamental de un ERP es otorgar apoyo a los clientes del negocio, tiempos rápidos de respuesta a sus problemas, así como un eficiente manejo de información que permita la toma oportuna de decisiones y disminución de los costos totales de operación<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Planificaci%C3%B3n\\_de\\_recursos\\_empresariales](http://es.wikipedia.org/wiki/Planificaci%C3%B3n_de_recursos_empresariales)

**Reingeniería.** Es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento tales como costo, calidad, servicio y rapidez.

La reingeniería debe antes de todo conceptualizarse filosóficamente como una rotura o cambio de los paradigmas vigentes en la empresa. Es por ello que la recreación implica lisa y llanamente el volver a crear los procesos a la luz de las nuevas ideas, técnicas, metodologías y descubrimientos científicos<sup>9</sup>.

**Que tienen en común estas Filosofías.** Principalmente estas filosofías necesitan un gran esfuerzo de implantación, debido a que provoca una ruptura en su forma de pensar y de actuar, lo que provoca un cambio cultural y organizacional, una manera más dinámica de coordinar ideas y esfuerzos para poder alcanzar de manera efectiva todas sus metas.

## **2.5. CONCEPTOS TOC**

2.5.1. **Terminología TOC.** En la terminología TOC los recursos cuello de botella o que determinan la salida de la producción también son denominados Tambores, ya que ellos son lo que determinan la capacidad de producción de una empresa. Tomando como base esta analogía, sobrevino el método llamado Tambor – Amortiguador – Cuerda (TAC). Dado que en muchos casos, no sería posible un reordenamiento de las máquinas y operaciones en la planta, de acuerdo con la idea tratada, se hace necesaria otra solución, que puede ser la que sigue: para tener constante el largo de la fila, sin disminuir el ritmo de la marcha, podría hacerse que todos caminasen a un ritmo constante marcado por los redobles de un tambor, aquél se asimilaría a la capacidad de fabricación del elemento cuello de botella. El tambor desarrolla la planeación y programación que indica cuándo debe entrar y procesarse el material, y el ritmo del tambor

---

<sup>9</sup> Hammer Michael & Champy James. **Reingeniería** (Olvide lo que usted sabe sobre cómo debe funcionar una empresa. ¡Casi todo está errado!). Ed. Grupo Editorial Norma. 5a. reimpresión, noviembre 1994. Colombia.

indica cuándo y cómo debe ser procesado el material para cada recurso productivo<sup>10</sup>.

Goldratt propone "atar con una cuerda" al elemento cuello de botella y al primer elemento de la fila: en definitiva, y trasladado a términos productivos, acompasar la entrada de materia prima en el proceso productivo a las necesidades del elemento CB, con lo que conseguiremos que ningún puesto de trabajo tenga la opción de fabricar más piezas que las que hacen falta en cada momento. Se propone además el último elemento que completa el sistema: el amortiguador o, para decirlo de forma más precisa, el amortiguador de tiempo, entendiendo por tal el intervalo de tiempo en que se adelanta la fecha de lanzamiento de un trabajo con respecto a la fecha en la que está programado que lo consuma la limitación.

#### 2.5.2. **Concepto del Tambor, Amortiguador y Cuerda TAC.**

TAC es una metodología de planeación, programación y ejecución que aparece como resultado de aplicar TOC a la programación de una fábrica. TAC aplica perfectamente la mecánica de programación de TOC y la hace fácil de entender e implementar en la planta. Esta simplicidad es lo que hace tan poderoso al TAC. Como ya se explico en la analogía el tambor hace referencia a los recursos cuello de botella que indican el paso de toda la planta. El amortiguador detiene los impactos basados en el tiempo que protege el throughput de los paros del día a día y garantiza que el recurso cuello de botella y los que fueron procesados allí y se utilizaran para ensamble, se encuentren sin existencias<sup>11</sup>. En lugar de los tradicionales Inventarios de Seguridad "basados en cantidades de material" los amortiguadores recomendados por TOC están "basados en tiempo de proceso". Es decir, en lugar de tener una cantidad adicional de material, se hace llegar el material llega a los puntos críticos con una cierta anticipación. TOC sitúa amortiguadores de tiempo solo en puntos estratégicos que se relacionan con restricciones específicas dentro del sistema. El tiempo de preparación y ejecución necesario para todas las operaciones anteriores al tambor, más el tiempo del

---

<sup>10</sup> <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/toocs.htm>

<sup>11</sup> <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/toocs.htm>

amortiguador, es llamado cuerda. La liberación de materias primas y materiales a la planta, está entonces "atada" a la programación del tambor, ningún material puede entrar al proceso antes de lo que la cuerda y su longitud le permite, de esta forma cada producto es "halado por la cuerda" a través de la planta. Esto sincroniza el flujo de todas las operaciones al ritmo del tambor, obteniéndose un flujo de materiales rápido y uniforme a través de la compleja red de procesos de una fábrica. El método de programación TAC conlleva a beneficios considerables en la cadena logística de suministros, asegurando que la planta esté operando a la máxima velocidad con un nivel bajo de inventarios y logrando satisfacer las fluctuaciones de las demandas.

## **2.6. RESULTADOS DE APLICAR TOC**

Quizás la mejor respuesta a esta pregunta sea el libro de Victoria Mabin y Steven Balderstone titulado "The World of the Theory Of Constraints". Los autores de este libro recolectaron información de 82 empresas, entre las que aparecen grandes empresas como Boeing y General Motors, organizaciones militares como U.S. Air Force y PyMEs.

El resumen de algunos resultados obtenidos es:

- Reducción del 50% en el lead time.
- Mejora del 44% en el cumplimiento de las fechas de entrega
- Reducción del 49% en los inventarios.
- Incremento del 63% en ventas (Throughput).
- Incremento del 40% en las utilidades netas.

Otras fuentes revelan una importante reducción del 47% promedio en gastos indirectos de manufactura (activación, fletes extraordinarios, horas extras).

No es fácil que las empresas que aplican TOC publiquen sus resultados. Por ejemplo, General Motors accedió a difundir parte de sus resultados, en oportunidad del TOC World 2000, siendo que ya llevan más de 10 años usando esta metodología.

Piénsalo Colombia - es una empresa creada en marzo de 1995, cuyos socios son Luz Marina Schotborgh y Alejandro Fernández. La Meta es enseñarles a las personas a pensar. La Misión es la generación y difusión del conocimiento de la Teoría de Restricciones (TOC), aplicando a los Procesos de Mejoramiento Continuo, para que utilizando la lógica y el sentido común generen POR CONSENSO los siguientes resultados:

1. Aumentar las utilidades de las empresas con ánimo de lucro, o las Unidades de Meta bien hechas, completas y a tiempo, en las empresas sin ánimo de lucro.
2. Mejorar el retorno sobre la inversión.
3. Fomentar que cada persona sea autosuficiente.

Piénsalo Colombia trabajó desde 1994 al 2000 como Asociado Certificado del Abraham Y Goldratt Institute. Del 2000 hasta la fecha es Contratista del Goldratt Group, y Principal del Goldratt Schools para Latinoamérica.

TOC se está aplicando con éxito en muchos países y en todos los aspectos de la actividad empresarial: Operaciones (bienes y servicios), Supply Chain Management, Gestión de Proyectos, Toma de Decisiones, Marketing y Ventas, Gestión Estratégica y Recursos Humanos.

Con la identificación y adecuada gestión de las restricciones se consiguen mejoras significativas en poco tiempo.

**2.6.1. TOC en Colombia.** En Colombia se ha difundido y aplicado Teoría de Restricciones por más de 10 años, pero las empresas son un poco celosas al compartir esta información.

Actualmente se está aplicando en sectores de consumo masivo, textiles y alimentos entre otras, las aplicaciones más utilizadas son la de producción y actualmente se está comenzando a difundir la de distribución (logística) y gerencia de proyectos.

El tema de contabilidad de Trúput está implementándose como alternativa para la toma de decisiones, y no requiere que la empresa lleve doble contabilidad, lo que se está haciendo es una racionalización de las cuentas para poderlas agrupar en las cuentas que maneja **TOC** como lo son Trúput, Inversión y Gasto de Operación para posteriormente evaluar el ROI y la UN de la empresa analizada<sup>12</sup>.

Existen testimonios de algunas las empresas que han desarrollado la teoría de restricciones con Piénsalo Colombia la cual es una empresa que suministra el conocimiento y la experiencia necesaria para la implementación del TOC, a continuación se citaran algunos ejemplos.

### **FASHION LABELS CREA OFERTA NO RECHAZABLE BASADA EN ENTREGAS BUENO, COMPLETO Y A TIEMPO**

RETO: Fashion Labels S.A. Es una Pyme ubicada en envigado, área metropolitana de Medellín que se dedica al diseño, producción y comercialización de insumos para realce de marca dirigido al sector de confección y similares<sup>13</sup>.

La compañía antes de entrar al programa de Desarrollo empresarial Colombiano CED-USAID, presentaba problemas de atrasos en la línea de producción que le implicaba incrementos en sus costos de operación, además no tenía una clara percepción de la rentabilidad de sus líneas y por tanto de la forma de direccionar sus esfuerzos comerciales, así como la necesidad de diferenciarse de la competencia frente a sus clientes e identificar las restricciones de la compañía.

INICIATIVA: Por ello la USAID decidió apoyar el proyecto ANCLA – LEONISA dirigido al desarrollo de competencias de la cadena proveedor –fabricante de Leonisa con la participación de 25 empresas. Este programa permitió iniciar un proceso en la compañía

---

<sup>12</sup> Texto sacado de un foro libre, en el cual se discutía toc

<sup>13</sup> <http://www.piensalo.com/>

de implementación de soluciones bajo Teoría de Restricciones –TOC para las áreas de operaciones, finanzas, mercadeo - ventas y proyectos, en la modalidad de implementación inmediata con participación activa entre competidores y la empresa Ancla. La compañía implementó un sistema de medición del tambor primario mediante metodología TAC (tambor-amortiguador-cuerda), la determinación de amortiguadores y diseño de un plan de contingencias para administrar las urgencias y eliminar los cuellos de botella en la línea de producción.

**RESULTADOS:** Una vez se implementó el proyecto de expansión por parte de Carana Colombia, la empresa ejecutora del Programa CED-USAID, la empresa logró obtener reducción en los pedidos con atrasos en la línea de producción pasando del 50% al 1% en el primer mes, logró incrementar el Trúput (velocidad de retorno de la riqueza) en un 15% respecto al año anterior, se contrataron 5 nuevos empleos directos y se generaron 14 empleos indirectos, Igualmente, la compañía incrementó sus ventas en un 22% y utilidad neta del 12% en el primer trimestre del año 2005 comparado con el mismo trimestre del año anterior. La compañía logro construir un sistema eficiente de medición de la rentabilidad por línea, la construcción de una oferta no rechazable basada en las entregas bueno, completo y a tiempo a sus clientes mejorando su situación competitiva y anticiparse a los deseos de los clientes presentando colecciones anticipadas.

Finalmente, fashion Labels ha experimentado un cambio de pensamiento, una nueva forma de hacer gerencia, conociendo sus restricciones y anticipando las soluciones adecuadamente.

**AZUL K S.A.** Empresa familiar constituida en 1958 con sede en Bogotá D.C. dedicada a la manufactura y comercialización de jabones de lavandería, tocador, industriales, glicerina y productos de limpieza. Cuenta con una gran trayectoria en la elaboración de productos para otras Compañías como UNILEVER ANDINA, PROCTER & GAMBLE, JOHNSON & JOHNSON, RECKITT BENCKISER, COLSUBSIDIO y PRODUCTOS TAPA AMARILLA de Venezuela entre otras.

### **Situación antes de TOC:**

- Dependencia de muy pocos clientes.
- Grandes devoluciones de producto.
- Desequilibrio y desorden de precios en el mercado.
- Síndrome del final de mes.
- Cartera y recaudos totalmente inciertos.
- Seguimiento al líder de turno.
- Percepción de debilidad y de falta de conocimiento del mercado.
- Pérdida de credibilidad frente al sector financiero y proveedores.
- Malestar interno de los trabajadores.
- Malestar total de los accionistas con los resultados de la Compañía.
- Ultimo renglón del balance EN ROJO.
- Futuro incierto.

La Compañía adopta la TEORIA DE RESTRICCIONES como FILOSOFIA DE TRABAJO en todas sus tareas. Aplica un METODO para garantizar la mejora continua. Define unos MEDIDORES E INDICADORES CLAROS Para evaluar su desempeño. Utiliza ESTRATEGIAS PODEROSAS para lograr una ventaja competitiva en el mercado.

### **Resultados Obtenidos**

- Amplia distribución y presencia en las zonas atendidas: La compañía ha acelerado notablemente su desarrollo comercial ampliando su red de distribución. Esto se refleja en el incremento en el número de clientes activos que pasó de 2042 en el año 1997 a cerca de 4.000 en el año 2.002.
- Ventas y producción equilibrados a lo largo del mes por manejo de amortiguadores: Se han desarrollado varios proyectos para MODERNIZAR LA PLANTA DE PRODUCCION logrando, en 5 años, duplicar el número de kilos producidos.
- Crecimiento en la participación de mercado que demuestra la aceptación de los productos por parte del consumidor final: La Compañía ha desarrollado su portafolio de productos para ser competitiva dentro del mercado. Hemos pasado de fabricar 90

referencias diferentes en el año 1998 a 122 en el año 2001.

- Estructura organizacional más plana que permite la rápida toma y ejecución de decisiones.

- Generación de Empleo (directo) al pasar de 202 a 410 personas.
- Negociaciones equilibradas con los clientes y precios ordenados en el mercado.

- Incremento en el número de clientes con compra por mes del 50% al 85% sobre la base de clientes activos.

- Reducción de la incertidumbre respecto a la cartera y el recaudo.

- Mejora sustancial en el desempeño financiero ganando credibilidad frente a bancos y otras entidades.

- Confianza de los proveedores.

- Cambio radical en la percepción de los accionistas frente al desempeño de la Compañía.

- Utilidades crecientes: Hemos incrementado sustancialmente el valor de las ventas y logrado, durante los últimos 3 años, generar mayores utilidades.

#### Comentario del Gerente General

"TOC nos devolvió la sencillez e importancia de utilizar el sentido común para la rápida, clara y oportuna toma de decisiones con muy pocos pero valiosísimos indicadores para el manejo y desempeño global de la Compañía".

Mauricio Vanegas - Gerente General.

#### **Otras Empresas que han implementado TOC**

ACASA S.A. - Manizales

ALFAN - EMPAQUES FLEXIBLES - Bogotá

CARROCERÍAS DE OCCIDENTE - Pereira

CIPLAS S.A. - Bogotá

COLOMBIA S.A. - Cali  
FLEXCO S.A. - Pereira  
GRICOL S.A. - Bogotá  
HERRAGRO S.A. - Manizales  
LEONISA S.A. -Medellín  
MANITEX S.A - Manizales  
PLÁSTICOS VANDUX - Barranquilla  
POLIETILENOS DEL VALLE - Cali  
SACOS REYSAC - Guayaquil Ecuador  
SISMODE - Quito Ecuador  
SICOLSA S.A. - Manizales  
TAPISOL S.A - Bogotá  
TESICOL S.A - Bucaramanga

## CAPITULO 3

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 3. GENERALIDADES DE KANGUPLAST LTDA.

*¿A que se dedica la empresa?* KANGUPLAST LTDA. Se dedica a la transformación, recuperación, comercialización de materiales plásticos, productos plásticos (bolsas de baja y alta densidad), esta empresa se dedica a fabricar y comercializar grandes volúmenes de bolsas plásticas y pitillos

#### 3.1. DIRECCIONAMIENTO ESTRATEGICO DE KANGUPLAST LTDA.

Es el conjunto de acciones que orientan a la organización hacia el futuro y hacia el entorno a fin de alcanzar su continuidad en el tiempo. Su formulación se realiza en un análisis de la realidad institucional y de la realidad en donde la organización desea incidir. Contempla definición y despliegue de la misión, visión, objetivos, valores y propósitos y la forma como estos se ven reflejados en los planes a largo y mediano plazo y en la implementación día a día.

**3.1.1. Misión de KANGUPLAST LTDA.** La misión<sup>14</sup> es la razón de su existencia, la finalidad o motivo de creación de la organización y a la que debe servir, La misión de toda empresa debe responder a preguntas como:

*¿Quiénes somos?, ¿Qué hacemos?, ¿Por qué hacemos lo que hacemos?, ¿Cuál es el propósito fundamental del negocio?, ¿Cuáles son las necesidades básicas que el negocio debe atender?, ¿Quién es el cliente y cuales son los sectores objetivos?, ¿Cuál es el papel y la contribución de la organización a la sociedad?, ¿Cuáles son los compromisos, valores y creencia que impulsan al negocio?*

---

<sup>14</sup> DAFT, Richard; Teoría y diseño organizacional. Ed. Thompson .Sexta Edición.17 Pág.

***“KANGUPLAST LTDA. Es una empresa manufacturera creada para satisfacer la demanda de bolsas plásticas y pitillos en la ciudad y en el país, teniendo como ventaja la alta cantidad y variedad de nuestros productos, integridad y capacitación de nuestros trabajadores, para así cumplir a cabalidad nuestras metas y objetivos, y lograr la satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente, alcanzando así mayores niveles de utilidad”.***

**3.1.2. Visión de KANGUPLAST LTDA.** Con lo correspondiente a la visión Es la proyección a corto, mediano y largo plazo de una organización en términos de qué se quiere ser ya quién desea servir; puede incluir expansión geográfica, diversificación, adquisición de competidores, desarrollo de productos, penetración en el mercado, reducción entre otras cosas.<sup>15</sup> LA VISION de la empresa es la siguiente:

- **Nos vemos** para el año 210 como la mayor productora y comercializadora de pitillos plásticos y bolsas plásticas en el mercado local y nacional.
- **Nos vemos** gestionando la plantación estratégica para la exportación de nuestra gama de productos.
- **Nos vemos** implementando técnicas de gestión de calidad a neutros procesos para mayor satisfacción de nuestros clientes.
- **Nos vemos** como una planta de nuevas tecnologías e innovación en nuestro proceso y producto.
- **Nos vemos** consolidando nuestro núcleo de trabajadores con altas calificaciones técnicas.

**3.1.3. Objetivos de KANGUPLAST LTDA.** Definimos la palabra objetivos como puntos de referencia o aspiraciones que las organizaciones deben lograr, con el objeto de alcanzar en el futuro metas a un plazo más largo, ellos deben ser medibles, cuantitativas, realistas, estimulantes, coherentes y prioritarios. Son especialmente importantes en la ejecución de estrategias, mientras que las metas

---

<sup>15</sup> CHIAVENATO, Idalberto. Administración en los nuevos tiempos. Bogotá: Mc Graw Hill, 2002, 711 p.

son importantes para su formulación. En la empresa KANGUPLAST LTDA. Se tienen objetivos claros y coherentes.

Los siguientes objetivos fueron elaborados con la ayuda del gerente y del personal administrativo en miras de satisfacer sus expectativas y las de la empresa en general, procurando el crecimiento de la misma:

- Incrementar los ingresos de la empresa en dos años por medio del desarrollo del mercado y su penetración. Además de la implementación de sistemas de control y de programación de la información y de los procesos de producción, alcanzado todo esto a través de las metas propuestas.
- Aumentar las utilidades cada año mediante la optimización de los recursos minimizando de los tiempos improductivos, procurando hacer más efectivo el proceso de producción.

**3.1.4. Organigrama de KANGUPLAST LTDA.** La estructura organizacional es un medio del que se sirve una organización cualquiera para conseguir sus objetivos con eficacia.

Departamento es un área bien determinada, una división o sucursal de una organización sobre la cual un gerente tiene autoridad para el desempeño de actividades específicas.

La estructura implementada por la empresa KANGUPLAST LTDA. Está orientada a agrupar las fortalezas de cada tipo de estructura de tal forma que se adapten políticas, objetivos y estrategias de la empresa. En la figura 1. Se ilustra la esquematización estructural de la empresa.

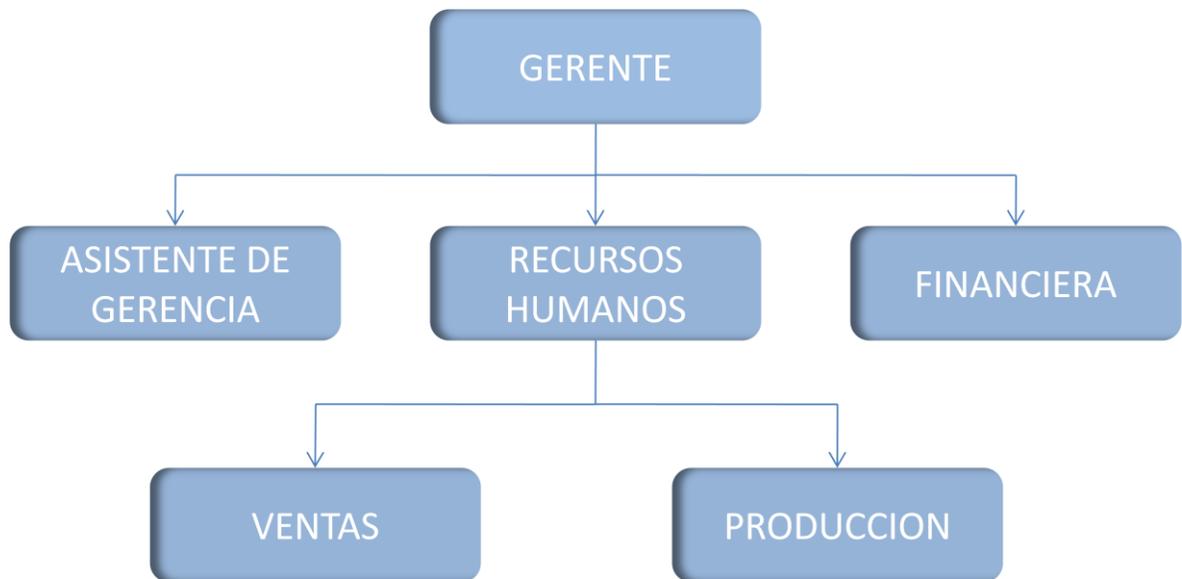


Figura 4: Organigrama de KANGUPLAST LTDA.

### 3.2. PROCESO PRODUCTIVO DE LAS BOLSAS PLASTICAS DE BAJA Y ALTA DENSIDAD

El proceso comienza con la llegada de la materia prima (Polietileno de baja y alta densidad) al almacén de la planta. Una vez en el almacén se procede a elaborar la orden de producción de las bolsas plásticas, de aquí pasan a la Extrusora que son máquinas que trabajan a temperatura de  $180^{\circ}\text{C}$  a  $200^{\circ}\text{C}$  convirtiendo el polietileno sólido en un estado pastoso.

Antes de arrojar la materia prima a la tolva de la extrusora (ver anexo F), esta es mezclada en una proporción de 70% de Polietileno de baja densidad y el otro 30% de polietileno de alta densidad. El producto sólido sale por un anillo de salida en estado pastoso en el cual se inyecta aire para formar un globo cerrado (ver anexo A), posteriormente el material es presionado con unos rodillos convirtiéndolo en una película plástica que serán envueltas en rollos (Ver anexo B). En el anillo de salida se produce un desperdicio del material llamado "torta". Este se produce más que todo cuando comienza a salir el primer producto del anillo o cuando el material está demasiado sucio y se rompe el globo (ver anexo E). El porcentaje de este desperdicio es casi nulo. Cuando la extrusora

trabaja sin hacer paradas en el proceso, aproximadamente se maneja un 3% por cada Kg. Cuando la extrusora trabaja sin hacer paradas en el proceso, aproximadamente se maneja un 3% por cada 23 Kg. producidos.

Esta torta sólida pasa a una sierra en donde es cortada en pedazos más pequeños obteniéndose un producto semicortado, de ahí el producto pasa a un molino donde se da el proceso de trituración quedando el producto molido que se empaqueta en sacos, el cual pasa al almacén en donde es utilizado para preparar las mezclas correspondientes. Las tortas no se pueden convertir en producto molido en pequeñas cantidades debido a que acarrearían sobrecostos en mano de obra y energía, por lo tanto se puede acumular como mínimo 500 Kg., y así proceder a su procesamiento. Este producto debe permanecer limpio y envuelto.

El rollo pasa a una selladora (ver anexo C) cuya función es la de cortar las laminas con las especificaciones establecidas para las bolsas plásticas, En ella se obtiene el producto terminado o bultos y pequeñas cantidades de desperdicios en bolsas (ver anexo L) y laminas que no superan el 2% y que se presenta principalmente por cambios en las especificaciones del producto terminado. Este desperdicio se acumula junto con el de las láminas y rollos producidos en el proceso de extrusión, los cuales pasan a la aglutinadora que los convierte en producto aglutinado, empaquetado y de ahí pasa al almacén en donde es utilizado para mezclas posteriores.

Luego de salir de la selladora las bolsas plásticas pasan a la zona de empaque (ver anexo G) donde son empaquetadas en bultos compuestos por mil bolsas (ver anexo K); estos bultos son cantidades de bolsas plásticas que pasan directamente al almacén en donde son despachados como productos vendidos

**3.2.1. Tipo de Operación de KANGUPLAST LTDA.** Por medio de la anterior descripción del proceso productivo de bolsas plásticas de la organización, se puede determinar qué el tipo de operación que

posee KANGUPLAST LTDA., es del tipo V debido a que presenta las siguientes características:

**Existen gran variedad de productos a partir de pocas materias primas.**

Se utilizan dos materias primas en el proceso que son polietileno de baja y alta densidad, los cuales son transformados en 5 tipos de bolsas o referencias:

Referencia	Dimensiones	
	Ancho (cm)	Largo(cm)
<b>T5</b>	7,5	11,5
<b>T10</b>	10	15
<b>T15</b>	10,5	21,5
<b>120</b>	11,5	18,5
<b>T25</b>	13,5	27,5

TABLA 2: Referencias de bolsas

**Procesos relativamente estándares para obtener una gran variedad de productos finales.**

El Proceso es el mismo para cada tipo de Referencias variando en las especificaciones asignadas a la extrusora y selladora.

**Posee diferentes puntos de Divergencia, en los cuales se puede cambiar las especificaciones del producto.**

El producto puede ser modificado en el proceso de extrusión cambiando las dimensiones del anillo para generar un tamaño diferente, y en el proceso de sellado se asignan las medidas apropiadas para cada tipo de referencia.

## **Altos niveles de inventarios de materia Prima y Productos en Proceso**

Debido a que existen solamente dos tipos de materias primas con la cual se fabrican diferentes tipos de productos, se realizan grandes compras con el fin de que no haya desabastecimiento, de igual forma existe una gran cantidad de inventario de producto en proceso debido a las diferencias de capacidad de los recursos.

### **3.3. ENFOQUE SISTÉMICO**

Lo primero que se tiene que hacer es pasar de un enfoque no sistémico a un enfoque Holístico, debido a que en la realidad nos enseñaron a separar o fragmentar en partes los problemas, esto aparentemente hace que una tarea compleja sea más sencilla de resolver, esta es nuestra forma de ver el mundo, pero esto tiene un gran precio a pagar y no lo podemos notar, como consecuencia no podemos ver los impactos que generamos en un sistema, creyendo que la suma de los óptimos locales me van a generar un óptimo global, lo cual es un concepto totalmente erróneo y por lo contrario lo que me va a crear son conflictos y un bajo desempeño global del sistema.

Actualmente la empresa KANGUPLAST LTDA. Está basada bajo un pensamiento no sistémico, es decir, creen que la suma de los óptimos locales va a generar un óptimo global, gracias a este principio toda la empresa tiene una serie de indicadores que buscan óptimos locales tales como eficiencia, costo del producto, productividad, lote óptimo, que provocan pérdida de tiempo, dinero y energías en mejorar lo que no aporta acercamiento al objetivo, por lo tanto si KANGUPLAST LTDA. Quiere lograr un procesos de mejora continua en la búsqueda de sus metas globales, debe seguir los pasos que recomiéndala la teoría de restricciones, los cuales son aplicados especialmente para identificar las restricciones políticas que no permiten un buen funcionamiento dentro de la organización, estas tres preguntas claves se desarrollaran en este capítulo son: ¿Qué cambiar? ¿A qué cambiar? Y ¿Cómo inducir el cambio?

### 3.4 ¿QUÉ CAMBIAR?

Este es el primer paso en el proceso de mejora continua cuyo principal objetivo es realizar un análisis de la problemática actual del sistema con el fin de descubrir cuál es el patrón de comportamiento erróneo que constituye el problema fundamental de la organización Kaguplast Ltda., en este caso identificar la restricción política que impide que la empresa tenga un mejor desempeño en sus operaciones.

**Identificación de la Causa Raíz.** Luego de haber analizado el sistema de la empresa Kanguplast se procederá a identificar los efectos indeseables que actualmente están afectando a la organización y posteriormente se identificara la causa raíz o restricción del sistema, por medio del árbol de la realidad actual, por este motivo se debe tener claro los tipos de restricciones que existen, básicamente se clasifican en tres tipos de restricción:

**Restricciones Políticas:** Cuando la compañía ha adoptado prácticas, procedimientos, estímulos o formas de operación que son contrarios a su productividad o conducen (a veces inadvertidamente) a resultados contrarios a los deseados.

**Restricciones de Mercado:** Cuando el impedimento está impuesto por la demanda de sus productos o servicios.

**Restricciones Físicas:** Cuando la limitación puede ser relacionada con factor tangible del proceso de producción.

Una vez comprendidas las diferencias entre los tipos de restricciones Se procede a la aplicación de la herramienta llamada árbol de la realidad actual, usada principalmente para identificar las restricciones política, la cual está presente en la mayoría de las empresas y como consecuencia impide un mejor desempeño para alcanzar la meta, luego de identificar la restricción política se procederá a identificar la restricción física y la restricción de mercado.

Para la construcción del Árbol de la Realidad Actual se deben seguir los siguientes pasos:

### **Paso 1. Identificación de Efectos Indeseables (EIDEs).**

Para la construcción del Árbol de la realidad actual, se debe conocer los efectos indeseables presentes en la empresa KANGUPLAST LTDA. Para esto se realizó un comité con el gerente y los operarios.

**Efectos Indeseables (EIDEs).** Los efectos indeseables que presenta la empresa KANGUPLAST LTDA., son los siguientes:

- Pobre desempeño en las fechas de entrega
- Quejas de los clientes
- Incumplimiento de los requerimientos del cliente
- Resultados Financieros por debajo de las expectativas
- Maquinas paradas por daños Mecánicos y Eléctricos.
- Errores causados por Operarios.
- Materia Prima de Mala Calidad.

Consecuentemente se procede a elaborar el árbol de la realidad actual con los efectos indeseables identificados en la empresa KANGUPLAST LTDA.,

### **Paso 2. Establecer Relaciones entre los Efectos Indeseables (EIDEs).**

Teniendo en cuenta las relaciones que existe entre cada efecto indeseable se establece una conexión entre ellos, luego de que todos los EIDEs estén conectados el árbol estará completo. En la base del árbol se encontrara el conflicto raíz o la restricción política, el árbol correspondiente se leerá desde la base hacia arriba permitiendo ver las relaciones que existe entre cada EIDE.

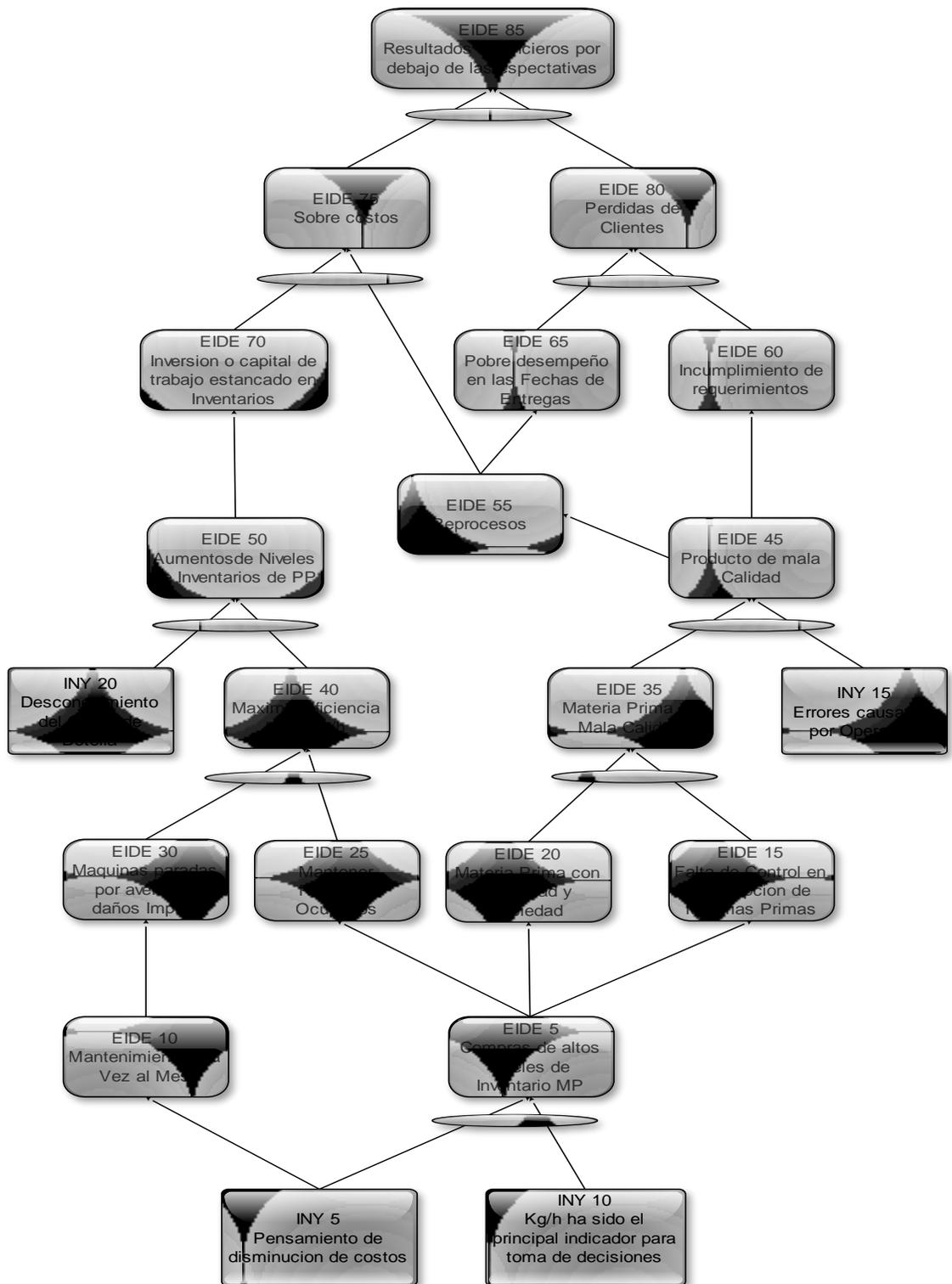


Figura 5: Árbol de la realidad actual de KANGUPLAST LTDA.

**Conflicto Raíz.** Es un choque entre diferentes deseos que puede existir entre dos personas, entre dos grupos, entre una persona o un grupo, la cual es una necesidad a satisfacer, pero ninguna de las partes está dispuesta a ceder y poner en peligro su necesidad. El conflicto raíz de KANGUPLAST LTDA., se encuentra en la base del árbol, el cual es INY 10 que sería **“Kg/h ha sido el principal indicador para toma de decisiones”** debido a que este es el que origina los EIDEs y por lo tanto es la restricción política, la cual no deja que KANGUPLAST LTDA., tenga un mejor desempeño en sus operaciones.

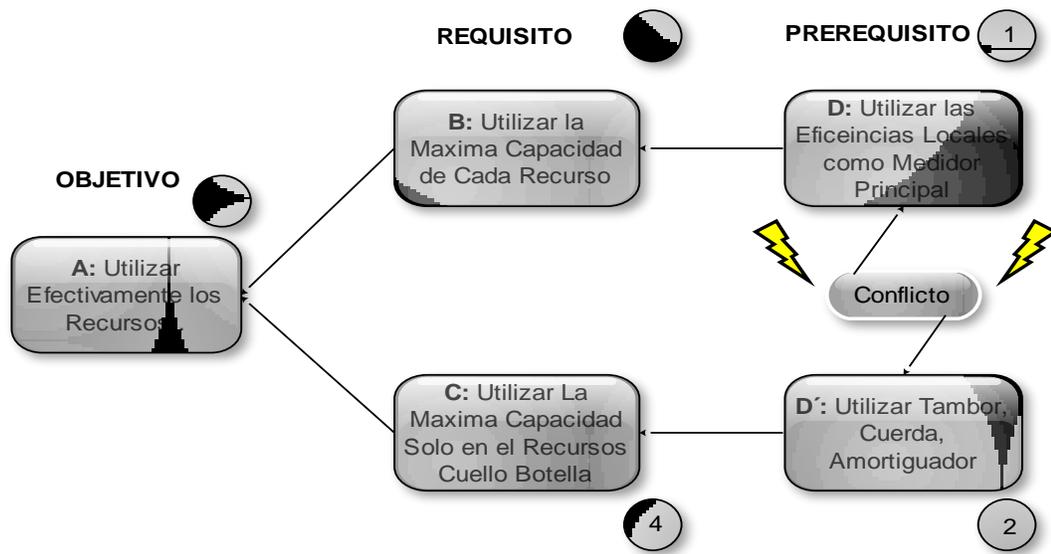
**Construcción de una solución.** Ya identificado el conflicto raíz o problema raíz, se procede a resolver los conflictos mediante el diagrama lógico llamado “nube medular” el cual nos va a permitir entender:

- la posición personal respecto al conflicto.
- analizar el problema de forma justa.
- enfocarnos en la esencia del asunto.
- encontrar la guía necesaria para encontrar soluciones GANAR-GANAR.
- crear un puente de dialogo con la otra parte.

**Cuáles son las partes involucradas.** Las partes involucradas en este conflicto es todo el personal de la planta pero principalmente la alta gerencia, la cual estipula la política de hacer uso de indicadores locales en todos los recursos del sistema.

**Nube Medular.** En el grafico de la nube medular, se observa que aparte de las letras que se utilizan para nombrar cada cuadro, también se enumera del 1 al 5, con el fin de representar el orden en el que se construye la nube una vez identificada la existencia del conflicto.

## PUNTO DE VISTA DE KANGUPLAST LTDA.



## PRINCIPIOS DEL TOC

Figura 6: Nube Medular

La nube se lee de la siguiente forma:

Para poder Utilizar efectivamente los recursos **A**, es necesario utilizar la máxima capacidad de cada recurso **B**.

Para poder utilizar la máxima capacidad de cada recurso **B**, es necesario Utilizar las eficiencias locales como medidor principal **D**.

Para poder Utilizar efectivamente los recursos **A**, es necesario Utilizar La Máxima Capacidad Solo en el Recursos Cuello Botella **C**.

Para Poder Utilizar La Máxima Capacidad Solo en el Recursos Cuello Botella **C**, es necesario utilizar tambor, cuerda, amortiguador **D'**.

Pero el prerequisito de Utilizar las eficiencias locales como medidor principal **D**, y Utilizar Tambor, Cuerda, Amortiguador **D'** se encuentran en conflicto.

Hasta este punto llego el Diagnostico ¿qué cambiar? Ahora se procederá a construir la solución, es decir, ¿hacia qué Cambiar?

### **3.5. ¿HACIA QUE CAMBIAR?**

Este es el segundo paso clave en el proceso de mejoramiento continuo de la teoría de restricciones, el cual busca desarrollar la solución que ataque al conflicto raíz y como consecuencia ataque los síntomas actuales que posee KANGUPLAST LTDA., para esto es necesario realizar cambios que aseguren la Salud de la organización. Consecuentemente, los cambios planteados deben apuntar a cambiar, reemplazar o eliminar las políticas, los medidores y los procedimientos que actualmente impiden que la organización logre el resultado final esperado como un todo.

**Identificación de los supuestos o paradigmas.** Uno de los dogmas de la Teoría de Restricciones es que en cualquier sistema que se conforma con un propósito, no existe tal cosa como un verdadero conflicto, solamente supuestos no revisados, por tal motivo se van aplicar inyecciones a cada flecha de la nube, estas inyecciones son supuestos que justifican por que su deseo es necesario para satisfacer la necesidad. Subyacente a cada flecha, incluyendo la flecha del conflicto entre D y D', existen los supuestos. Para identificar esos supuestos subyacentes recurrimos a revisar las declaraciones de "para poder..., necesitamos..." y le agregamos la palabra "porque", con lo cual solicitamos las razones de porqué A requiere de B, o B requiere de D, o C requiere de D', o hasta porqué D y D' son mutuamente excluyentes. Una vez que los supuestos han sido claramente identificados, solamente queda descubrir el supuesto que sea inválido para disipar la nube o conflicto.

**Supuestos.** Los supuestos que se muestran a continuación fueron establecidos principalmente por la alta gerencia y el personal de la planta de KANGUPLAST LTDA.

Para poder Utilizar efectivamente los recursos **A**, es necesario utilizar la máxima capacidad de cada recurso **B**, porque:

- ♣ disminuir la utilización de recurso afecta directamente la cantidad de productos terminados.

Para poder utilizar la máxima capacidad de cada recurso **B**, es necesario Utilizar las eficiencias locales como medidor principal **D**, porque:

- ♣ Las eficiencias locales me permiten llevar el control de la producción de cada recurso y la eficiencia de este.

Para poder Utilizar efectivamente los recursos **A**, es necesario Utilizar La Máxima Capacidad Solo en el Recursos Cuello Botella **C**, porque:

- ♣ El recurso cuello de botella es el que me indicara la máxima producción que me puede generar el sistema.

Para Poder Utilizar La Máxima Capacidad Solo en el Recursos Cuello Botella **C**, es necesario aplicar concepto tambor, cuerda, amortiguador en el proceso productivo **D'**, porque:

- ♣ La aplicación del concepto tambor, cuerda y amortiguador aumentara el flujo en el proceso.
- ♣ La aplicación del concepto tambor, cuerda y amortiguador Disminuye la inversión en compras de materia prima.
- ♣ La aplicación del concepto tambor, cuerda y amortiguador Disminuye los inventarios de productos en proceso.

A continuación se analizara cada supuesto argumentado por la empresa KANGUPLAST LTDA., con el fin de determinar si son validos o no.

**Disminuir la utilización de recurso afecta directamente la cantidad de productos terminados.**

Este supuesto es falso porque EL único recurso que limita la cantidad de productos terminados es el cuello de botella.

Es totalmente falso debido a que se va a producir más inventarios de (ver anexo J) y materia prima, así que por más que estén ocupados los recursos y entre mas materia prima consume, no quiere decir que se producirá más productos terminados.

**Las eficiencias locales me permiten llevar el control de la producción de cada recurso y la eficiencia de este.**

Este supuesto aunque es verdadero, no se enfoca en el cuello de botella del sistema, por lo tanto me va a provocar un despilfarro de materia prima convertida en productos en proceso.

A continuación se analizarán los supuestos propuestos por los investigadores, los cuales están basados en la teoría de restricciones.

**El recurso cuello de botella es el que me indicara la máxima capacidad de producción.**

Este supuesto es verdadero debido a que el cuello de botella es el recurso que limita la producción.

**La aplicación del concepto tambor, cuerda y amortiguador aumentara el flujo en el proceso.**

Este supuesto es verdadero, ya que la aplicación del concepto tambor, cuerda y amortiguador permite subordinar todos los recursos que se encuentren antes del cuello de botella.

**La aplicación del concepto tambor, cuerda y amortiguador Disminuye la inversión en compras de materia prima.**

Este supuesto es verdadero, debido a que por medio de estos conceptos conoceríamos el momento y la cantidad apropiada de materia prima que debemos comprar, manteniendo el recurso cuello de botella siempre en funcionamiento.

**La aplicación del concepto tambor, cuerda y amortiguador Disminuye los inventarios de productos en proceso.**

Este supuesto es verdadero, debido a que los recursos que se encuentran antes del cuello de botella, transformarán la cantidad necesaria para que el cuello de botella siempre esté en

funcionamiento, por lo tanto no debiera existir inventario de productos en proceso.

Luego de haber analizado cada supuesto se pudo identificar los supuestos inválidos, a partir de las siguientes ideas equivocadas dadas por el personal de KANGUPLAST LTDA., esto permitió el rompimiento de la flecha A –B y por ende la solución del conflicto.



Figura 7: Solución de conflicto

Como conclusión se puede decir:

- ♣ Recursos ociosos no necesariamente son un desperdicio.
- ♣ Muchas veces el tener los recursos trabajando al 100% es el mayor desperdicio (ver anexo D)
- ♣ Subordinar los recursos al cuello de botella para disminuir los inventarios de productos en proceso y materia prima.

Una vez se determina las inyecciones para romper las flechas y solucionar el conflicto en análisis, se procede a describir los posibles efectos deseados que se quiere lograr.

**3.5.1. Efectos deseados (EDEs).** A continuación se presentan los principales efectos deseados que se pretende lograr en la empresa KANGUPLAST LTDA.

- Satisfacción del cliente.
- Rentabilidad de la empresa.
- Cumplimiento en las fechas de entrega.
- Reducción de costos.
- Disponibilidad de capital de trabajo.
- Disminución en el inventario de productos en proceso
- Menor inversión en la compra de materia prima.

A partir de estos efectos deseados y de los supuestos que permitieron la ruptura del conflicto se construirá el árbol de la realidad futura para los cambios que se quieren implementar.

**3.5.2. Árbol de la realidad Futura.** El árbol de la realidad futura es el resultado de un proceso de pensamiento lógico y un buen conocimiento de sus causas y efectos, El propósito del ARF es comunicar la visión de cómo cambiar los efectos indeseables que encontramos en la realidad actual a efectos deseables, sin crear nuevos efectos no deseados.

Su lectura se realiza de la misma forma que utilizábamos para el ARA, las flechas

Indican relaciones de causalidad entre las entidades. A diferencia del anterior, el Árbol no nos expresa ahora “como están las cosas” sino “como estarán si hacemos x”. Los cuadrados de ángulo recto nos indican cuáles son las inyecciones.

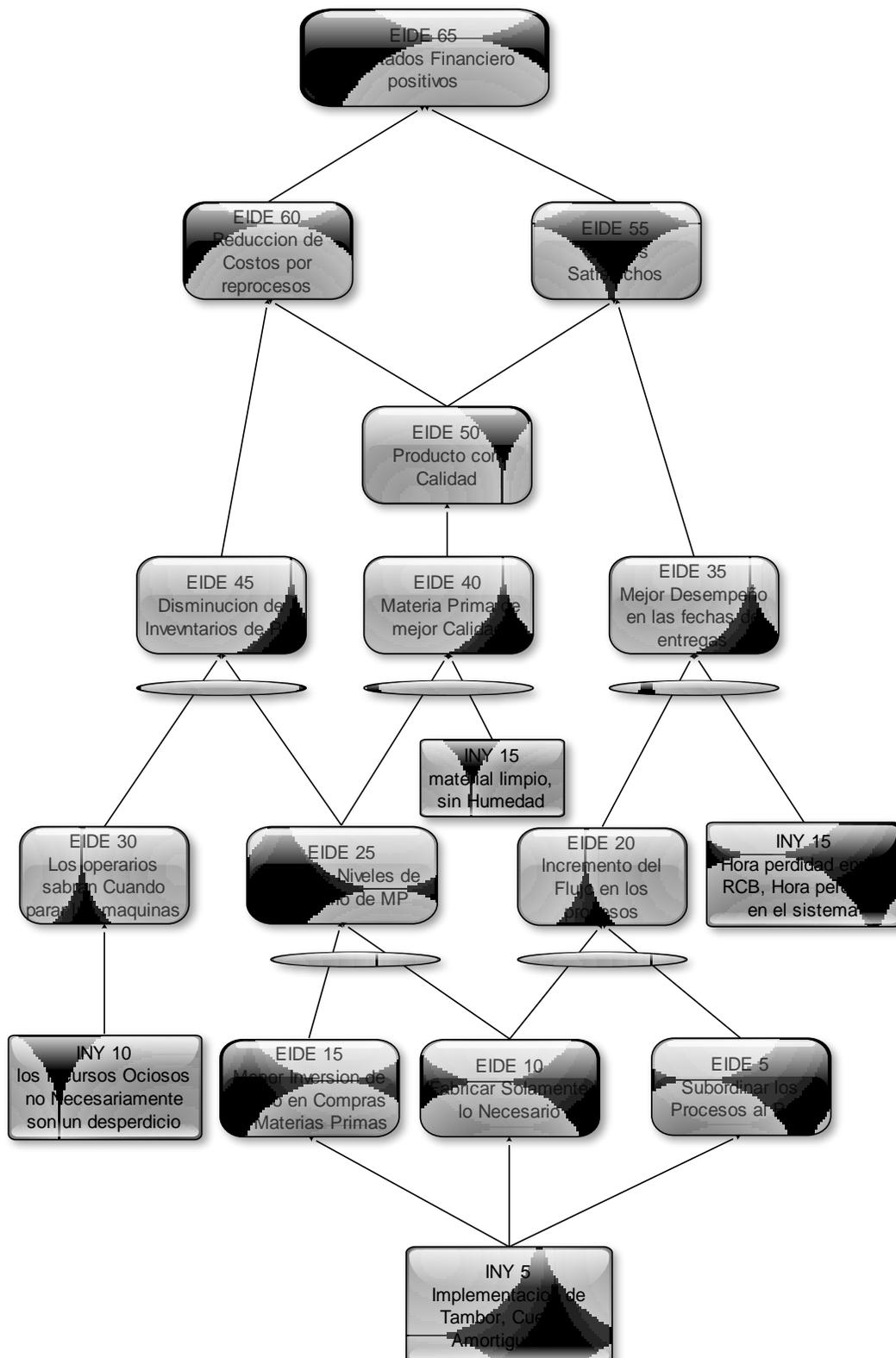


Figura 8: Árbol de la realidad futura

Por medio de análisis lógico se pudo determinar la estrategia a seguir para alcanzar los efectos deseables propuestos en la empresa KANGUPLAST LTDA. Y a través de la relación causa efecto se descubrieron los elementos faltantes los cuales son las inyecciones las cuales permitirán lograr estos efectos deseados y alcanzar los objetivos planteados.

Luego de haber idéntico el conflicto y la solución de este se procederá con el último paso o pregunta clave ¿Cómo Inducir el Cambio?

### **3.6. ¿CÓMO INDUCIR EL CAMBIO?**

Consiste en crear las estrategias más adecuadas para que los efectos deseables se puedan ir alcanzados y de esta forma lograr los objetivos finales. Las acciones que se quieren implementar deben ser explicadas de manera muy detallada, con el fin de que sirva de guía y de este modo saber que paso sigue en el proceso de cambio y por lo tanto no quedarse bloqueado, por este motivo se creara un plan de acción el cual describe los pasos a aplicar.

3.6.1. **Plan de Acción.** El plan de acción que se va a implementar en la empresa KANGUPLAST LTDA. Comenzara principalmente con la erradicación del conflicto raíz o restricción política la cual no permite que la organización tenga un buen desempeño, es decir cambiar el paradigma, la forma de pensar y de hacer las cosas, por el de una visión global, esto permitirá enfocarse a alcanzar los objetivos globales de la empresa.

#### **¿Cómo haremos este cambio?**

Por medio de charlas en base a la teoría de restricciones se explicara cada principio en la cual se fundamenta el TOC y demostrando por que el uso de indicadores locales afecta el desempeño de la empresa, debido a que estos aumentan la eficiencia de cada recurso pero esto no implica el aumento del número de productos terminados, pero causa un incremento en

los inventarios de productos en proceso, todo esto es fácilmente demostrado por medio de evidencias físicas presentes en la planta, tales como:

- Inventario de productos en proceso.
- Altos niveles de inventario de materia prima al comienzo de cada mes.

El cambio debe implicar soluciones ganar-ganar y de bajo costo, efectivo en el menor tiempo y con resultados cuantificables. Pero esto no lo es todo debido a que después de haber eliminado la restricción política, puede existir una restricción de mercado o una restricción física, para esto se aplicara la metodología de mejoramiento continuo de la teoría de restricciones la cual es esta estructurada en los siguientes pasos:

1. IDENTIFICAR la restricción de la organización
2. EXPRIMIR la restricción
3. SUBORDINAR todo lo demás a la decisión anterior
4. ELEVAR la restricción de la empresa
5. Volver al Paso 1

A continuación estos pasos serán explicados de forma más detallada, de cómo se debería ir aplicando la metodología TOC en la planta de la empresa KANGUPLAST LTDA.

### **3.6.2. Identificación de la Restricción de KANGUPLAST LTDA.**

Para identificar la restricción del sistema tenemos que mirar si existe una restricción en el mercado o una restricción física para esto tenemos que analizar que es un cuello de botella. Un cuello de botella es un recurso cuya capacidad sea menor que la demanda que se le aplica, es decir, un cuello de botella es un proceso que limita mi capacidad global, por lo tanto un cuello de botella puede ser, una maquina, fuerza de trabajo escasa o altamente calificada o simplemente una herramienta.

**Identificación de la restricción de Mercado.** Por lo anteriormente dicho, se puede decir que existe una restricción de mercado, cuando la capacidad de mi sistema es mayor que la demanda, por lo tanto lo que impide que mi sistema gane más dinero es la demanda actual que posee la empresa, con base a datos históricos e información suministrada por la empresa KANGUPLAST LTDA, se puede inferir si existe o no una restricción de mercado.

Periodo	Producción	Ventas
ago-07	15,428	15,428
sep-07	15,458	15,458
oct-07	14,284	14,284
nov-07	14,524	14,524
dic-07	15,122	15,122
ene-08	7,356	7,356
feb-08	9,414	9,414
mar-08	12,287	12,287
abr-08	14,628	14,628
may-08	13,243	13,243
jun-08	15,235	15,235
jul-08	14,946	14,946
ago-08	15,575	15,575

Tabla 3: producción de bolsas entre agosto 2007 – agosto 2008

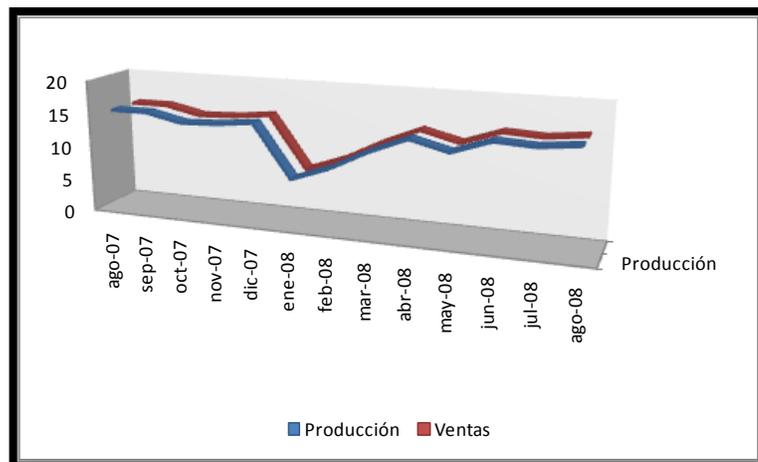


Figura 9: comportamiento producción y ventas entre agosto 2007 – agosto 2008

Al analizar la grafica podemos observar que su demanda no es muy variable, a excepción de los meses de enero, febrero y marzo, en los cuales se puede apreciar una caída significativa en las ventas, que fueron causadas por disminución en la capacidad de producción debido a daños mecánicos y electrónicos en algunas maquinarias.

KANGUPLAS LTDA., cuenta con 4 clientes leales, los cuales realizan aproximadamente la misma cantidad de pedidos cada mes, se ha presentado ocasiones en las que no se puede satisfacer pedidos de estos u otros clientes, ya que exceden la capacidad de producción.

Al observar lo estable de la demanda, y las afirmaciones por parte de la gerencia de KANGUPLAST LTDA., de que todo lo que se produce es vendido, podemos inferir que la restricción no se encuentra en el mercado.

### **Identificación de la restricción física de KANGUPLAST LTDA.**

Existen dos alternativas para identificar la restricción física del sistema, una es llevar cabo un perfil de recursos de capacidad y la otra es usar el conocimiento que se tiene acerca del sistema en este caso sería la planta de KANGUPLAST LTDA., ver sus operaciones y hablar personalmente con los operarios y trabajadores de la organización. Se realizara la segunda opción debido a que esta es la que recomienda la teoría de restricciones para determinar el cuello de botella, principalmente lo que se hizo en la planta de KANGUPLAST LTDA., fue analizar todos los procesos de la planta en funcionamiento, para descubrir en donde se encuentra la mayor acumulación de inventario ya sea de materia prima o producto en proceso.

La planta de KANGUPLAST LTDA., trabaja de lunes a sábado con 3 turnos de 8 horas cada uno, es decir las 24 joras del día, y el día domingo trabaja con 2 turnos de 8 horas, por lo tanto la producción solo se detiene el día domingo a las 4 de la tarde hasta el día lunes.

Horas trabajadas cada semana	160
Horas trabajadas cada mes	640
Horas trabajadas cada trimestre	1920

Tabla 4: horas de producción en KANGUPLAST LTDA.

Luego De realizar un inspección se encontró una gran cantidad de inventario de productos en proceso esperando por ser transformado por la por parte de la selladora, luego los operarios confirmaron esta afirmación y aseguraron que esa máquina limitaba la cantidad de producción, es decir es el cuello de botella, también se comprobó por medio del perfil de recurso de capacidad con datos suministrados por la empresa, se utilizaron las capacidades efectivas y reales para poder realizar este análisis, en la siguientes tablas podemos observar las correspondientes capacidades efectivas y reales de cada proceso.

### Proceso de extruccion

Capacidad Efectiva				
	Kg/Hora	Kg/dia	Kg/mes	Kg/trimestre
EXTRUSORA1	15	360	9600	28800
EXTRUSORA2	12	288	7680	23040
EXTRUSORA3	10	240	6400	19200
EXTRUSORA4	10	240	6400	19200
TOTAL	47	1128	30080	90240

Tabla 5: capacidad efectiva del proceso de extrusión

EXTRUSORA	
Horas trabajadas trimestralmente	1920
Horas trimestrales utilizadas en reparaciones mecanicas	240
Horas trimestrales utilizadas en reparaciones electricas	18
Porcentaje de horas utilizadas trimestralmente en reparaciones mecánicas	13%
Porcentaje de horas utilizadas trimestralmente en reparaciones electricas	1%
Porcentaje de desperdicio generado	3%

Tabla 6: capacidad y desperdicio trimestral del proceso de extrusión

Capacidad Real Total Mensual	25256,86 Kg
Capacidad Real Total Trimestral	75770,58 Kg

Tabla 7: capacidad real mensual y trimestral del proceso de extrusión

Al analizar los datos arrojados sobre la capacidad de la extrusora observamos la incongruencia que existe entre estos y la cantidad de toneladas de bolsas producidas mensualmente, la capacidad real de producción de la extrusora es alrededor de 26 toneladas mensuales, pero según los datos suministrados por la empresa KANGUPLAST LTDA., la cantidad máxima producida de bolsas entre agosto del 2007 y agosto del 2008 fue de 15,45 toneladas, por lo cual podemos confirmar y concluir que el cuello de botella no se encuentra en este proceso.

### Proceso de sellado

Capacidad efectiva				
	Kg/Hora	Kg/dia	Kg/mes	Kg/trimestre
SELLADORA 1	5	120	3200	9600
SELLADORA 2	5	120	3200	9600
SELLADORA 3	5	120	3200	9600
SELLADORA 4	5	120	3200	9600
SELLADORA 5	5	120	3200	9600
TOTAL	25	600	16000	48000

Tabla 8: capacidad efectiva del proceso de sellado

SELLADORA	
Horas trabajadas trimestralmente	1920
Horas trimestrales utilizadas en reparaciones mecánicas	9
Horas trimestrales utilizadas en reparaciones eléctricas	6
Porcentaje de horas utilizadas trimestralmente en reparaciones mecánicas	0,47%
Porcentaje de horas utilizadas trimestralmente en reparaciones eléctricas	0,31%
Porcentaje de desperdicio generado	2%

Tabla 9: capacidad y desperdicio trimestral del proceso de sellado

Capacidad Real Total Mensual	15557,5 Kg
Capacidad Real Total Trimestral	46672,5 Kg

Tabla 10: capacidad real trimestral y mensual del proceso de sellado

Al analizar los datos arrojados sobre la capacidad de las selladoras, observamos que su capacidad es menor que la del proceso de extrusión, lo cual explicaría la gran cantidad de inventario en proceso (rollos) que se encuentran esperando para ser transformados, esto se puede evidenciar mediante las fotografías tomadas en la planta, (ver anexo H)

### Proceso de Empaque

Empacado				
	Kg/Hora	Kg/día	Kg/mes	Kg/trimestre
EMPACADORA	35	840	21840	65520

Tabla 11: capacidad del proceso de empacado

El proceso de empacado es sencillo y rápido, y solo es realizado por una persona, la cual al analizar los datos suministrados por la empresa, trabaja a una mayor velocidad que el proceso de sellado.

Luego de analizar las capacidades de todas las estaciones del proceso productivo de bolsas plásticas en la empresa KANGUPLAST LTDA., podemos comprobar que el recurso cuello de botella es la selladora, limitando todo el proceso productivo, así como las ganancias obtenidas por la empresa.

Una vez localizado el cuello de botella del sistema el cual limita el rendimiento de este, se debe conocer la situación actual de la empresa por medio de los indicadores del TOC.

**Situación actual de la empresa KANGUPLAST LTDA. bajo los indicadores de teoría de restricciones (TOC).**

**Indicadores del TOC.** TOC propone los siguientes indicadores que son fundamentales para evaluar el impacto de cualquier acción en relación con la meta de la empresa. Estos indicadores son:

**Inventario (I):** Todo el dinero invertido en el sistema para generar Trúput, es decir, el dinero que se encuentra estancado en el sistema esperando hacer convertido a Trúput.

Materia prima	costo	% de utilización
Polietileno de Alta densidad	\$ 2.200,00	70%
Polietileno de Baja densidad	\$ 1.800,00	30%

Tabla 12: costo materia prima y porcentaje de utilización en mezcla

Niveles aproximados	Kg	Costo
Inventario mensual de Materia Prima	17000	\$ 35.360.000,00
Cantidad de producto terminado	15557,5	\$ 33.138.550,00
Inventario de producto en proceso	1442,5	\$ 2.221.450,00

Tabla 13: costo y cantidad en kilogramos de productos en proceso

INDICADORES	
Porcentaje de inventario inicial convertido en producto terminado	92%
Porcentaje de inventario inicial convertido en Inventario de producto en proceso	8%

Tabla 14: Indicadores de materia prima

Como podemos apreciar en la tabla un 8% de la materia prima se queda estancada en el proceso productivo como inventario de producto en proceso, es decir en términos monetario representarían \$2.221.450,00 que la empresa dejara de percibir en sus utilidades.

**Gastos de operación (GO):** Todo el dinero que el sistema gasta convirtiendo la inversión en Trúput, es decir, todo el dinero que sale del sistema.

<b>GASTOS DE OPERACIÓN</b>	
SALARIOS	\$ 11.737.500,00
ENERGÍA	\$ 3.800.000,00
ARRIENDO	\$ 9.935,67
DEPRECIACIÓN	\$ 6.851,32
TELEFONO	\$ 700.000,00
PUBLICIDAD	\$ 1.000.000,00
TRANSPORTE	\$ 5.760.006,68
OTROS	\$ 800.469,56
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 23.814.763,23</b>

Tabla 15: gastos de operación

En la 14 podemos apreciar los gastos de operación aproximados, los cuales fueron suministrados por la empresa KANGUPLAST LTDA.,

Estos tres parámetros se relacionan con los clásicos indicadores financieros, de la manera siguiente:

**Utilidad Neta = (T - GO)** es la suma de todo el Trúput generado por mes menos los gastos del mes.

**Rendimiento de la Inversión (RDI) = (T - GO)/ I** es la división de la utilidad del mes o año entre el inventario.

Estos indicadores deben de ser vistos como un conjunto y no como óptimos locales. O sea que cada vez que queramos cuantificar la variación que sufrirá uno de estos indicadores debe de visualizarse el impacto que el mismo tendrá en los otros indicadores de Operación.

Una vez conocida la situación actual bajo los indicadores del TOC , precedemos a exprimir al máximo el recurso aprovechando toda su

capacidad, ello se debe a que su eliminación puede ser difícil por aspectos principalmente económicos o precipitarnos en inversiones que más tarde podrían ser innecesarias, de aquí al próximo paso del TOC.

### 3.6.3. **Exprimir la Restricción.**

Ya identificado el cuello de botella se procederá a maximizar el rendimiento de este, ello implicara reducir cualquier causa de tiempo improductivo para disminuir el tiempos transcurrido desde que se libera la orden hasta que llega a la selladora, debemos recordar que una hora perdida en un cuello de botella es una hora perdida en todo el sistema y una hora ganada en un no cuello de botella es un espejismo.

### 3.6.4. **Subordinar todo lo demás a la decisión anterior.**

En el anterior paso se determino exprimir al máximo la capacidad de la selladora, sin embargo hay que ser conscientes que este recurso limitante es un porcentaje de los recursos que posee la organización y por lo tanto este recurso cuello de botella depende de otras actividades y operaciones que les estén suministrando componentes para mantener su funcionamiento constante.

**El Tambor:** En la empresa KANGUPLAST LTDA el tambor esta definido como la capacidad del recurso cuello de botella (proceso de sellado), el cual dictara el ritmo con que trabajaran los procesos de la organización.

$$.TAMBOR = 25 \frac{K}{h}$$

**El Amortiguador:** el objetivo del amortiguador es proteger el sistema contra Murphy, es decir evitar que la aglutinadora (Cuello de Botella) pare. El amortiguador está definido por la velocidad de reaprovisionamiento de la materia prima necesaria para que la

restricción nunca se detenga, debemos recordar que cada segundo perdido en la restricción, será un segundo perdido en todo el sistema. Para buscar el amortiguador debemos hallar el tiempo de reaprovisionamiento de la materia prima requerida por el cuello de botella y multiplicarlo por la cantidad de unidades producidas por la selladora.

$$BUFFER = (\text{Capacidad de la selladora} \\ \times \text{Tiempo necesario de reaprovisionamiento})$$

$$BUFFER = \left( 25 \frac{k}{H} * 0,5 H \right)$$

$$BUFFER = 12,5 \text{ K/HORA}$$

Se tiene que el amortiguador En la empresa KANGUPLAST LTDA., será de 12,5 kilogramos/Hora, lo cual representa la cantidad de kilogramos necesarios para que la restricción no se detenga durante los 30 Minutos días que se demora la extrusora en reabastecer a la selladora.

**La Cuerda:** es el programa de liberación de los materiales a la planta. Atar La Cuerda significa liberar material a la planta acorde con el Tambor y el Amortiguador.

Para justificar los dos pasos anteriores se propone el diseño de un modelo en Excel del sistema de programación y Control de la producción conocido como DBR que sirva de base para gestionar eficientemente la empresa KANGUPLAST LTDA.

#### **3.6.4.1. Programación del sistema de producción (DBR).**

Para establecer sistema de programación DBR, se utilizo la herramienta de office Excel para crear un formato interactivo que integra los componentes necesarios para incrementar y mantener un flujo constante en el sistema, por medio de la subordinación de las demás tareas con respecto al cuello de botella (proceso de sellado).

## ORDENES DE PRODUCCIÓN

En esta hoja se deben ingresar la información de las órdenes de producción de cada cliente, (ver anexo M). Se requieren los siguientes datos:

- ♣ **Numero de orden:** número asignado para diferenciar cada orden de producción. Este valor debe ser ingresado por el usuario.
- ♣ **Fecha de entrega:** es la fecha acordada con el cliente para la entrega de la orden de producción. Este valor debe ser ingresado por el usuario.
- ♣ **Referencia y cantidad en millares:** En estas celdas se deberán especificar la cantidad de millares solicitadas por cada referencia. Este valor debe ser ingresado por el usuario.

## SISTEMA DE PRIORIZACIÓN DE ÓRDENES.

Por medio de este formato interactivo se priorizan las ordenes de producción de acuerdo a “*priorización del trput*”, “*priorización de por penetración del buffer*”, “*priorizar por tiempo de producción*”, (ver anexo N). En esta hoja ningún valor debe ser ingresado por el usuario, automáticamente el programa hace las operaciones necesaria teniendo en cuenta los datos suministrados en la hoja de “*Ordenes*”

- ♣ **Priorización por trput**  
Por medio de esta opción se organizan las órdenes de producción teniendo en cuenta cual de ellas me genera un mayor trput.
- ♣ **Priorizar por penetración del buffer**  
Por medio de esta opción se organizan las ordenes de producción teniendo en cuenta su porcentaje de penetración del buffer, el cual relaciona el tiempo necesario para producir cada orden, y el tiempo de entrega establecido por el cliente.

♣ **Priorizar por tiempo de producción**

Por medio de esta opción se organizan las ordenes de producción teniendo en cuenta el tiempo de producción requerido de cada orden, dándole prioridad a aquella que necesite un menor tiempo de producción.

## PRODUCCIÓN DIARIA

En esta hoja se deben ingresar las cantidades requeridas por hora para subordinar la producción al cuello de botella, esto se debe a que el tiempo necesario para reabastecer el cuello de botella con materia prima es inferior a una hora, (ver anexo O). La tabla de producción diaria cuenta con la siguiente información:

- ♣ **Inventario:** Es la cantidad de materia con la que cuenta el cuello de botella al comienzo del día. Este valor debe ser ingresado el primer día teniendo en cuenta que debe ser el valor de Inventario productos en proceso del ultimo día del mes anterior, a partir del día 2 hasta el ultimo día del mes, este valor es ingresado automáticamente por el programa.
- ♣ **Buffer:** Cantidad de Minutos necesarias para que la materia prima (rollo) del cuello de botella (selladora) llegue a esta estación. Este valor debe ser ingresado por el usuario.
- ♣ **Cantidad solicitada:** Cantidad demandada por parte del cuello de botella (selladora) para seguir produciendo sin detenerse. Este valor debe ser ingresado por el usuario
- ♣ **Producción RCB:** Es la cantidad en kilogramos producida por el cuello de botella al finalizar la hora. Este valor debe ser ingresado por el usuario
- ♣ **Inventario productos en proceso:** Es la cantidad de inventario productos en proceso necesario producido por la extrusora, para que el cuello de botella nunca se detenga. Este valor es ingresado automáticamente por el programa al restar la

cantidad producida menos la cantidad de inventario de producto en proceso de la hora anterior

♠ **Diagnostico:** En estas celdas el programa me recomendará una acción dependiendo de que tanto se haya penetrado el buffer de producción por hora. Entre estas tenemos:

♣ *Espera:* Se debe seguir produciendo durante esa hora sin preocuparse por quedar sin materia prima para alimentar el cuello de botella, también debemos tener en cuenta que esta no es la opción ideal, ya que nuestro objetivo es la reducción de los niveles de inventario de material en proceso.

♣ *Preparar Orden:* Aunque aun se cuenta con suficiente material para que el cuello de botella no se detenga durante esa hora, se debe ir preparando la emisión de la orden de producción de las estaciones subordinadas al cuello de botella.

♣ *Emitir Orden:* Se debe emitir la orden de producción de material a las estaciones subordinadas del cuello de botella, para que esta no se quede sin material para transformar en las próximas horas.

♣ *Localizar Orden:* El cuello de botella se está quedando sin material para transformar y podría pararse en el transcurso de la hora, se debe localizar el material necesario lo más rápido posible.

♣ *Respuesta Inmediata:* El cuello de botella se ha quedado sin material para transforma.

## PRODUCCIÓN MENSUAL

En esta hoja se encuentra el programa integral de producción que suministrara diariamente la información necesaria para mantener un sistema de producción fluido, teniendo en cuenta toda la cadena de suministro incluyendo el lead time del proveedor, de tal forma que el sistema productivo no se detenga y minimizando el nivel de inventario de materia prima (ver anexo P). Encontraremos las siguientes características:

- ♣ **Programación integral de producción:** Esta tabla ayuda a tener un control de la producción mensual, alimentándose con la información ingresada en las tablas de la hoja de producción diaria, en esta tabla tenemos completa información de mi registro de producción diario, de mis niveles de inventario y del tiempo optimo para realizar pedidos de materia prima, de tal forma que no crezca mi nivel de inventario, ni que se detenga mi proceso productivo. La tabla cuenta con la siguiente información
- ♣ **Inventario:** Es la cantidad de materia prima con la que cuenta el proceso productivo al comienzo del mes. Este valor es ingresado por el usuario.
- ♣ **Buffer:** Cantidad de horas necesarias para que la materia prima (polietileno) llegue a mi sistema productivo, el cual incluye el lead time del proveedor. Este valor debe ser ingresado por el usuario.
- ♣ **Cantidad comprada:** Cantidad demandada de materia prima por el proceso productivo de tal forma que este pueda seguir produciendo sin detenerse. Este valor debe ser ingresado por el usuario, recordando que no debe ser muy alto, solo el necesario, ya que mi objetivo es mantener mis niveles de inventario bajos sin afectar el flujo del sistema.
- ♣ **Cantidad utilizada:** este valor es ingresado automáticamente por el sistema, el cual toma la información ingresada en las

tablas de producción diaria, tomando la suma total de producción de las horas de ese día y colocándola en la celda correspondiente, este valor también puede ser ingresado directamente por el usuario.

- ♠ **Cantidad disponible:** Es la cantidad de inventario actual de materia prima en el sistema. Este valor es ingresado automáticamente por el programa al restar la cantidad utilizada menos la cantidad de inventario del día anterior.
  
- ♠ **Diagnostico:** En estas celdas el programa me recomendará una acción dependiendo de que tanto se haya penetrado el buffer de producción diaria. Entre estas tenemos:
  - ♣ *Espera:* Se debe seguir produciendo durante ese día sin preocuparse por quedar sin materia prima para alimentar el proceso productivo, también debemos tener en cuenta que esta no es la opción ideal, ya que nuestro objetivo es la reducción de los niveles de inventario de materia prima.
  
  - ♣ *Preparar Orden:* Aunque aun se cuenta con suficiente material para que el proceso productivo no se, se debe ir preparando la emisión de la orden de compra al proveedor.
  
  - ♣ *Emitir Orden:* Se debe emitir la orden de compra de material prima al proveedor.
  
  - ♣ *Localizar Orden:* El flujo del proceso productivo está en peligro, se necesita contar con materia prima urgentemente.
  
  - ♣ *Respuesta Inmediata:* El proceso productivo se ha quedado sin materia prima, se deben tomar medidas correctivas inmediatamente.

- ♣ **Priorización de órdenes:** En esta tabla se indicara cual es la prioridad de las órdenes de producción para que no se registren incumplimientos.
- ♣ **Registro de producción:** En esta tabla se mostrara cual es la cantidad producida diariamente en kilogramos y que orden se encuentra actualmente en producción, debemos recordar que la cantidad producida y la cantidad necesaria de cada orden esta expresada en kilogramos. También encontraremos la celda “órdenes completadas”, que muestra información de las que ordenes se han cumplido hasta el momento.

## DIAGNOSTICO

En esta hoja se encuentra el diagnostico mensual del sistema productivo y que cambios se deberán realizar para que el próximo mes para mejorar el flujo del sistema, (ver anexo Q). Dentro de esta hoja encontraremos las siguientes tablas:

- ♣ **Penetración buffer:** En este cuadro se nos suministrara información del porcentaje y el numero de veces que el sistema se encontraba en alguno de los 5 estados de penetración, posteriormente dependiendo de los resultados, se nos hare una sugerencia sobre que cambios se deberán realizarse para el próximo mes.
- ♣ **Producción.** En este cuadro encontramos información del comportamiento mensual del sistema productivo, kilogramos producidos mensualmente y su grafica de comportamiento, el numero de órdenes de producción cumplidas y cuales fueron.
- ♣ **Compras.** En esta tabla encontraremos cual fue la cantidad total de kilogramos comprados durante el mes, registro de los

días en que se efectuaron las compras y la cantidad comprada por cada día.

#### **3.6.5. Elevar la restricción del Sistema.**

Luego de haber exprimido al máximo rendimiento de la restricción y haber subordinado los demás procesos con respecto al cuello de botella por medio del sistema de DBR, consecuentemente se realizó un análisis en el cual se llegó a la siguiente opción:

1. Aumentar la capacidad del cuello de botella, esto se lograría por la adquisición de nueva maquinaria. Se realizó una investigación en donde se cotizaron selladoras a un precio de \$ 6, 000,000 cada una, al analizar la capacidad actual de todo el proceso, se concluye que se deberán comprar 4 selladoras para elevar la restricción, con estas adquisiciones el proceso de sellado tendría una capacidad de aproximadamente 45 kg/hora, superior al proceso de empaque que es de 35kg/hora, que se convertiría en mi nuevo cuello de botella.

#### **3.6.6. Volver al Primer paso.**

Una vez que la restricción actual ha sido elevada se prosigue a buscar una nueva restricción que limite el sistema productivo. La nueva restricción sería el proceso de empaque, ya que tendría una capacidad de 35 Kg /hora.

## CAPITULO 4

### RESULTADOS Y COMPARACIONES

A partir de un modelo que se realizo en Excel se pudo analizar y comparar por medio de los indicadores financieros del TOC, cuánto dinero está perdiendo la empresa por no tener en cuenta su restricción y por medio de ella identificar cuáles son los productos que le generan mayor utilidades basándose en el Trupút y de acuerdo a estos, tomar decisiones de que pedidos aceptar y cuales rechazar, con el fin de que maximicen sus utilidades, para este modelo se utilizaron datos que fueron dados por la empresa KANGUPLAST LTDA, tales como capacidad de las maquinarias, inversión en los cuales están incluidos inventarios de materia prima e insumos, Gastos de Operación de la organización y otros como precio de venta y costos variables, la demanda de cada producto es tomada en base a datos aproximados suministrados por la empresa KANGUPLAST LTDA, los datos representan la mayor demanda que ha tenido cada producto desde agosto del 2007 hasta agosto del 2008. A continuación se mostrara los resultados arrojados por el modelo:

SALARIO			
Trabajadores	# Personal	Salario	Total
Operarios Extrusora	6	\$ 497.900,00	\$ 2.987.400,00
Operarios selladora	5	Por Producción	\$ 2.462.653,47
Ing. Eléctrico	1	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00
Mecánico	1	\$ 700.000,00	\$ 700.000,00
Total			\$ 7.150.053,47

Tabla 16: gastos salariales en KANGUPLAST LTDA.

GASTOS DE OPERACION	
SALARIOS	\$ 7.150.053,47
ENERGÍA	\$ 2.850.000,00
ARRIENDO	\$ 1.500.000,00
DEPRECIACIÓN	\$ 6.851,32
TELEFONO	\$ 160.000,00
TRANSPORTE	\$ 1.200.000,00
OTROS	\$ 2.000.000,00
	<b>\$ 14.866.904,79</b>

Tabla 17: gastos operativos en KANGUPLAST LTDA.

<b>INVERSION</b>	<b>\$ 35.360.000,00</b>
------------------	-------------------------

Tabla 18: Inversión operativa en KANGUPLAST LTDA.

Los datos de los salarios fueron suministrados por la empresa KANGUPLAST LTDA., cabe resaltar que los operarios de la selladora les pagan por producción, \$1000 pesos por cada millar de bolsas producida, lo cual es una gran estrategia debido a que la selladora es el cuello de botella del sistema. La empresa gasta \$1000 pesos de transporte por cada millar de bolsas enviada a otras Magangue, en donde se encuentra dos clientes leales, los cuales compran aproximadamente el 50% de la producción mensual. La inversión representa el valor de la materia prima que es comprada mensualmente, generalmente se compran 17 toneladas mensuales las cuales se distribuyen un 70% polietileno de baja densidad a un valor de \$1,800 pesos y un 30% de polietileno de alta densidad a un valor de \$2,200 pesos. Los otros gastos de operación son valores aproximados suministrados por el gerente de la empresa KANGUPLAST LTDA.

<b>CAPACIDAD</b>	
CAP TEORICA (MIN/MES)	38400
NIVEL EFICIENCIA	97%
DISPONIBILIDAD MIN	37.332,00

Tabla 19: Capacidad de producción en KANGUPLAST LTDA.

La capacidad teórica son los minutos mensuales que el recurso cuello de botella esta en funcionamiento, debemos recordar que el recurso esta en funcionamiento en 3 turnos de 8 horas de lunes a sábado y 2 turnos de 8 horas el día domingo, como resultado se obtendrá 38400 minutos al mes. El nivel de eficiencia representa el porcentaje de funcionamiento real de la maquina (97%), donde el 3% representan paradas de la maquina debido a mantenimiento correctivo.

Cuentas Contabilidad del Truput										
Producto	Precio	CTV	Ranking CTV	Truput/Unidad (TU)	Tiempo en el RCB (min)	Truput/Tiempo en el RCB	Ranking/Truput	Demanda (Proyección)	Mezcla Truput Máximo	Mezcla de Venta
Bolsa T5	\$ 12.000,00	\$ 8.320,00	5	\$ 3.680,00	9,6	383,3333333	5	1072	972	20
Bolsa T10	\$ 20.000,00	\$ 12.480,00	4	\$ 7.520,00	14,4	522,22	4	748	648	700
Bolsa T15	\$ 25.000,00	\$ 14.560,00	3	\$ 10.440,00	16,8	621,43	3	545	445	545
Bolsa T20	\$ 38.000,00	\$ 20.800,00	2	\$ 17.200,00	24	716,67	2	411	311	411
Bolsa T25	\$ 70.000,00	\$ 37.440,00	1	\$ 32.560,00	43,2	753,70	1	186	86	186

Tabla 20: cuentas de contabilidad del truput aplicadas en KANGUPLAST LTDA.

A continuación se explicara en forma detallada la tabal xxx de cuentas de contabilidad del truput.

- ♣ **PRODUCTO:** son las diferentes referencias que comercializa la empresa.
- ♣ **PRECIO:** Valor al cual se vende el millar de cada referencia.
- ♣ **CTV:** Es el costo de un millar de cada referencia el cual varía directamente con el costo de producción.
- ♣ **RANKING CTV:** Es la clasificación de mayor a menor del costo variable de todas las referencias, es decir aquel costo variable que tenga mayor valor tendrá estará de primero en la calcificación y así sucesivamente.
- ♣ **TRUPUT/UNIDAD (TU):** Es la diferencia entre el precio de venta y el costo total variable. Indica en cuánto contribuye al truput de la compañía cada unidad de producto vendido.
- ♣ **TIEMPO EN EL RCB (MIN):** Indica el tiempo que utiliza el producto en pasar por el RCB (cuello de botella).
- ♣ **TRUPUT/TIEMPO EN EL RCB:** Es el resultado de dividir el truput por unidad entre el tiempo que el producto usa el RCB (cuello de botella). Este resultado nos indicara cuanto dinero ingresa a la empresa por cada unidad de tiempo que el RCB procesa el producto.
- ♣ **RANKING TRUPUT:** Es la clasificación de menor a mayor que se le da al producto que tenga mayor truput, es decir el que contenga mayor truput tendrá el puntaje de 1 y así sucesivamente.
- ♣ **DEMANDA:** En esta columna aparecen la cantidad aproximada de los pedidos de cada referencia.
- ♣ **MEZCLA TRUPUT MAXIMO:** Aquí se muestra el máximo truput para el período analizado. Se obtiene considerando la capacidad del RCB, la demanda de los productos, el tiempo de los productos en el RCB y la utilidad de los productos. La

mezcla del máximo truput va a ser igual a la columna de la demanda hasta que la utilización acumulada alcance el 100%.

- ♣ **MEZCLA DE VENTA:** Esta columna contiene la cantidad que la empresa ha decidido producir y vender de cada producto en el período analizado.

UTILIZACIÓN ACUMULADA DEL RCB (%)		TRUPUT TOTAL POR PRODUCTO	
TRUPUT MAX	MEZCLA VENTA	TRUPUT MAX	MEZCLA VENTA
25,0%	0,5%	\$ 3.576.960	\$ 73.600
50,0%	27,5%	\$ 4.872.960	\$ 5.264.000
70,0%	52,0%	\$ 4.645.800	\$ 5.689.800
90,0%	78,5%	\$ 5.349.200	\$ 7.069.200
100,0%	100,0%	\$ 2.800.160	\$ 6.056.160

Tabla 21: truput y mezcla de venta de KANGUPLAST LTDA.

- ♣ **UTILIZACIÓN ACUMULADA DEL RCB:** Multiplicamos la cantidad a ser producida de cada producto por el tiempo que cada producto utiliza el RCB y dividimos este resultado por la disponibilidad del RCB. Luego acumulamos estos porcentajes a medida que bajan las cuentas. En el lado izquierdo acumulamos la utilización del RCB, para suministrar la mezcla del máximo truput. Cuando la utilización acumulada es menor que el 100%, indica que el RCB se encuentra ocioso.
- ♣ **TRUPUT TOTAL POR PRODUCTO:** Indica cuánto dinero va a ser generado por la empresa. En el lado izquierdo encontraremos el truput máximo que la empresa puede generar en el período analizado. En el lado derecho encontramos el truput total que la empresa va a generar basado en la mezcla de venta.

INDICADORES TOC	TRUPUT MAX	MEZCLA VENTA
<b>TRUPUT TOTAL</b>	\$ 21.245.080	\$ 24.152.760
<b>GASTO OPERACIÓN</b>	\$ 14.866.905	\$ 14.866.905
<b>UTILIDAD NETA</b>	\$ 6.378.175,21	\$ 9.285.855,21
<b>DIFERENCIA UN</b>	\$ 2.907.680,00	
<b>ROI</b>	18,0%	26,3%

Tabla 22: indicadores TOC en la empresa KANGUPLAST LTDA.

- ♣ **TRUPUT TOTAL:** Indica cuánto dinero va a ser generado por la empresa. En el lado izquierdo encontraremos el truput máximo que la empresa puede generar en el período analizado. En el lado derecho encontramos el truput total que la empresa va a generar basado en la mezcla de venta.
- ♣ **GASTOS DE OPERACIÓN:** Los gastos generados en el periodo
- ♣ **UTILIDAD NETA:** Es la diferencia entre el TRUPT TOTAL y el Gasto de operación, es decir la ganancia generada durante el mes, En el lado izquierdo encontraremos la utilidad neta que la empresa puede generar en el período analizado. En el lado derecho encontramos la utilidad neta que la empresa va a generar basado en la mezcla de venta.
- ♣ **DIFERENCIA EN LA UTILIDAD NETA:** Es el costo de oportunidad, el cual la empresa está sacrificando para satisfacer los pedidos de los clientes.
- ♣ **RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN:** Mide la tasa en que la inversión de la empresa se está recompensando. . En el lado izquierdo encontraremos un ROI de 18% que la empresa puede generar en el período analizado. En el lado derecho encontramos un ROI de 26,3% que la empresa va a generar basado en la mezcla de venta, es decir fabricando aquellos productos que generan un mayor TRUPUT.

## CONCLUSIONES

Basándose en la investigación realizada en la empresa KANGUPLAST LTDA se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- ✓ La organización KANGUPLAST LTDA., posee un tipo de ambiente de operaciones tipo V principalmente por la gran variedad de productos que surgen a partir de pocas materias primas, lo cual facilito la identificación de los efectos indeseables para ese tipo de estructuras.
- ✓ Se Diseño un modelo de gestión gerencial basado en la teoría de restricciones que permita facilitar el proceso de toma de decisiones conducente a la mejora de indicadores globales de la compañía, basándose en el TRUPUT y en la metodología tambor-amortiguador-cuerda.
- ✓ Se identifico la causa raíz de la problemática de KANGUPLAST LTDA por medio del árbol de la realidad actual, la cual era la toma de decisiones con base al indicador Kg/h.
- ✓ Se elimino el conflicto raíz por medio de la nube medular, en el cual se identifico el supuesto no valido, **Disminuir la utilización de recurso afecta directamente la cantidad de productos terminados.** Falso debido a que se va a producir más inventarios de productos en proceso y materia prima, así que por más que estén ocupados los recursos y entre mas materia prima consume, no quiere decir que se producirá más productos terminados.
- ✓ Se identifico la restricción del sistema cuyo cuello de botella era el proceso de sellado debido a que era el recurso que poseía menor capacidad y por lo tanto le impedía al sistema tener un mayor rendimiento y generar mayores utilidades.

- ✓ Por medio del modelo DBR se lograron identificar los componentes que facilitan el flujo del proceso productivo, permitiendo priorizar las órdenes teniendo en cuenta la importancia relacionada con el porcentaje de penetración del amortiguador.
  
- ✓ Se creó un programa interactivo en Excel que facilitara el control de la producción, diagnosticando diariamente el porcentaje de penetración del amortiguador, con el fin de mantener el flujo constante del proceso productivo, reduciendo inventarios de materia prima y productos en proceso.
  
- ✓ A través del programa interactivo en Excel, se puede conocer qué orden de trabajo se debe fabricar basándose en el truput generado, tiempo de entrega disponible y penetración del amortiguador.
  
- ✓ Por medio del modelo para la toma de decisiones basado en el Truput, se obtuvo que La referencia que presenta un mayor TRUPUT es la T 25, pero esta presenta una menor demanda, por lo tanto se debe ampliar el mercado para este producto y así generar mayores utilidades para la empresa.
  
- ✓ Por medio del truput se pudo determinar la mezcla de productos con el fin de obtener mejores resultados en los indicadores financieros teniendo en cuenta la restricción del sistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ Debernardo, Héctor. La asignatura pendiente en las Organizaciones. [www.geocities.com/jgozio/PROD/Art\\_TOC\\_meta\\_de\\_las\\_org.doc](http://www.geocities.com/jgozio/PROD/Art_TOC_meta_de_las_org.doc).
- ❖ Goldratt, Eliyahu. La meta. Tercera edición. Ediciones Castillo. México. 1994.
- ❖ Sarache, William. Guía del módulo Gestión de Sistemas Productivos. Corporación universitaria de Ibagué. Universidad central de las Villas. Ibagué. 2003.
- ❖ Umble, Michael. Manufactura Sincrónica. Primera edición. Editorial CECSA. México. 1995.
- ❖ Pey i Rosell Josep. Una visión sistémica de la organización en el siglo XXI. Edición Granica. México. 2005.
- ❖ Merli Giorgio. La gestión eficaz Editorial Díaz de Santos, Edición Díaz de Santos. México. 2005.
- ❖ DEBERNARDO HECTOR. ¿Que es TOC?; Boletín del Instituto Goldratt, Argentina 2000.
- ❖ ROZEMBERG DINO. Ganar ganar es posible; Boletín del Instituto Goldratt, Argentina 2000.
- ❖ Chase Aquilano Jacobs. Administración de Producción y Operaciones. Editorial Mc Graw Hill. México. 2001.
- ❖ [www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/pycdelapro.htm](http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/pycdelapro.htm)

**ANEXOS**

**ANEXO A**



**ANEXO B**



**ANEXO C**



**ANEXO D**



**ANEXO E**



**ANEXO F**



**ANEXO G**



**ANEXO H**



**ANEXO I**



**ANEXO J**



**ANEXO K**



**ANEXO L**



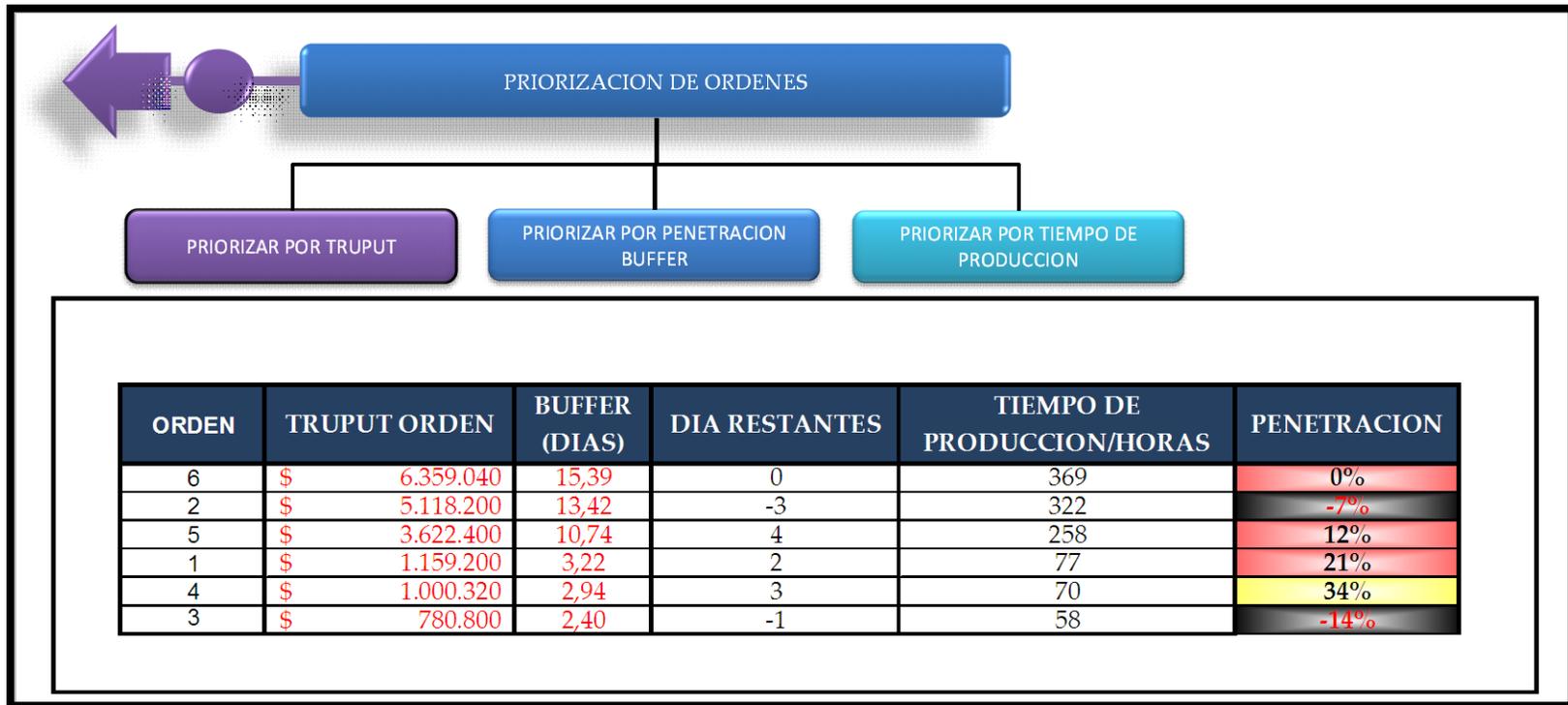
## ANEXO M

**FECHA**

**25/02/2009**

ORDEN	FECHA DE ENTREGA	REFERENCIA	CANTIDAD MILLARES
1	27/02/2009	Bolsa T5	100
		Bolsa T10	
		Bolsa T15	
		Bolsa T20	46
		Bolsa T25	
2	22/02/2009	Bolsa T5	100
		Bolsa T10	
		Bolsa T15	455
		Bolsa T20	
		Bolsa T25	
3	24/02/2009	Bolsa T5	100
		Bolsa T10	
		Bolsa T15	
		Bolsa T20	24
		Bolsa T25	
4	28/02/2009	Bolsa T5	100
		Bolsa T10	23
		Bolsa T15	44
		Bolsa T20	
		Bolsa T25	
5	01/03/2009	Bolsa T5	100
		Bolsa T10	355
		Bolsa T15	
		Bolsa T20	34
		Bolsa T25	
6	25/02/2009	Bolsa T5	100
		Bolsa T10	
		Bolsa T15	246
		Bolsa T20	199
		Bolsa T25	

## ANEXO N



## ANEXO O

Inventario	50 Kg		DIA 1																							
	Buffer		60 Min																							
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Cant. Solicitada (kg)	100			50				19	75			75			100				100							
Produccion RCB	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		
Inventario	125	100	75	100	75	50	25	19	69	44	19	94	69	44	119	94	69	44	119	94	69	44	19	-6		
Diagnostico	Preparar orden	Preparar orden	Emitir orden	Preparar orden	Preparar orden	Emitir orden	Emitir orden	Localizar orden	Localizar orden	Emitir orden	Localizar orden	Localizar orden	Emitir orden	Emitir orden	Localizar orden	Preparar orden	Emitir orden	Emitir orden	Localizar orden	Preparar orden	Emitir orden	Emitir orden	Localizar orden	Localizar orden	Respuesta inmediata	

Inventario	4 Kg		DIA 2																							
	Buffer		60 Min																							
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Cant. Solicitada (kg)	100	50		50			20	25	75			75			100				100					100		
Produccion RCB	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	20	25	25	25	25	25	25	25	25		
Inventario	79	104	79	104	79	54	49	49	99	74	49	99	74	49	124	104	79	54	129	104	79	54	129	104		
Diagnostico	Emitir orden	Preparar orden	Preparar orden	Emitir orden	Preparar orden	Emitir orden	Emitir orden	Emitir orden	Preparar orden	Emitir orden	Emitir orden	Preparar orden	Emitir orden	Emitir orden	Preparar orden	Preparar orden	Emitir orden	Emitir orden	Preparar orden	Preparar orden	Emitir orden	Emitir orden	Preparar orden	Preparar orden		

Inventario	104 Kg		DIA 3																							
	Buffer		60 Min																							
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Cant. Solicitada (kg)		50		50			24		75			75			100				100				23	100		
Produccion RCB	25	25	25	25	25	22	22	22	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		
Inventario	79	104	79	104	79	57	59	37	87	62	37	87	62	37	112	87	62	37	112	87	62	60	135	110		
Diagnostico	Emitir orden	Preparar orden	Emitir orden	Preparar orden	Emitir orden	Emitir orden	Emitir orden	Localizar orden	Emitir orden	Emitir orden	Emitir orden	Localizar orden	Emitir orden	Emitir orden	Localizar orden	Preparar orden	Emitir orden	Emitir orden	Localizar orden	Preparar orden	Emitir orden	Emitir orden	Emitir orden	Preparar orden	Preparar orden	

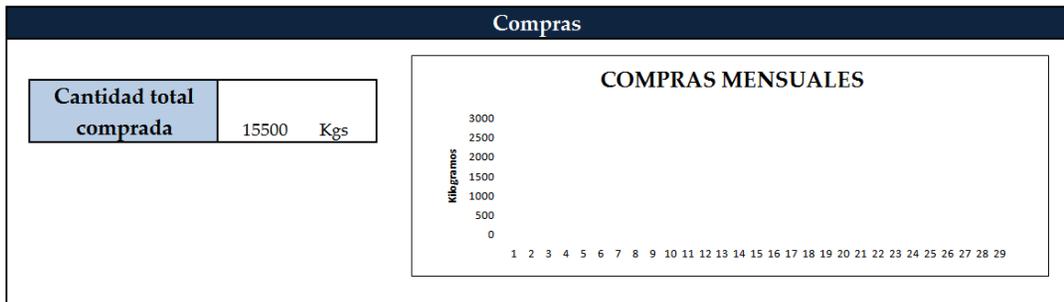
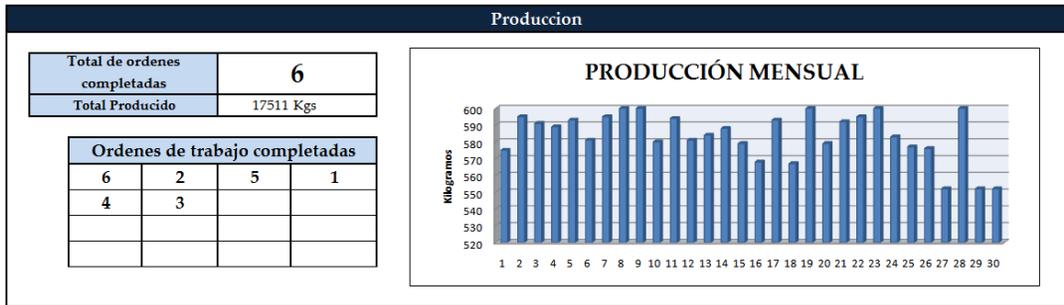
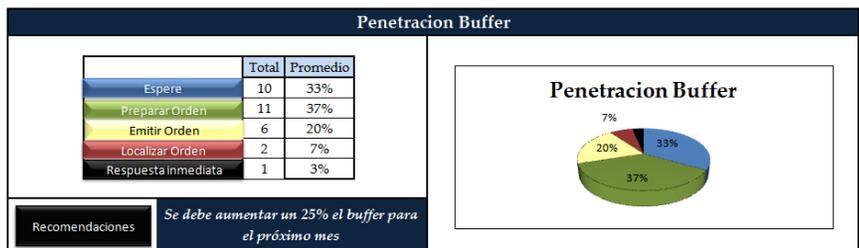
## ANEXO P

Inventario	2000 Kg		Programación integral de producción																												
Buffer	24 Horas																														
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Cant. Comprada		400	1000	100	1000		2000			3000				1000		800	800		800		800			3000			700	100			
Cant. Utilizada	575	595	591	589	593	581	595	600	600	580	594	581	584	588	579	568	593	567	600	579	592	595	600	583	577	576	552	600	552	552	
cant. disponible	1425	1230	1639	1150	1557	976	2381	1781	1181	3601	3007	2426	1842	2254	1675	1907	2114	1547	1747	1168	1376	781	181	2598	2021	1445	1593	1093	541	-11	
Diagnostico	Preparar orden	Preparar orden	Preparar orden	Preparar orden	Emitir orden	Preparar orden	Emitir orden	Esperar	Preparar orden	Emitir orden	Esperar	Esperar	Esperar	Esperar	Esperar	Preparar orden	Esperar	Esperar	Preparar orden	Preparar orden	Emitir orden	Preparar orden	Emitir orden	Localizar orden	Esperar	Esperar	Preparar orden	Preparar orden	Emitir orden	Localizar orden	Resquest inmediato

Priorización de ordenes						
Orden	6	2	5	1	4	3
Cantidad a Producir	860	3585	240	446	2470	3712

Registro de producción																														
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Orden	6	2	2	2	2	2	2	1	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3											
T. Producido	575	1170	1761	2350	2943	3524	4119	4719	5319	5899	6493	7074	7658	8246	8825	9393	9986	10553	11153	11732	12324	12919	13519	14102	14679	15255	15807	16407	16959	17511
Ordenes completadas	6	2	5	1	4	3																								

## ANEXO Q



## ANEXO R

Ciudad y Fecha:		
Lugar:	Hora Inicio:	Hora Final:
Reunión/Comité/Proyecto:		

Participantes	Firmas

**Agenda:**

Nº	Tema

**Desarrollo:**

**1. Desarrollo Agenda**



**3. Propuestas y Varios**