



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL GERENCIAMIENTO POR
RESTRICCIONES PARA EMPRESAS FABRILES QUE FORMAN
PARTE DEL SECTOR DE LA MICRO Y PEQUEÑA EMPRESA DE
EL SALVADOR

Trabajo de Graduación presentado por:

RAFAEL ANTONIO ALFARO MEDRANO

ROLANDO INGLÉS CHÁVEZ

EDWIN EDGARDO TORRES MARAVILLA

Para optar al Grado de Ingeniero Industrial

MAYO, 2002

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

LIC. JOSÉ MAURICIO LOUCEL

RECTOR

ING. NELSON ZÁRATE SÁNCHEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO

ING. GENARO ANTONIO HERNÁNDEZ

DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

JURADO EXAMINADOR

ING. GENARO ANTONIO HERNÁNDEZ

PRESIDENTE

ING. MARIO ERNESTO CARBAJAL

PRIMER VOCAL

ING. RIGOBERTO VINICIO HUEZO ALVAREZ

SEGUNDO VOCAL

MAYO, 2002

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

AGRADECIMIENTOS

Yo RAFAEL ANTONIO ALFARO MEDRANO, agradezco a Dios todo poderoso por haberme dado salud y vida para, culminar mi carrera y realizar mi trabajo de graduación, a la vez le doy las gracias a mi esposa; YOLANDA RODRIGUEZ DE ALFARO, por estar presente en todo momento de lo que representa este proceso de graduación, mas aun le doy las gracias A MIS PADRES; por haberme apoyado económica y moralmente durante toda la carrera.

A ellos y a todos lo que hicieron posible la culminación, de este trabajo de graduación mis mas sinceras gracias, y agradecimientos por haberme dado la oportunidad de realizarme como Ing. Industrial.

AGRADECIMIENTO

Yo EDWIN EDGARDO TORRES MARAVILLA, agradezco a Dios todo poderoso por haberme dado salud y vida para, culminar mi carrera y realizar mi trabajo de graduación, a la vez le doy las gracias a MIS PADRES; por haberme apoyado económica y moralmente durante toda la carrera.

A mis Hermanas, a mi novia y a todos lo que hicieron posible la culminación, de este trabajo de graduación mis mas sinceras gracias, y agradecimientos por haberme dado la oportunidad de realizarme como Ing. Industrial.

ÍNDICE

Contenido	Pág.
Introducción	i
1. CAPÍTULO I. GENERALIDADES	
1.1. Objetivos.....	1
1.1.1. Objetivo General.....	1
1.1.2. Objetivos Específicos.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Delimitaciones.....	3
1.3.1. Delimitación Espacial.....	3
1.3.2. Delimitación Geográfica.....	3
1.3.3. Delimitación Específica.....	3
1.3.4. Delimitación Referencial.....	4
1.3.5. Delimitación Conceptual.....	4
2. CAPÍTULO I. “MARCO TEÓRICO”	
2.1. Micro y Pequeña Empresa de El Salvador.....	5
2.1.1. Generalidades.....	5
2.1.2. Antecedentes Problemáticos del Sector.....	7
2.1.3. Situación Actual.....	9
2.1.4. Epilogo Situacional del Sector.....	11
2.2. Gerenciamiento por Restricciones.....	12

2.3. Teoría de Restricciones.....	13
2.3.1. Definición de Restricción.....	14
2.3.2. Antecedentes Históricos.....	17
2.3.2.1. Primera Interpretación.....	17
2.3.2.2. Segunda Interpretación.....	19
2.3.2.3. Tercera Interpretación.....	20
2.3.2.4. Cuarta Interpretación.....	21
2.4. Proceso de Focalización.....	22
2.4.1. Paso 1 – IDENTIFICAR LAS RESTRICCIONES.....	23
2.4.2. Paso 2 – CÓMO EXPLOTAR LAS RESTRICCIONES.....	25
2.4.3. Paso 3 – SUBORDINAR TODO LO DEMÁS.....	26
2.4.4. Paso 4 – ELEVAR LAS RESTRICCIONES.....	28
2.4.5. Paso 5 – VOLVER AL PASO 1.....	29
2.4.6. Aclaraciones sobre el Proceso de Focalización.....	29
2.4.6.1. Primera Aclaración.....	29
2.4.6.2. Segunda Aclaración.....	30
2.5. Proceso de Pensamiento.....	31
2.5.1. El Árbol de Realidad Presente.....	33
2.5.2. Evaporación de Nubes.....	35
2.5.3. Árbol de la Realidad Futura.....	38
2.5.4. Árbol de Pre-requisitos.....	41
2.5.5. Árboles de Transición.....	43

2.6. Método de Programación DBR.....	45
2.6.1. Programación del Cuello de Botella.....	51
2.6.2. Programación de los Centros de Trabajo Subsecuentes.....	53
2.6.3. Programación de los Recursos No Limitados Precedentes.....	54
2.6.4. Centros de Trabajo no Relacionados con Restricción.....	55
2.7. El Análisis de las Estructuras Lógicas V-A-T.....	57
2.7.1. Análisis de una Estructura Lógica.....	57
2.7.2. Estructura Lógica T.....	60
2.7.3. Estructura Lógica V.....	68
2.7.4. Estructura Lógica A.....	72

3. CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO.

3.1. Ámbito de la Investigación.....	77
3.1.1. Ladrillera “Los Marmoles”.....	77
3.1.2. Panadería “Lucy”.....	77
3.1.3. Confecciones “Amanda’s”.....	78
3.1.4. Estructuras Metálicas “Acevedo”.....	79
3.1.5. Industrias “Peraza”.....	80
3.2. Metodología de la Investigación.....	80
3.2.1. Tipo de Estudio	80
3.2.2. Método de Investigación	81
3.2.3. Instrumentos de Diagnóstico.....	83
3.3. Diagnóstico.....	83

3.3.1. Diagnóstico Ladrillera “Los Mármoles”	83
3.3.2. Diagnóstico Panadería “Lucy”	87
3.3.3. Diagnóstico Confecciones “Amanda’s”	90
3.3.4. Diagnóstico Estructuras Metálicas “Acevedo”	93
3.3.5. Diagnóstico Industrias “Peraza”	96
3.4. Conclusiones.....	98

4. Capítulo IV. Propuesta de Aplicación del Gerenciamiento por Restricciones.

4.1. Ladrillera “Los Marmoles”	100
4.1.1. Evaporación de Nube	100
4.1.2. Árbol de Realidad Futura	104
4.1.3. Árbol de Pre-requisitos.....	105
4.1.4. Árbol de Transición.....	107
4.2. Panadería “Lucy”	107
4.2.1. Evaporación de Nube	108
4.2.2. Árbol de Realidad Futura	111
4.2.3. Árbol de Pre-requisitos.....	112
4.2.4. Árbol de Transición.....	114
4.3. Confecciones “Amanda’s”	115
4.3.1. Evaporación de Nube	115
4.3.2. Árbol de Realidad Futura	118
4.3.3. Árbol de Pre-requisitos.....	119

4.3.4. Árbol de Transición.....	120
4.3.5. Programación DBR.....	121
4.3.5.1. Dibujo de Conjunto.....	121
4.3.5.2. Hoja de Ensamble.....	122
4.3.5.3. Hoja de Ruta	123
4.3.5.4. Estructura Lógica Producto Proceso.....	123
4.3.5.5. Análisis de Capacidad por Centro de Trabajo	124
4.3.5.6. Cálculo Programación Tambor.....	125
4.3.5.7. Programa de Producción del Tambor.....	126
4.4. Estructuras Metálicas Acevedo.....	127
4.4.1. Evaporación de Nube	127
4.4.2. Árbol de Realidad Futura	130
4.4.3. Árbol de Pre-requisitos.....	131
4.4.4. Árbol de Transición.....	133
4.5. Confecciones “Peraza”.....	133
4.5.1. Evaporación de Nube	134
4.5.2. Árbol de Realidad Futura	137
4.5.3. Árbol de Pre-requisitos.....	138
4.5.4. Árbol de Transición.....	140

Conclusiones

Bibliografía

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el planteamiento, justificaciones, bases teóricas y aplicación sobre el proyecto de grado titulado “Propuesta de Aplicación del Gerenciamiento por Restricciones para Empresas Fabriles que formen parte del Sector de la Micro y Pequeña Empresa de El Salvador”, con la cual se pretende brindar una perspectiva clara sobre cómo se desarrollará la Teoría de Restricciones y sus implicaciones teóricas y prácticas; así como, los resultados de la misma.

El esquema metodológico utilizado en la elaboración del presente proyecto de grado es el siguiente:

Las generalidades del proyecto se presentan en el capítulo I, siendo su contenido los objetivos alcanzados, así como el por qué es importante el desarrollo del mismo. El capítulo finaliza con el detalle de la demarcación espacial, geográfica, específica, referencial y conceptual dentro de las cuales se ha efectuado la investigación.

En el capítulo II se presenta generalidades y el marco situacional de la Micro y Pequeña Empresa de El Salvador esto para contar con bases sobre la realidad del sector puesto que este representa el objeto de estudio para el proyecto. El basamento teórico del proyecto se incluye además en este capítulo, involucrando la descripción general del Gerenciamiento por Restricciones y la Teoría de Restricciones. Se brinda mayor énfasis en el Proceso de

Focalización, Proceso de Pensamiento, Método de Programación DBR y Análisis de las Estructuras Lógicas VAT pues son estos los estamentos prácticos de la Teoría por Restricciones.

La descripción sobre el ámbito de la investigación y la metodología de la misma es parte del capítulo III, donde se brinda una breve descripción de cada una de las empresas conformantes de la muestra del estudio, así como del tipo de estudio, método de investigación e instrumentos de diagnósticos utilizados. Este capítulo culmina con la aplicación preliminar del Proceso de Pensamiento desarrollando el Árbol de Realidad Actual. Con esto último se da forma al diagnóstico, encontrando de esta forma el Problema Raíz a cada una de las realidades y perfilando así mismo el punto de partida para la posterior aplicación del Gerenciamiento por Restricciones por empresa.

El capítulo IV presenta sistemáticamente la manera como se aplicará el Gerenciamiento por Restricciones, es decir, en este capítulo se le da cumplimiento al objetivo general del proyecto con la elaboración completa de los árboles que conforman el Proceso de Pensamiento para cada empresa y la inclusión de la Programación DBR para una empresa en particular.

Capítulo I

Generalidades

1.1. Objetivos.

1.1.1. Objetivo General.

Aplicar las herramientas logísticas de la Teoría de Restricciones a empresas fabriles del sector de la micro y pequeña empresa de El Salvador para mejorar la productividad y competitividad de las mismas.

1.1.2. Objetivos Específicos.

- Detallar las generalidades sobre el sector de la micro y pequeña empresa de El Salvador, así mismo, las bases conceptuales de la Teoría de Restricciones y los fundamentos sobre la aplicación sistemática de la metodología del Gerenciamiento por Restricciones.
- Determinar las necesidades e inconvenientes a nivel gerencial y operativo de las micros y pequeñas empresas seleccionadas, a través de la observación in situ de las operaciones.
- Establecer los criterios de solución basados en el Gerenciamiento por Restricciones para mejorar el desempeño de las micros y pequeñas empresas seleccionadas.

1.2. Justificación.

Basándose en la importancia de la micro y pequeña empresa para el desarrollo económico y social de los países, es importante orientar a este sector hacia la competitividad y productividad, fortaleciéndolo ante los embates surgidos de políticas gubernamentales (tratados de libre comercio), y ausencia de incentivos específicos como líneas de créditos blandas y políticas tributarias flexibles.

Sobre esta base, es consecuente conocer, evaluar y valorar aquellas restricciones y/o impedimentos que obstaculizan el logro eficaz y eficiente de objetivos comunes y reales tendientes al logro de mayores índices de productividad y competitividad para las empresas.

A pesar de la existencia de una serie de técnicas o filosofías orientadas a la mejora de la productividad, la mayoría se aplican a problemas puntuales o en áreas funcionales particularmente. En contraste, el Gerenciamiento por Restricciones representa una alternativa para la problemática planteada, puesto que, concibe a las organizaciones como un todo integrado por partes interdependientes, es decir, la empresa es tomada como un solo sistema, tratando de explotar su potencial, a través de la gestión de sus factores más débiles, así:

- Identificando donde se encuentran los aspectos más débiles de HOY y donde se encontrarán mañana.
- Gestionando esos aspectos más débiles para obtener la máxima efectividad

HOY.

- Rompiendo las restricciones para obtener incrementos de desempeño del sistema.

1.3. Delimitaciones.

1.3.1. Delimitación Espacial.

El Salvador es la región donde la investigación se lleva a cabo, tomando de manera genérica las micro y pequeñas empresas del territorio en general.

1.3.2. Delimitación Geográfica.

El proyecto se desarrolla dentro de micro y pequeñas empresas del departamento de San Salvador.

1.3.3. Delimitación Específica.

La investigación se desarrolla en cinco micro y pequeñas empresas fabriles, a saber: Ladrillera “Los Mármolés”, Panadería “Lucy”, Confecciones “Amanda’s”, Estructuras Metálicas “Acevedo” e Industrias “Peraza”. Cabe mencionar el carácter *casual o incidental*¹ de la muestra, es decir, las empresas se han seleccionado directa e intencionalmente por la versatilidad y facilidad de acceso de las mismas.

¹ <http://www.uniovi.es/UniOvi/Apartados/Departamento/Psicologia/metodos/tutor.7/p2.html>

Asimismo, la muestra es de tipo *no probalística*, puesto que el objetivo fundamental del proyecto de investigación es la aplicación del Gerenciamiento por Restricciones, y no así la medición de variables en la población o la medición del tamaño de error en predicciones como si se tratase de una investigación de tipo explicativo.

1.3.5. Delimitación Referencial.

La información para analizar la realidad histórica y actual del sector de la micro y pequeña empresa se toma de estudios de diagnóstico del sector desarrollados en la década de los noventa principalmente.

1.3.6. Delimitación Conceptual.

Los conceptos, principios y técnicas de carácter logístico propuestos por la Teoría de Restricciones es la base conceptual para plantear un esquema de solución para la problemática de las micro y pequeñas empresas seleccionadas.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Micro y Pequeña Empresa de El Salvador.

2.1.1. Generalidades.

Los criterios para la definición de la micro y pequeña empresa en El Salvador, se basan en una dimensión laboral (número máximo de trabajadores) y en una dimensión económica (valor de las ventas brutas mensuales de la unidad económica). Así se considera como microempresa a aquella que emplea hasta un máximo de 10 personas y genera ingresos hasta de 50,000 colones mensuales. Pequeña empresa es aquella que emplea hasta 50 personas, con ventas mensuales entre 50,001 y 500,000 colones².

En este sector se puede observar una segmentación que responde a la heterogeneidad o diversidad interna determinada por las diferentes actividades económicas, niveles de productividad, técnicas de producción, ubicación espacial y geográfica, tipos de trabajadores, etc. Las mismas características constituyen la base para el diseño de acciones diferenciadas para eliminar los inconvenientes para su desarrollo. Estos segmentos comprenden: microempresa de subsistencia, de acumulación simple, de acumulación ampliada y pequeña empresa³.

² CONAMYPE, Ministerio de Economía, Política Nacional para la Micro y Pequeña Empresa, Octubre del 2000, Pág. 5

³ Ídem, p.

El número de micro y pequeñas empresas para el año 1998 ascendió a más de 473.000, que en términos relativos representa el 99% del parque empresarial nacional. En materia económica representa un aporte al PIB no agropecuario del 25% al 36%, lo que significa que el 1% restante de empresas tiene un aporte del 64% al 75% al mismo⁴.

Un análisis más profundo de este sector señala que el 65% de las unidades económicas están dirigidas por mujeres; el 77% de la actividad económica de las empresas se concentra en el área urbana; la mayoría son “cuenta propia”: 84%⁵.

En el país existen 856.665 personas, entre hombres y mujeres, prestando sus servicios en las micros y pequeñas empresas. Las mujeres representan el 58.5% del empleo total generado por la microempresa, y los hombres el 41.7%. En el caso de la pequeña empresa, el 56% son hombres y el 44% son mujeres. En este contexto, la micro y pequeña empresa proporciona empleo a un 38.2% de la Población Económicamente Activa (PEA) total no agropecuaria, y el 50% de la PEA urbana⁶.

⁴ CONAMYPE, Ministerio de Economía, Política Nacional para la Micro y Pequeña Empresa, Octubre del 2000, Pág. 5

⁵ Ídem

⁶ Ídem

Para el desarrollo económico del país es necesario e importante estimular el desarrollo de la MYPE y fortalecer su capacidad para generar empleo y bienestar en beneficio general de las economías en los ámbitos regional y nacional⁷.

2.1.2. Antecedentes Problemáticos del Sector.

Históricamente la economía salvadoreña se ha caracterizado por la debilidad de sus vínculos intersectoriales y por la incapacidad del aparato productivo de dar empleo a toda la población en edad de trabajar. Dos han sido los mecanismos principales que ha utilizado la población para procurarse ingresos: I) emigrar hacia los países de la región y hacia Estados Unidos; II) auto emplearse en ocupaciones de baja rentabilidad en sectores que se caracterizan por su fácil entrada particularmente en el comercio lo cual ha constituido el llamado sector informal de la economía⁸.

Durante la década de los ochenta, particularmente durante la primera mitad, la importancia del sector de la microempresa en general y del sector informal en particular aumentó considerablemente debido a los siguientes factores:

⁷ CONAMYPE, Ministerio de Economía, Política Nacional para la Micro y Pequeña Empresa, Octubre del 2000, Pág. 5

⁸ Diagnóstico Situacional de la Microempresa, Libro Blanco de la Microempresa, Pág. 3

- Cierre masivo de empresas ocurrido como resultado del conflicto y de la crisis económica.
- Desplazamiento de la población del campo a la ciudad.
- Aceleramiento del proceso de terciarización de la economía.
- Crisis del sector agropecuario.
- Mayor proceso de urbanización⁹.

Es así como el sector en cuestión se convirtió en los ochenta en uno de los bastiones principales que evitaron que la economía colapsara y posiblemente en el principal generador de empleo de la economía¹⁰.

Posteriormente, desde los acuerdos de paz en 1992, la micro y pequeña empresa en El Salvador, se ha caracterizado por ausencia de apoyo sostenible. Sin embargo, la potenciación de éste sector se convirtió en uno de los programas sociales básicos para el Gobierno de la República, lo anterior con ayuda de la cooperación internacional con la finalidad de recuperar la economía fuertemente golpeada por el conflicto interno anteriormente mencionado¹¹.

⁹ Diagnóstico Situacional de la Microempresa, Libro Blanco de la Microempresa, Pág. 3.

¹⁰ Ídem.

¹¹ Memoria del Primer Simposio Consultivo de la Micro y Pequeña Empresa, CONAMYPE, Septiembre de 1996, Pág. 27

La demanda de apoyo programado fue ampliamente superada por la demanda real, es decir, las expectativas fueron por mucho superadas. Lo anterior estuvo acompañado por la poca coordinación en la ejecución de los programas y en algunos casos existían duplicidad de acciones y multiplicidad de esfuerzos¹².

Dado que los objetivos de los programas estaban orientados a suplir necesidades urgentes de reinserción productiva de personas, los métodos estaban centrados en obtener resultados inmediatos, sin valorar la sostenibilidad de los mismos a largo plazo¹³.

Estos programas de apoyo eran sobretudo asistenciales y/o crediticios, generando en el sector desactualización tecnológica, así como aletargamiento en procesos industriales, propiciando consecuentemente ausencia de capacitación en el recurso humano.

2.1.3. Situación Actual.

La globalización galopante en todo el mundo, está redefiniendo los procesos de manufactura al localizar las fábricas en diferentes partes del mundo, abriendo oportunidades pero también amenazas para la micro y pequeña empresa, viéndose presionadas a cambiar paradigmas gerenciales como a

¹² Memoria del Primer Simposio Consultivo de la Micro y Pequeña Empresa, CONAMYPE, Septiembre de 1996, Pág. 27

¹³ Ídem

diseñar nuevos procedimientos para interactuar con el nuevo ambiente de la realidad económica internacional¹⁴.

Además, en una economía abierta donde existen distintos oferentes, el precio de los bienes y servicios transados se establece por las empresas mayormente productivas, de tal forma que el resto de empresas debe reducir costos o fijar un margen de ganancia menor que la empresa con mayor productividad¹⁵.

Por otra parte, los productos tangibles o intangibles deberán poseer carácter internacional, es decir, deberán desarrollarse bajo normas y estándares internacionales para que estos puedan competir en este nuevo marco comercial.

A pesar de la existencia de un buen número de diagnósticos sobre el sector, los cuales entre otros inconvenientes plantean la falta de apoyo financiero expedito, todavía este sector lo carece, principalmente porque la micro y pequeña empresa no dispone de las suficientes garantías exigidas por la banca para el otorgamiento de créditos. Así mismo, el crédito no siempre es otorgado libremente, es decir, la institución bancaria restringe el destino del mismo.

¹⁴ Escenario de Oportunidades en el Siglo XXI, Agencia Española de Cooperación Internacional, Pág. 12

¹⁵ Escenario de Oportunidades en el Siglo XXI, Agencia Española de Cooperación Internacional, Pág. 12

Adicionalmente, las tasas de interés propuestas por el sistema financiero son exageradamente elevadas basándose en la premisa que el empresario podrá pagar más por el dinero y seguir obteniendo beneficios.

2.1.4. Epilogo Situacional del Sector.

En términos generales la micro y pequeña empresa de El Salvador presentan las siguientes características:

- Producción basada en lo que el mercado comúnmente consume.
- Fabricación de productos que el competidor produce.
- Carencia de actualización para visualizar el comportamiento futuro de los mercados locales y extranjeros que les permita competir globalmente en forma efectiva.
- Privación de Política Industrial Integral.
- Falta de herramientas adecuadas para una efectiva toma de decisiones en situaciones de alto riesgo.
- Utilización de prácticas más elementales y muchas veces obsoletas de las tecnologías genéricas de administración e información y de los conceptos de sistemas.
- Poca o nula integración entre las mismas empresas que forman el sector.
- Ejercicio de competencia desleal entre ellas mismas.
- El principal problema es la falta de cultura de desarrollo hacia una Estrategia de Competitividad Global y Sostenible, lo cual implica que

debiera haber, al nivel de las micros y pequeñas empresas, el desarrollo de una actitud competitiva y el incremento de la habilidad para la formulación e implementación de estrategias administrativas para competir más eficaz y eficientemente.

2.2. Gerenciamiento por Restricciones.

El Gerenciamiento por Restricciones (GxR) es un modo de planificar, organizar, evaluar y controlar sistemas complejos. Contrariamente a la mayoría de los enfoques de gestión, ésta es una metodología con enfoque de sistemas. Esto significa que en lugar de tratar un sistema complejo como la suma de sus partes gestionadas independientemente, enfoca las organizaciones como un todo integrado por partes interdependientes.

Las raíces de ésta técnica de gestión se encuentran en la Teoría de Restricciones (TOC = Theory Of Constraint), concebida en los años ochenta por el físico israelí Eliyahu Moshe Goldratt. Esta teoría se compone de definiciones acerca de sistemas, y principios de operación de los mismos. Uno de los conceptos centrales de la Teoría de Restricciones, y las prescripciones de gestión emergentes de ésta, es la idea que los sistemas complejos tienen analogía con cadenas: La cadena entera no es más resistente que su eslabón más débil (la restricción del sistema).

El Gerenciamiento por Restricciones trata de explotar el potencial del sistema total gerenciando sus eslabones más débiles, así:

- Identificando donde se encuentran los eslabones más débiles de HOY y donde se encontrarán MAÑANA.
- Gestionando esos eslabones más débiles para obtener la máxima efectividad HOY.
- Rompiendo las restricciones para obtener incrementos de desempeño del sistema.

2.3. Teoría por Restricciones.

Como se ha mencionado, la Teoría de Restricciones (TOC) es una metodología sistémica de gestión y mejora de una empresa, cuyas ideas bases son las siguientes:

- 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 el sinónimo de recurso escaso. Es imposible tener una cantidad infinita de recursos. Las restricciones, son en general criterios de

decisión erróneos, puesto que impide a una organización alcanzar su más alto desempeño con relación a su meta.

- La única manera de mejorar es identificar y eliminar restricciones de forma sistemática.

2.3.1. Definición de Restricción.

La Teoría de Restricciones sostiene que toda empresa posee, al menos, una “Restricción Crítica” que impide la generación infinita de utilidades; es decir, Restricción o Limitación, es todo aquello que limita a la empresa o sistema a alcanzar la meta fundamental: “Generar Utilidades Hoy y Mañana”.

Las restricciones de las organizaciones pueden ser externas o internas, así:

- Externas
 - De mercado, o
 - De abastecimiento
- Internas
 - De recursos,
 - De comportamiento,
 - De procedimientos, logísticas.

Además, las restricciones pueden clasificarse en físicas y políticas:

- Restricciones Físicas
 - Maquinaria

- Equipo
- Materia Prima
- Personal
- Restricciones Políticas
 - Leyes
 - Regulaciones
 - La manera como se decide hacer negocios

Dentro de estas dos amplias categorías, existen siete tipos básicos de restricciones:

- Mercado. Insuficiente demanda para determinado producto o servicio.
- Recursos. Insuficiente personal, maquinaria, o medios para satisfacer la demanda de productos o servicios.
- Materiales. Incapacidad para obtener los materiales requeridos en cantidad y calidad necesarios para satisfacer la demanda de productos y servicios.
- Proveedor. Informalidad (inconsistencia) de un proveedor, o excesivo tiempo de entrega al responder una orden de compra.
- Finanzas. Insuficiente flujo de efectivo para sustentar una operación.

Por ejemplo, una organización que no puede producir más hasta que los pagos por trabajos anteriormente desarrollados han sido recibidos.

- Conocimiento. Inexistencia de la información o el conocimiento para mejorar el desempeño de la empresa.
- Competitividad. El personal no posee la habilidad (o niveles de habilidad) necesaria para desarrollar niveles altos de competitividad.
- Política. Cualquier ley, regulación, regla o práctica de negocio que inhibe el progreso hacia el logro de la meta.
- Es importante tomar en cuenta que en la mayoría de los casos, una restricción política es mayormente previsible por sobre cualquiera de los otras seis categorías de restricciones.

No todos estos tipos de restricciones son aplicables a la mayoría de sistemas.

Restricciones de materiales y proveedores probablemente no sean aplicables a empresas de servicios. Restricciones de mercado son generalmente irrelevantes dentro de organizaciones sin fines de lucro, tales como agencias de gobierno o ONG's. Pero, las restricciones de recursos, finanzas, conocimiento, y políticas pueden potencialmente afectar todos los tipos de organizaciones.

2.3.2. Antecedentes Históricos.

El origen de la Teoría de Restricciones puede explicarse desde el punto de vista de cuatro interpretaciones, a saber:

2.3.2.1. Primera interpretación.

“TOC fue creada por el Dr. Eliyahu Goldratt”.

Eliyahu Goldratt, doctor en Física, se interesó por los negocios a principios de los años setenta, cuando un pariente le solicitó que le ayudara a mejorar la producción de su pequeña empresa. 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. A finales de los años setenta, los hermanos Goldratt fundaron Creative Output, empresa que desarrolló un software para la programación y control de la producción basado en el algoritmo antes mencionado. El crecimiento de la 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 Abraham 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).

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 crean que TOC es "... sólo una cosa de Producción".

2.3.2.2. Segunda interpretación.

TOC fue creada por un equipo dirigido por el Dr. Eliyahu Goldratt. Durante toda su trayectoria, el Dr. Goldratt ha trabajado en equipos que fueron liderados por él mismo. Es natural pensar que los otros integrantes hayan aportado ideas para el desarrollo de TOC.

2.3.2.3. Tercera interpretación.

TOC fue creada, sin saberlo, por investigadores de todo el mundo puesto que si se revisa la bibliografía especializada sobre Investigación de Operaciones, Matemática e Ingeniería, se puede concluir que:

- TOC está basada en el Pensamiento Sistémico.
- Las soluciones que propone TOC para Operaciones y Gestión de Proyectos se basan en la Teoría de Colas y la teoría estadística de la Agregación.
- Los conceptos que propone TOC para la Toma de Decisiones son esencialmente el método "Costo Directo" llevado a su expresión más pura, que aparece en los libros de gestión de los años cincuenta.
- La solución que TOC propone para Distribución es básicamente la aplicación de la teoría de la Agregación.
- La palabra Throughput aparece en los libros de los años cincuenta.
- Los Procesos de Pensamiento de TOC son simplemente la verbalización del sentido común.

En definitiva, ni el Dr. Goldratt ni su gente del Goldratt Institute inventaron nada.

2.3.2.4. Cuarta interpretación.

Todas las interpretaciones anteriores son igualmente válidas.

Es cierto, Pensamiento Sistémico, Teoría de Colas, Simulación, "Direct Costing", Teoría de la Agregación, existían antes de que apareciera TOC.

Ahora bien:

¿Estas herramientas se están usando en alguna empresa?

¿Parece que NO son necesarias?

¿No será que la mayor parte de los problemas de una empresa, inclusive la falta de liquidez por una caída en el Mercado, son consecuencia de no usar estas herramientas correctamente?

Suponer que se decide empezar a usarlas:

¿Cómo hacerlo de forma que la empresa maximice sus utilidades y retorno de la inversión?

TOC es una respuesta a estas preguntas. El mérito del Dr. Goldratt es haber encontrado una forma para que estas herramientas

puedan ser usadas en las empresas, con una alta probabilidad de conseguir excelentes resultados.

Y, aunque muchas personas que trabajaron con el Dr. Goldratt sostienen que es un genio, se hace difícil creer que colaboradores brillantes como Donn Novotny, Dale Houle, Dee Jacobs, Oded Cohen, hayan sido meros espectadores durante estas dos décadas.

2.4. Proceso de Focalización.

La Teoría por Restricciones propone “El Proceso de Focalización” para gestionar las organizaciones, el cual consiste en los siguientes pasos:

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

Anteriormente se ha establecido que una RESTRICCIÓN es "aquello que le impide a un SISTEMA alcanzar un mejor desempeño con relación a su META". Por lo tanto, antes de utilizar el Proceso de Focalización se debe definir cuál es el sistema en estudio y qué meta persigue. Para efectos de aplicación, se considera 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.

2.4.1. Paso 1 - IDENTIFICAR las restricciones de la empresa.

Este Paso es quizá, el más difícil, puesto que normalmente se llama "restricción" a los síntomas de no usar correctamente el sistema. En general puede sostenerse que existen miles de restricciones. Por ejemplo: falta de gente, falta de máquinas, falta de materiales, falta de dinero, falta de espacio, políticas macroeconómicas, ausentismo, exceso de stocks.

La Teoría General de Sistemas sostiene que cualquiera sea el sistema y su meta, siempre hay unos pocos elementos que determinan su capacidad, sin importar cuán complejo o complicado sea.

¿Cómo identificar esos elementos?

¿Qué restricciones son más comunes en las empresas: políticas o físicas?

¿Cuáles son más fáciles de identificar?

En la mayoría de las empresas las restricciones son POLÍTICAS. Esto es, reglas formales o informales que impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño con relación a su meta.

Como consecuencia de la existencia de restricciones políticas no se puede obtener el máximo provecho de los escasos recursos de la empresa. El hecho de que existan restricciones políticas es importante puesto que de identificarlas y eliminarlas se puede aumentar notablemente la rentabilidad del sistema sin inversiones importantes de dinero. Y esto permite responder a la pregunta: ¿Cómo identificar las restricciones del sistema?

TOC propone construir un ÁRBOL DE REALIDAD ACTUAL, logrando así explicitar las interdependencias que existen en el sistema en estudio y encontrar los problemas medulares o restricciones.

Un error bastante típico en Operaciones (Producción y Servicios) es considerar que la restricción es el lugar donde se acumulan los stocks dentro del sistema. Esto no es siempre correcto, sino que depende de las interdependencias que existen.

2.4.2. Paso 2 - Decidir cómo EXPLOTAR las restricciones.

Las restricciones impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño con relación a su Meta (Sea ésta ganar dinero, cuidar la salud de la población, aumentar el nivel cultural de la Sociedad). Es fundamental, entonces, decidir cuidadosamente cómo se han de utilizar, y como se han de explotar.

Dependiendo de cuáles sean las restricciones del sistema, existen numerosos métodos para obtener de ellas el máximo provecho, ejemplos sencillos de cómo explotar una restricción son los siguientes:

- La restricción es una máquina: Se le deberían asignar los operarios más hábiles, se debería hacer control de calidad antes de que la misma procese las piezas, se debería evitar las paradas para almorzar (rotando al personal), se debería evitar que quedara sin trabajar por falta de materiales (Incorporación de buffers de tiempo), se le debería dotar de un programa óptimo donde cada minuto se aproveche para cumplir los compromisos con los clientes.

- La restricción está en el Mercado (No hay ventas suficientes): Asegurarse que todos los pedidos se despachan en el plazo comprometido con los clientes. No hay excusa ya que la empresa tiene más capacidad de producción que la demanda del Mercado. Muchas veces, al bajar la demanda se reduce la capacidad de producción (Despidos), esto lleva a que no se puedan cumplir los plazos comprometidos, lo que a su vez reduce aún más las ventas, lo que aumenta los despidos.

- La restricción es una materia prima (El abastecimiento es menor que las necesidades la empresa): Minimizar el scrap y las pérdidas por mala calidad, no fabricar cantidades mayores a las que se van a vender en el corto plazo.

2.4.3. Paso 3 - SUBORDINAR todo lo demás a la decisión anterior.

Este paso consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema, según fue definido en el paso anterior.

Como la empresa es un sistema, existe interdependencia entre los recursos que la componen. Por tal motivo no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto de su capacidad, sino que se le debe exigir que actúe de manera de facilitar que las restricciones puedan ser explotadas según lo decidido en el Paso 2 (numeral 2.4.2).

Es esencial, entonces, tener en cuenta las interdependencias que existen si se quiere realizar con éxito la subordinación. Pueden ser de gran ayuda en este paso la NUBE DE CONFLICTO y el ÁRBOL DE REALIDAD FUTURA.

Aunque no es tarea sencilla IDENTIFICAR las restricciones, intuitivamente se sabe que existen. EXPLOTARLAS significa obtener lo máximo posible de ellas, lo que tampoco se opone a la forma de pensar tradicional.

Pero ¿SUBORDINAR todo lo demás al ritmo que marcan las restricciones?
¿Obligar a la mayoría de los recursos a trabajar menos de lo que podrían?
Esto si se opone exactamente al pensamiento tradicional.

Imaginar que existe dentro de la empresa una persona que cuesta 200 dólares mensuales (sueldo, cargas sociales, cargas fiscales). Si esta persona no es restricción, entonces se debe obligarla a no estar ocupada el 100% del tiempo.

Al cumplimentar exitosamente los Pasos 1, 2 y 3, se obtiene el máximo provecho del sistema. La siguiente pregunta es, entonces, ¿cómo se puede seguir mejorando?.

2.4.4. Paso 4 - ELEVAR las restricciones de la empresa.

Para seguir mejorando es necesario aumentar la capacidad de las restricciones. Éste es el significado de ELEVAR.

Ejemplos de ELEVAR las restricciones del sistema son:

- La compra de una nueva máquina similar a la restricción.
- La contratación de más personas con las habilidades adecuadas

- La incorporación de un nuevo proveedor de los materiales que actualmente son restricción
- La construcción de una nueva fábrica para satisfacer una demanda en crecimiento.

En general la tendencia es realizar este paso sin haber completado los pasos 2 y 3. Procediendo de ese modo se está aumentando la capacidad del sistema sin haber obtenido aún el máximo provecho del mismo según como estaba definido originalmente.

Dado que, normalmente, el Paso 4 implica acciones que exigen mucho esfuerzo, tiempo y dinero, se recomienda no llevarlo a cabo hasta contar con la seguridad de que se hayan implementado con éxito los pasos anteriores. Esta forma de proceder ayudará, además, a generar más recursos propios para afrontar las inversiones necesarias.

2.4.5. Paso 5 - Volver al Paso 1.

En cuanto se ha elevado una restricción a de formularse la pregunta sobre si ésta sigue siendo tal o si ahora existen otros recursos con menor capacidad. Se debe, entonces, volver al Paso 1, comenzando nuevamente el Proceso.

Es importante cuidar de la inercia. En los pasos 1 a 3 se han definido las reglas de funcionamiento de la empresa considerando las restricciones existentes en ese momento. Si las restricciones han cambiado se deberán modificar todas esas reglas.

2.4.6. Aclaraciones sobre el Proceso de Focalización.

2.4.6.1. Primera Aclaración.

Para evitar los cambios constantes del quehacer de la empresa (ejemplo: reglas, políticas, procedimientos), ésta deberá, según TOC elegir cuál quiere que sea la restricción y trabaja para que siempre se mantenga allí. Es una decisión estratégica de máxima importancia.

2.4.6.2. Segunda Aclaración.

Los pasos anteriormente descritos sobre el proceso de focalización, suponen que las restricciones de la empresa son físicas. Los pasos 2 y 3 no son aplicables cuando existen restricciones políticas puesto que no tiene sentido, por ejemplo, subordinarse a un criterio de decisión erróneo.

En el caso de restricciones políticas, el Proceso de Focalización consta sólo de 4 pasos:

- Paso 1 - ¿QUÉ CAMBIAR? (IDENTIFICAR las restricciones de la empresa).
- Paso 2 - ¿HACIA QUÉ CAMBIAR? (ELEVAR las restricciones de la empresa, etapa de diseño de una solución a la situación problemática).
- Paso 3 - ¿CÓMO INDUCIR EL CAMBIO? (ELEVAR las restricciones de la empresa, etapa de implementación).
- Paso 4 - Volver al Paso 1.

Para el caso de restricciones políticas, el ÁRBOL DE REALIDAD ACTUAL es la herramienta creada para llevar a cabo el Paso 1. La NUBE DE CONFLICTO y el ÁRBOL DE REALIDAD FUTURA son las herramientas creadas para facilitar el Paso 2. El ÁRBOL DE PRE-REQUISITOS y el ÁRBOL DE TRANSICIÓN son las herramientas creadas para facilitar el Paso 3.

Los árboles anteriormente mencionados son las herramientas constitutivas de los Procesos de Pensamiento, el cual se explica a continuación.

2.5. El Proceso de Pensamiento (Thinking Process).

La Teoría de Restricciones esta compuesta por un conjunto de principios y conceptos, herramientas para el control de la producción y la gestión de proyectos, y una serie de árboles lógicos los cuales constituyen el Proceso de Pensamiento.

La lógica del Proceso de Pensamiento está compuesta de 5 árboles, los cuales son:

- Árbol de Realidad Presente (Current Reality Tree (CRT))
- Evaporación de Nubes (Evaporating Cloud (EC))
- Árbol de Realidad Futura (Future Reality Tree (FRT))
- Árbol de Prerrequisitos (Prerequisite Tree (PRT))
- Árbol de Transición (Transition Tree (TT))

Estos árboles fueron diseñados originalmente para ser aplicados en secuencia para lograr un análisis completo de cualquier sistema complejo, subsiguiente a su desarrollo, se concluye que aplicándose individualmente también resultan productivos. Por ejemplo, no es necesario la construcción de un Árbol de Realidad Presente, Árbol de la Realidad Futura, Árbol de Prerrequisitos o Árbol de Transición si todos son necesarios para resolver un conflicto en particular. Sin embargo, si los efectos de un conflicto llegan al grado de estancar el funcionamiento total del sistema, la construcción de uno o más de los árboles podrá ser necesario.

Los gerentes de cualquier nivel pueden usar el proceso de pensamiento para dar respuestas a los cuestionamientos de los árboles que determinan el éxito final en la optimización de todo el sistema, a saber:

- *¿Qué Cambiar?* Consiste en identificar el problema raíz, el cuál es la causa de la mayoría de los efectos indeseables que se observan en el sistema.
- *¿Hacia qué Cambiar?* Involucra el desarrollar una solución de “ganar-ganar” para resolver los conflictos que originan la existencia del problema raíz.
- *¿Cómo Lograr el Cambio?* Consiste en desarrollar los pasos necesarios para asegurar la implantación de la solución anterior.

En síntesis la información relevante para la toma de decisiones dentro del Gerenciamiento por Restricciones es:

- Identificar las restricciones.
- Conocer la meta del sistema.
- Medir el impacto de la decisión en base, o sobre la meta considerada.
- Conocer las condiciones necesarias.
- Cuál es el problema raíz, el conflicto y consecuencias negativas al tomar las decisiones.

2.5.1. El Árbol de la Realidad Presente (CRT).

El árbol de la realidad presente está diseñado para señalar un cambio en la cadena de causa y efecto, para una clara visibilidad de indicadores en el sistema que no están desarrollándose como deberían, los efectos indeseables usualmente provienen de las causas raíces escondidas, típicamente los Árboles de Realidad Presente (CRT) revelan que los diferentes aparecimientos de efectos indeseables no expuestos originan la misma causa raíz al sistema, reorganizando estos fenómenos se puede lograr ser más importantes para el desarrollo del sistema, porque estos facilitan la economía de esfuerzos, aplicando un mínimo esfuerzo hacia esos puntos críticos, todavía se efectúa el mejoramiento del sistema al máximo, de la misma forma de llevar el tiempo al compás del reloj.

Estas causas raíces usualmente podrían ser las restricciones que detienen al sistema de lograr altos niveles de desarrollo y no varían estas restricciones en ser restricciones de tipo políticas. La realidad presente representa una herramienta del análisis del sistema dando las respuestas al cuestionamiento de Qué Cambiar?

Pasos para Construir Árbol de Realidad Actual:

1. Hacer una lista de 5 a 10 Efectos Indeseables que describan el área de análisis, sometiendo cada uno a las categorías de reservación legítima.

2. Si se encuentra relación entre dos Efectos Indeseables, se deberán conectar examinando cuidadosamente la causa y el efecto.
3. Continuar con este paso hasta conectar todos los Efectos Indeseables.
4. Leer el Árbol de abajo hacia arriba validando todas las relaciones y corrigiendo en donde sea necesario.
5. Cuestionar si el árbol refleja intuición y conocimiento sobre la situación, revisando cada entidad nuevamente con las reservas de legitimidad.
6. Expandir el Árbol en caso de identificar otros Efectos Indeseables y conectarlos.
7. Revisar y podar el árbol eliminando entidades que no sean importantes o necesarias.
8. Validar el árbol con un tercero que ayude también a encontrar los supuestos escondidos entre las ramas del mismo.
9. Examinar todos los puntos de entrada al árbol y escoger el que tiene influencia en la mayoría de los Efectos Indeseables. Ese sería el PROBLEMA RAÍZ.

A continuación (figura 1), es presentado en forma esquemática un ejemplo básico sobre el Árbol de Realidad Actual:

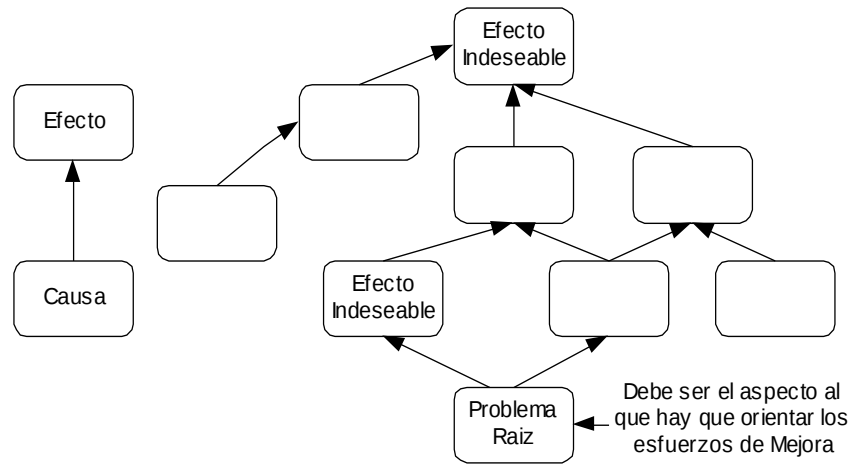


Figura 1. Árbol de la Realidad Actual

2.5.2. Evaporación de Nube (EC).

Este es una manera de cómo identificar una causa raíz, es decir es otra manera de hacer las cosas, esto contesta a la pregunta planteada ¿A qué Cambiar?

El problema raíz quizá no ha sido resuelto porque probablemente exista un conflicto que obstaculiza la implantación de una solución. Si esto es así, entonces el conflicto quedará expuesto al construir el Árbol de la Realidad Actual.

Para resolver el problema raíz, éste debe definirse claramente, identificar las dos condiciones necesarias (requisitos esenciales para resolver el problema raíz), y verbalizar el conflicto resultante. La herramienta TOC utilizada para

facilitar este proceso se denomina Evaporación de Nubes el cual se muestra de manera esquemática a continuación:

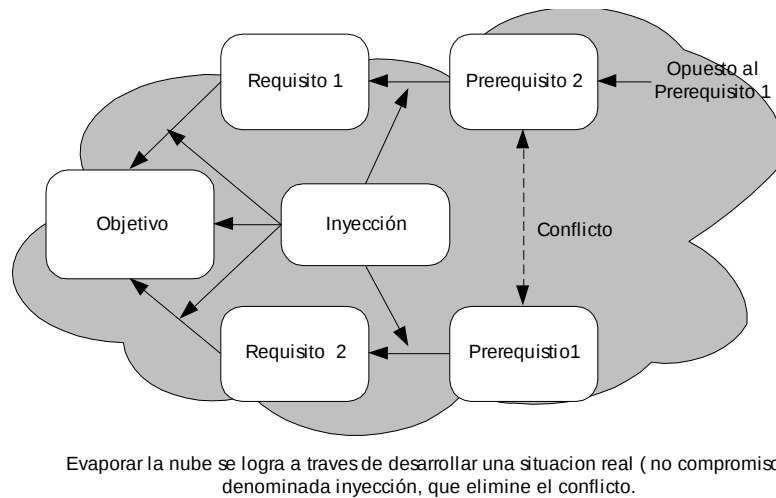


Figura 2. Evaporación de Nubes

Pasos para la construcción de la evaporación de la nube:

1. Definir como objetivo de la nube el opuesto al problema raíz identificado en el Árbol de Realidad Actual.
2. Identificar en el árbol, al menos uno de los prerrequisitos que forman el conflicto. Buscar en las ramas principales las fuerzas opuestas que impiden que el sistema logre su objetivo. Se sugiere:
3. Observar el árbol de abajo hacia arriba.
4. Examinar las ramas principales.
5. Identificar una entidad que sea el meollo en el conflicto. Los prerrequisitos se relacionan directamente con ella.
6. Posteriormente definir o buscar en el árbol los requerimientos que los prerrequisitos tratan de satisfacer y que el objetivo de la nube debe tener

para solucionarse. Los requerimientos pueden también aparecer en las ramas divididas del árbol.

7. Verbalizar los supuestos para cada una de las cinco flechas de la nube.
8. Para las flechas horizontales:
9. Pensar en un ambiente comparativo en el que la punta de la flecha exista, pero la cola sea irrelevante.
10. Identificar las diferencias entre la realidad comparativa y la del sistema que se analiza.
11. Las diferencias identificadas resaltan un supuesto escondido de su realidad, que origina la necesidad de la cola.
12. Reverbalizar el supuesto tan genéricamente como sea posible.

Para la Flecha del Supuesto:

1. Pensar cómo podrían empalmarse o tener algo en común las dos puntas de la flecha (prerrequisitos).
2. Encontrar una inyección que deba existir en la realidad para que alguno de los supuestos sea neutralizado.
3. Seleccionar la inyección que parezca posible implantar en su realidad.

2.5.3. Árbol de la Realidad Futura (FRT).

Una vez desarrollado la Evaporación de Nubes, el proceso de rompimiento de restricciones ha llegado tan lejos que cualquier metodología de resolución de problemas podría utilizarse: Generación de Ideas. En este punto, la mayoría de analistas deberán poseer la solución sobre la manera que a de implementarse la nueva idea por ellos mismos. Sin embargo, el proceso de pensamiento TOC, posee herramientas para la implementación. Pero antes de hacer esto, el proceso de pensamiento ofrece una alternativa que no incluyen otros procesos de resolución de problemas, la cual es verificar la efectividad y validez de las ideas (llamadas inyecciones) generadas en la Evaporación de Nubes.

La manera para completar la prueba y verificación de las ideas es al Árbol de Realidad Futura. Este árbol es similar al Árbol de Realidad Presente, con la diferencia que el primero no muestra la realidad existente, sino, las causas y efectos que ocurren si se realizan las inyecciones. A través de un proceso continuo de relacionar las causas y efectos, el Árbol de Realidad Futura muestra si el comportamiento futuro producirá lo deseado, o de otra manera si se producirán efectos no deseados. Si las ideas generadas por la Evaporación de Nubes realmente no son viables, será imposible construir el Árbol de Realidad Futura que muestre los efectos deseados que puede llegar a una resistencia de desafiar la reglas de la lógica del proceso de pensamiento.

Pasos Para Construir Arbol de Realidad Futura:

1. Escribir el opuesto de los Efectos Indeseados seleccionados, como los objetivos del árbol.
2. Poner la inyección que se seleccionó de la nube en la parte inferior del Árbol.
3. Construir el Árbol tratando de lograr el objetivo de la nube. Si no se puede, modificar o agregar otras inyecciones.
4. Continuar construyendo hacia arriba tratando de lograr los objetivos definidos en el primer paso. Ayudarse con las relaciones de causalidad definidas en el Árbol de Realidad Actual.
5. Cuando el tronco del Árbol se haya formado, tratar de encontrar un “loop” que entre lo más cerca posible de la parte inferior del Árbol. Esto dará mayor solidez a la solución.
6. Cuestionar y tratar de identificar “Ramas Negativas”. Si no encuentra continuar con el último paso.
7. Identificar la entidad que hace ocurrir la Rama Negativa y construya ésta hacia los efectos indeseables que se originan. Sí ésta es importante, deben identificarse los Efectos Indeseables positivos y los negativos, verbalizarse los supuestos que los soportan y determinar las inyecciones para romperlos.

8. Agregar la entidad que origina la rama negativa y las inyecciones adicionales al Árbol.
9. Examinar las inyecciones y determinar cuál puede podarse o eliminarse para reducir la carga de trabajo.

El siguiente esquema (figura 3) muestra en forma gráfica el diseño básico del Árbol de Realidad Futura:

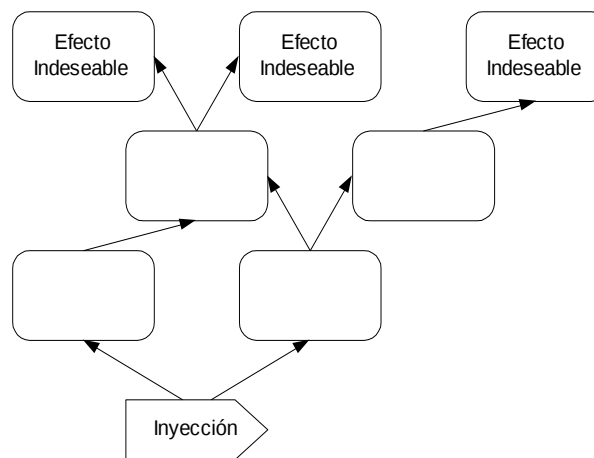


Figura 3. Árbol de Realidad Futura

2.5.4. Arbol de Prerrequisitos.

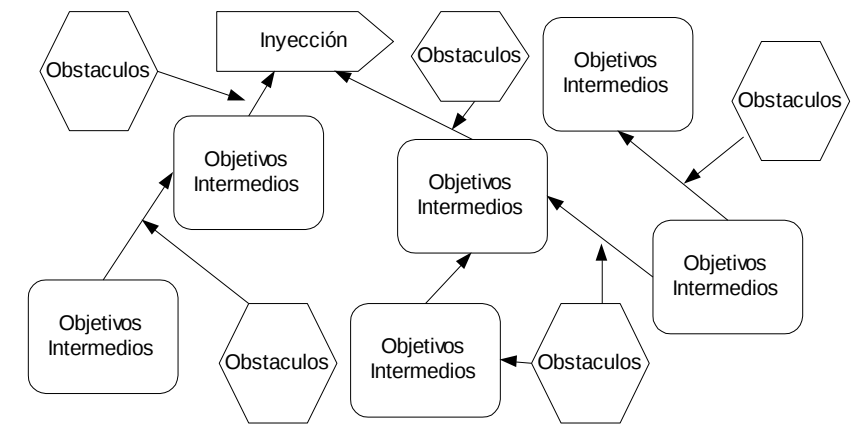
El Árbol de Prerrequisitos cumple con varios propósitos muy importantes. Primero ayuda a identificar los obstáculos para implementar la solución. Segundo, ayuda a determinar la secuencia como se franquearan estos obstáculos. Tercero, ayuda a determinar los objetivos específicos intermedios que han de lograrse para sobreponer los obstáculos. Finalmente, en su totalidad el Árbol de Prerrequisitos constituye una estructura de

eventos que pueden servir como base para formular un detallado plan de implementación.

Pasos para Construir Arbol de Prerequisitos:

1. Describir el objetivo del árbol (inyección).
2. Enlistar todos los posibles Obstáculos que impidan el logro del objetivo.
3. Desarrollar y enlistar Objetivos Intermedios a satisfacer para eliminar o evadir cada obstáculo. Si no se encuentra una acción específica, escribir el opuesto del obstáculo como Objetivo Intermedio. Pudiera haber varios Objetivos Intermedios para un Obstáculo.
4. Revisar la lista de Objetivos Intermedios para cada Obstáculo.
5. Seleccionar el Objetivo Intermedio más fácil o menos caro entre varios para cada Obstáculo.
6. Si dos Objetivos Intermedios se requieren para eliminar un Obstáculo, agrúpelos. Si se encuentran varios examine el Obstáculo original y los Objetivos Intermedios porque pudiera existir otro Obstáculo escondido.
7. Si se tiene una proporción alta de Objetivos Intermedios descritas como “condiciones opuestas”, es tiempo de buscar acciones específicas.
8. Elaborar Árbol:
 - I. Iniciar con el Objetivo en la parte superior.
 - II. Crear pares de Obstáculos y Objetivos Intermedios.
 - III. Ubicar los pares abajo del objetivo sin considerar precedencias.

- IV. Establecer precedencias entre pares ubicando los pares en niveles de acuerdo a éstas.
- V. Relacionar pares de niveles inferiores (que requieren realizarse) con pares de niveles superiores.
- VI. Secuenciar de acuerdo a los Objetivos Intermedios en lugar de los Obstáculos, uniéndolos con flechas y formando ramas verticales.
- VII. Revisar las conexiones buscando “llenar” los “gaps” identificando nuevos Obstáculos y Objetivos Intermedios.
- VIII. Buscar conexiones horizontales entre Objetivos Intermedios y Obstáculos de ramas diferentes.
- IX. Revisar y validar árbol.



2.5.5. Árboles de Transición.

El Árbol de Transición convierte los Objetivos Intermedios, o Eventos, llevándolos hasta acciones paso a paso, detallando la manera como lograr cada una de ellas. El Árbol de Transición puede reducir la implementación a una serie de pasos que pueden ser delegados a personas encargadas de completarlos. La realización de los pasos en cada Árbol de Transición, deberá guiar de manera natural el logro de los Objetivos Intermedios y el logro del cambio de la organización.

Pasos para construir el Arbol de Transición:

1. El árbol de transición se construye de abajo hacia arriba.
2. Establecer el objetivo del árbol (igual al de prerrequisitos o la inyección que se desea implantar).
3. Determinar la primer acción que debe llevarse a cabo.
4. Identificar la realidad (o situación) actual a cambiar y la necesidad o requisito a satisfacer con la acción.
5. Determinar el primer efecto o resultado (equivalentes a Objetivos Intermedios del Árbol de Prerrequisitos) de combinar la acción, situación actual y necesidad.
6. Conectar efecto con acción, realidad actual y necesidad con flechas y banana.
7. Revisar las conexiones (entidades claras, existencia de causa-efecto, y avance hacia el objetivo).

8. Verificar antes de continuar con otra acción posterior si no se requiere realizar otra acción previa.
9. Si no se requiere acción previa continuar para determinar la siguiente acción. Para hacerlo, es necesario preguntarse qué acción será necesaria para que junto con el efecto identificado se llegue mas cerca hacia el objetivo.
10. Determinar la situación actual asociada con la acción así como la necesidad a satisfacer.
11. Volver a identificar el siguiente efecto y revisar conexiones.
12. Repetir los últimos 3 pasos hasta llegar al objetivo del árbol.
13. Revisar el árbol completo.

Un ejemplo sobre el Árbol de Transición se muestra a continuación:

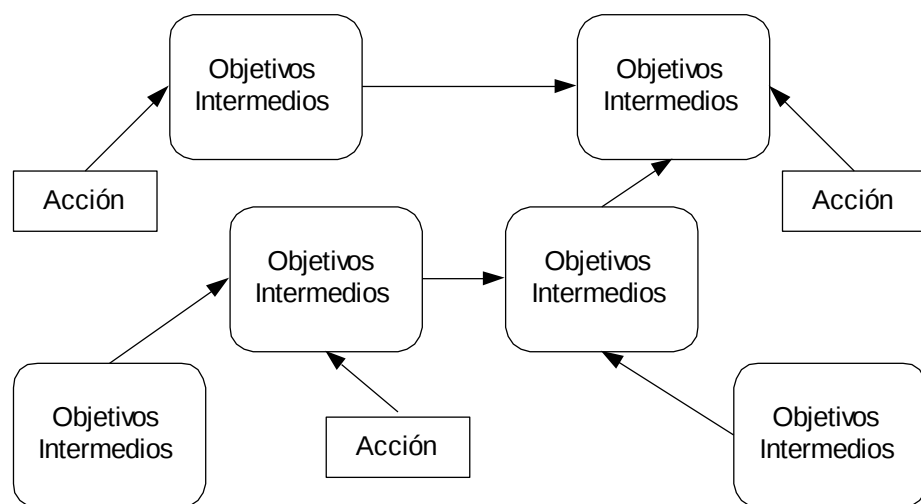


Figura 5. Árbol de Transición

2.6. Método de Programación DBR.

DBR por las siglas en inglés “Drum–Buffer–Rope” cuyo significado es Tambor–Amortiguador–Cuerda. Para explicar los fundamentos del DBR puede hacerse la analogía con una tropa de soldados que marchan a un ritmo constante marcados por los redobles de un *tambor*, siendo éste último el equivalente a la capacidad de fabricación del elemento cuello de botella; además a lo largo de la fila se sitúan unos “Sargentos Gritones” para evitar que nadie marche a mas velocidad que la impuesta por el tambor, para el caso de la analogía, el tambor lo determina el soldado más débil y en el caso de la planta de producción, seria el cuello de botella.

Utilizar un tambor y sargentos en la planta parece extraño inicialmente, pero realmente es una practica común, el tambor es la planificación y control de materiales. El sargento es un responsable de la producción.

El tambor desarrolla planes y programas para indicar cuando debe ser recibido y procesado el material, y el ritmo del tambor dicta cuando y como debe ser procesado el material por cada recurso productivo. Los sargentos son necesarios porque los pedidos se retrasan constantemente y hay que empujarlos para cumplir con fechas de entrega, los sargentos son los responsables de la producción.

Normalmente existen grandes cantidades de inventarios, los cuales son debidos a que en la dirección diaria de la fabrica, suele partirse de ciertas premisas que hacen

que el ritmo del tambor sea obviado y que cada puesto de trabajo realice su labor de forma independiente. Una de estas, responsable en cierta medida de la gran acumulación de stocks, es la de intentar conseguir de cada centro de trabajo, los máximos rendimientos individuales posibles, con lo que no se permite ningún momento de inactividad (constantemente se están liberando componentes a los trabajadores para que estos no paren.) De esta forma es imposible trabajar al ritmo marcado por el tambor, y es seguro que se producirán ítem que, bien no podrán ser procesados por el cuello de botella, o amenos, no lo serán en el momento oportuno. Así pues, la solución propuesta insiste en la idea de no activar todos los recursos a plena capacidad, si no solamente utilizarlos en la medida que sean necesarios (ritmo del tambor).

Dado por tanto que “el ritmo de los tambores y las voces de los sargentos” son, por si solos, insuficientes a la hora de gobernar una planta, hay que pensar en alguna otra solución. El DBR propone “atar una *cuerda*” al elemento cuello de botella y al primer elemento de la fila; en definitiva, y trasladado a términos productivos, marcar el paso de la entrada de materia prima en el proceso productivo a las necesidades del elemento cuello de botella, con lo que se conseguirá que ningún puesto de trabajo tenga opción a procesar más componentes que los que hacen falta en cada momento. A continuación se presenta gráficamente (figura 6) el sistema DBR:

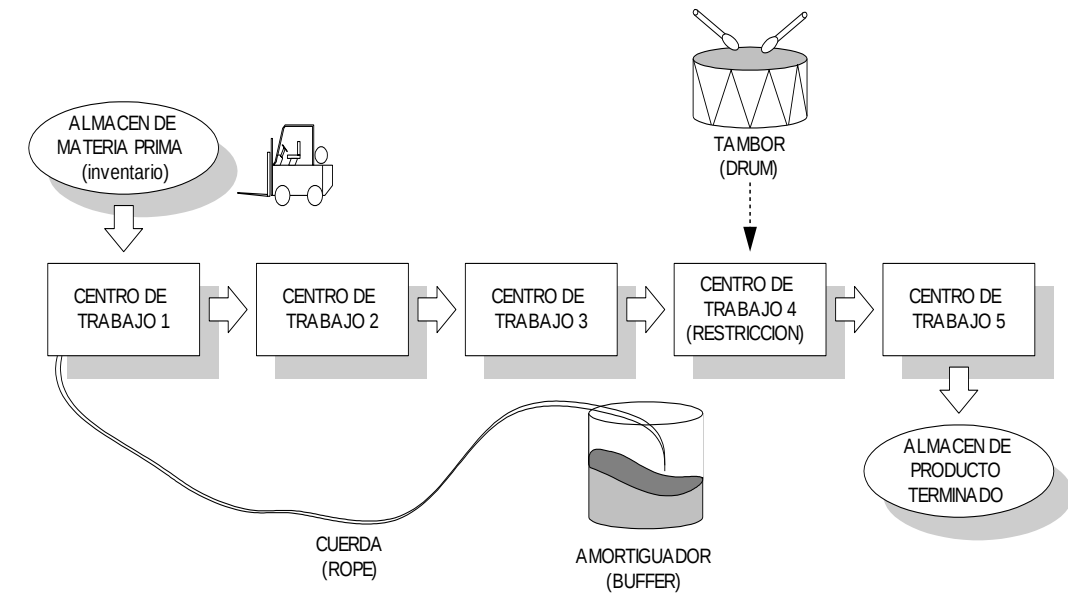


Figura 6. Programación DBR.

Podría preguntarse ¿Cuáles son los problemas que pueden aparecer en una planta que funcione con el tambor y la cuerda?, algunos problemas pueden proceder de fenómenos que ocurren aleatoriamente que retrasen, respecto al cuello de botella a algunos de los recursos No Cuellos de Botella. Como se verá seguidamente, la solución será distinta, dependiendo de la situación respecto al Cuello de Botella, de los elementos que se encuentran en dificultades. Si el centro de trabajo que se ha retrasado se encuentra detrás del Cuello de Botella, se habrán acumulado inventarios delante de él; una solución sería que dicho Centro de Trabajo utilizase parte de su capacidad extra para recuperar el retraso acumulado.

El problema puede ser mas serio si el retraso se produce en alguno de los Centros de Trabajo que se encuentran delante del cuello de botella y que, por tanto, le

suministran componentes. Cualquier problema de este tipo puede significar que el Cuello de Botella se encuentre sin material para procesar, con el peligro que ello supone (cualquier hora perdida por un elemento Cuello de Botella es una hora que pierde el sistema en conjunto. Para evitar este problema, el DBR propone un ultimo elemento que completa el sistema DBR: El *amortiguador* o, para decirlo de forma mas precisa, el amortiguador o buffer 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 esta programado que lo consuma la limitación. Con ello, el DBR opta por incrementar el tiempo de suministro con un tiempo de seguridad. De esta forma, al lanzar los pedidos con anticipación, pueden ocurrir tres cosas:

- Que no se produzca ninguna perturbación negativa y que el pedido se acabe antes de la fecha en la que estaba previsto su consumo.
- Que se produzca alguna perturbación, pero que el retraso que esta conlleva sea inferior al tamaño del amortiguador de tiempo.
- Que el retraso provocado por la perturbación supere el amortiguador establecido.

En cualquier caso, siempre el tiempo real de ejecución será inferior al tiempo de suministro así establecido, el pedido llegara al Cuello de Botella antes de la fecha en que este va a utilizarlo, por lo que aparecerán inventarios delante de las limitaciones.

La determinación de un tamaño satisfactorio para el amortiguador es una tarea difícil, puesto que, se conoce que posiblemente ocurran perturbaciones negativas en los procesos, pero no se puede calcular su duración exacta. En todo caso, la longitud del buffer de tiempo debe calcularse en función de la duración máxima estimada de los posibles fenómenos aleatorios negativos que puedan retrasar las operaciones, pero sabiendo que, por una parte, un valor excesivamente alto puede aumentar los inventarios y por tanto los gastos operativos, disminuyendo los ingresos netos futuros.

Por otra parte, un buffer demasiado pequeño puede ocasionar entre otros efectos negativos, el retraso en la producción y con ello la pérdida de ventas actuales.

Estos amortiguadores de tiempo no solo deben ser utilizados para proteger las actividades de los Cuellos de Botella, sino también las de los puestos de trabajo que ensamblen sus piezas y si quiere cumplir con las fechas de entrega, también la limitación que siempre representará los pedidos de los clientes, sin embargo, en el peor de los casos, este amortiguador puede no resultar suficiente para la completa protección del recurso Cuello de Botella. Para hacer frente a dicha situación se sugiere que se dote a los recursos No Cuellos de Botella de mas capacidad de la que le exige la demanda, con lo que estos recursos podrían realizar de forma urgente una producción extra. A esta capacidad extra se le denomina capacidad de protección y actuará como segundo elemento para asegurar el trabajo de los recursos cuellos de botella.

A continuación, se describen los pasos recomendados para realizar la programación DBR, para lo cual, la explicación se basa en el siguiente esquema:

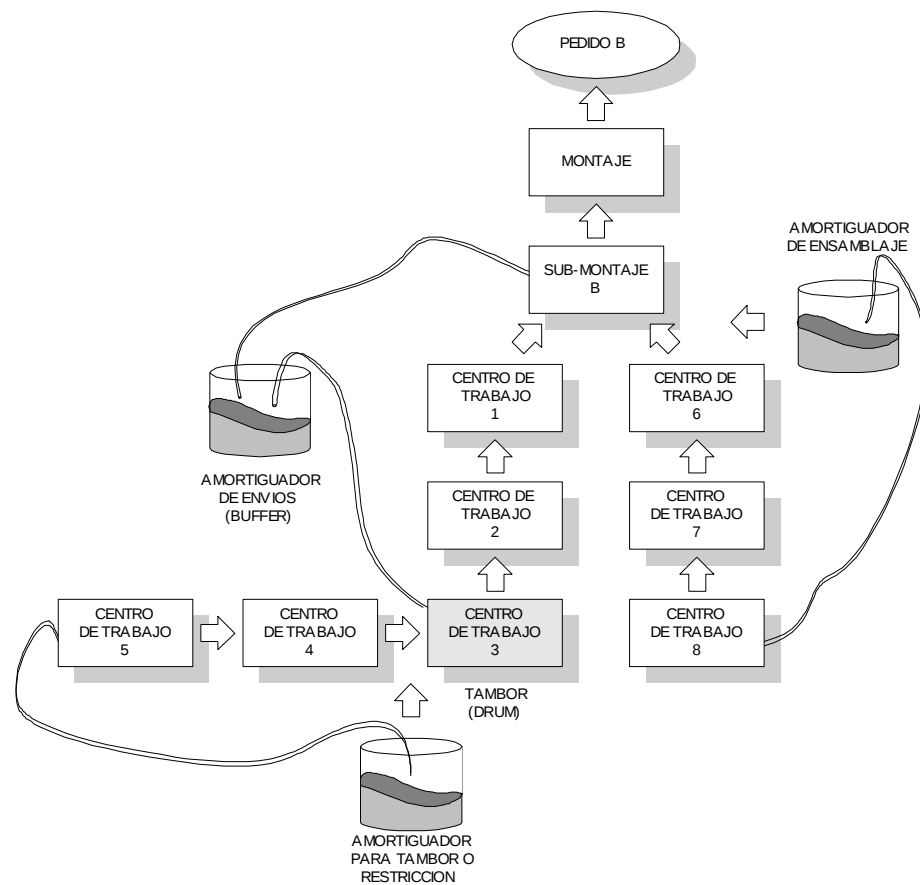


Figura 7. Programación Tambor-Amortiguador-Cuerda

2.6.1. Programación del Cuello de Botella.

En primer lugar, se debe programar el trabajo a realizar por el cuello de botella, tarea fácil, pues solo se tendrá en cuenta su propia limitación de capacidad y los datos relevantes de la demanda que tiene que cubrir (pedido

B). Al considerar siempre los pedidos de los clientes como limitaciones del sistema, estos deben protegerse con la creación de un buffer de tiempo, que en este caso se denomina “buffer de envíos” (BE). Su misión sería la de proteger la fecha de entrega a los clientes, para lo cual, y como regla general el Cuello de Botella deberá comenzar su trabajo con una antelación igual al Buffer de Envío (sobre lo que sería necesario para cumplir la fecha de entrega) por tanto, el programa generado, además de garantizar la plena utilización de la capacidad limitada del Cuello de Botella, debe favorecer un buen cumplimiento de las fechas de entrega. Este objetivo se puede lograr “programando hacia delante desde el momento presente, decidiendo que producto programar primero, en que cantidad y cuanto tiempo llevara producirlo, y repitiendo el procedimiento. Cuando se ha utilizado la capacidad disponible del primer día, empezar a programar el segundo día, y así sucesivamente.

El único problema que queda por resolver es como elegir una secuencia adecuada para la programación del cuello de botella; una primera aproximación puede ser la fecha (mas próxima) de entrega al cliente”. Existen sin embargo, determinados casos en los cuales será conveniente no seguir el criterio general de programar antes los pedidos con fecha de entrega más temprana, sino alterar el orden fabricando en primer lugar algunos pedidos más tardíos. Uno de estos supuestos es aquel en que el

cuello de botella necesita tiempos de preparación importantes, por lo que puede ser interesante agrupar varios pedidos del mismo ítem o realizar un lote que satisfaga la demanda de varios días, todo ello con objeto de maximizar su utilización y perder el mínimo tiempo en el mismo. Aunque esta forma de actuar puede elevar los inventarios de forma transitoria, no debe perderse de vista que el primer objetivo es aumentar los ingresos netos y, para ello es fundamental una completa utilización del recurso Cuello de Botella.

Los comentarios anteriores llevan a afirmar que el tamaño de los lotes de procesamiento de los recursos Cuello de Botella no será el mismo en todos los casos, sino que este será función del propio Programa Maestro a realizar; a veces será interesante trabajar en él con grandes lotes de procesamiento (con objeto de perder el mínimo tiempo en preparaciones) y con lotes de transferencia pequeños (para disminuir al máximo el tiempo global de fabricación).

2.6.2. Programación de los Centros de Trabajo Subsecuentes.

Estos centros de trabajo son aquellos recursos no limitados que siguen en la secuencia de operaciones al cuello de botella y que, por tanto, utilizan componentes ya procesados por él (figura 7, página 53, Centro de Trabajo 2, Centro de Trabajo 1 y Submontaje B).

Para Centro de Trabajo 2 se deberá realizar una programación subordinada a la ya realizada para el cuello de botella. Solo se ha de tener en cuenta la fecha de terminación de los componentes por parte del Cuello de Botella y el tiempo de operación correspondiente a cada uno de ellos. Cada uno de estos centros deberá empezar a trabajar cuando disponga de material para ello. Sin embargo, al programar el Cuello de Botella, a veces, era conveniente adelantar algunos pedidos con fecha de entrega más tardía con objeto de aprovechar al máximo su capacidad. Si esto ha llegado a suceder, significa que al puesto de submontaje B podrían llegar las piezas procesadas por el cuello de botella con cierta antelación a lo verdaderamente conveniente y que por tanto, si este puesto se dedicase inmediatamente a ellas podría originar inventarios innecesarios y, quizás, retrasar injustificadamente algún otro pedido. Para evitar estas situaciones, el submontaje B (y en general todos aquellos centros de trabajo que utilicen piezas de un recurso Cuello de Botella ensamblándolas a otras provenientes de recursos No Cuellos de Botella) debe guiar sus actividades teniendo en cuenta la fecha de entrega del pedido y, por supuesto, la duración del “buffer de envíos”, retrasando el submontaje si las del Cuello de Botella llegasen antes de lo debido.

2.6.3. Programación de los Recursos No Limitados Precedentes.

Son aquellos recursos no limitados que anteceden en la secuencia de operaciones al cuello de botella y que, por tanto, le suministran componentes (Centro de Trabajo 4 y Centro de Trabajo 5).

La programación de estos recursos se realizan a partir de los datos obtenidos para el Cuello de Botella, de forma que se asegure el pleno funcionamiento de este. Para conseguirlo es fundamental que se establezca un “Buffer de tiempo” que proteja al Cuello de Botella de las perturbaciones que se puedan producir. Considerar que una protección de tres días es suficiente para hacer frente a cualquier perturbación negativa que pueda suceder en los recursos que anteceden al Cuello de Botella. En este caso, será suficiente establecer una cuerda con una holgura de tres días que ate al cuello de botella con el recurso que incorpore la materia prima necesaria. En otras palabras, se tendrá que programar el comienzo de la primera operación a lo que sería necesario si se tuviese el pleno convencimiento de que no fuese a producirse ningún fenómeno aleatorio que retrasase la producción. El resto de operaciones entre esta primera y el cuello de botella (Centro de Trabajo 4) podrá realizarse según les vaya llegando material.

2.6.4. Centros de Trabajo no Relacionados con Restricción.

Se consideran dentro de estos centros a los recursos que, si bien no tienen una conexión directa con el Cuello de Botella, fabrican ítem que, posteriormente, se unirán a otros procesados por este para componer un

producto de ensamble (Centro de Trabajo 6, Centro de Trabajo 7 y Centro de Trabajo 8).

En este caso de acuerdo con DBR, el programa del submontaje B estará determinado por la fecha en la que estén disponibles los ítems que, en algún momento, han tenido que pasar por el Cuello de Botella, ya que es esta disponibilidad la que determinará cuando podemos ensamblar y expedir los productos. Por ello, para proteger la producción y sus fechas previstas de entrega, hay que procurar que, en ningún momento, falten ítems procedentes de recursos No Cuellos de Botella, puesto que eso perturbaría el programa de montaje. Para conseguir este objetivo, se creará otro buffer de tiempo delante, el Centro de Trabajo que ensambla piezas ya procesadas por el cuello de botella (su cálculo será idéntico al explicado con anterioridad). Para conseguir la protección deseada, se debe realizar la programación de la primera actividad de esta cadena (aquella que incorpora la materia prima, Centro de Trabajo 8) con una antelación igual al buffer de tiempo estimado. El resto de las operaciones, desde la primera hasta el ensamblaje, podrán comenzar cuando les llegue el material.

Por último se requiere que se repare en dos hechos fundamentales:

- Por complicada que sea la planta, siempre se seguirá el proceso mencionado, por lo que, con estas sencillas reglas, se pueden programar cualquier sistema complejo. Evidentemente debido a la posible profusión de datos, será necesaria la utilización de un ordenador.
- La consideración de los buffer de tiempo se convierte en una ventaja comparativa para las empresas que trabajan bajo el enfoque OPT, ya que disminuyen ostensiblemente los inventarios intermedios, asegurando, además la producción vendida.

2.7. El Análisis de las Estructuras Lógicas V-A-T.

El análisis VAT es un enfoque que rompe las barreras tradicionales y concibe a la organización como una interacción entre productos y procesos. Para lo cual se utilizan tres categorías generales de estructuras lógicas de producción, requiriendo cada una de estas, un enfoque diferente de planeación y control.

2.7.1. Análisis de una Estructura Lógica.

El primer paso para concebir un proceso productivo desde un punto de vista de sistemas, es el desarrollo de una estructura lógica. La estructura lógica del producto está compuesta por dos documentos básicos de manufactura, la hoja de ensamble y la hoja de ruta. En manufactura, la hoja de ensamble es usada para describir la relación entre una parte final y sus componentes. Para el desarrollo de una estructura lógica es de suma importancia la “Hoja de

Planificación de Ensamble”. Una hoja de planificación de ensamble es un resumen de la información del producto sobre la relación entre los componentes y las partes finales.

La hoja de planificación no representa los puntos de ensamble, como lo hace la hoja de ensamble. La hoja de planificación describe la lógica de ensamble implícita en la hoja de ensamble y es usualmente utilizada en sistemas informáticos de planeación de la producción tal como MRP. La hoja de planeación puede contener sub-ensambles ficticios, llamados fantasmas, que nunca son físicamente producidos pero son necesarios para forzar al MRP hasta una correcta planeación de flujo de materiales. La importancia de la hoja de planeación en el desarrollo de la estructura lógica es el entendimiento de las relaciones subyacentes entre las partes y componentes hasta llegar al producto final. Estas relaciones subyacentes son la base para el concepto de estructura lógica.

Un segundo componente clave de la estructura lógica del producto es la “Hoja de Ruta”. En manufactura, la hoja de ruta describe la secuencia de las operaciones físicas que son realizadas para transformar la materia prima hasta un componente o parte utilizable. La hoja de ruta contiene información, tal como el tiempo de ciclo de producción, los tiempos estándar por operación de manufactura, y el número de identificación de la maquina. La

hoja de ruta en algunas fabricas puede ser definida de manera menos rígida que en un centro de maquinas localizado dentro de una celda de manufactura, pero del flujo lógico de los materiales a través de una serie de operaciones (o procesos de manufactura) puede ser utilizado para crear una hoja de ruta.

Dentro del análisis VAT, la lógica que contiene la hoja de planificación de materiales es combinada con la lógica que contiene la hoja de ruta para crear la estructura lógica del producto. Sorprendentemente, tres estructuras comunes (V, A, T), o esquemas, son encontradas cuando la hoja de ensamble y la hoja de ruta se combinan. El nombre V-A-T se origina de los tres esquemas más comunes de estructuras lógicas.

La estructura lógica es la secuencia de operaciones a través de las cuales cada producto debe pasar secuencialmente para fabricar y ensamblar un producto o familia de productos. Utilizando el concepto de estructura lógica, una orden de cliente puede requerir los mismos recursos que otra orden de cliente, y la priorización es por lo tanto requerida entre estas ordenes. Por ejemplo, suponer que todas las ordenes de cliente de un tipo en particular requieren la operación de empaçado. La operación de empaçado aparecerá en la hoja de ruta, y por lo tanto en la estructura lógica, para cada orden. La estructura lógica incluirá todas las operaciones requeridas para completar una orden.

2.7.2. Estructura Lógica T.

En la siguiente figura, se muestra un tipo de estructura lógica, el esquema T. Esta estructura lógica es la más común en las instalaciones modernas de producción.

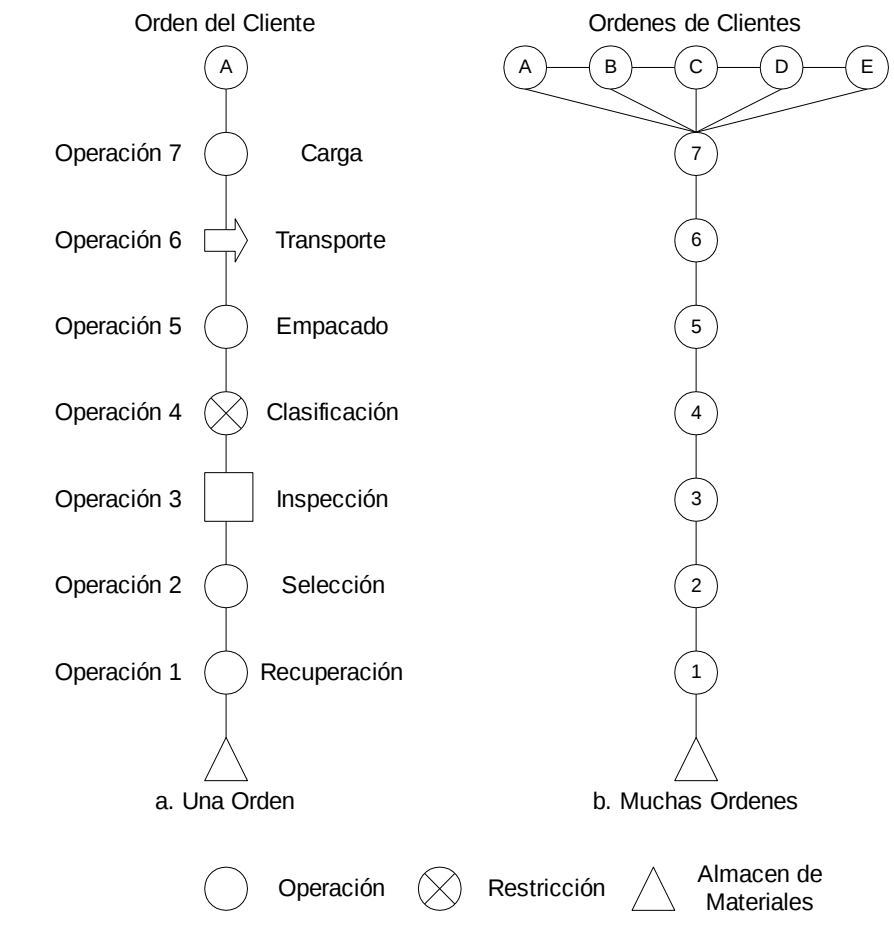


Figura 7. Esquema de Estructura Lógica T

Como puede observarse en la figura anterior (figura 7.a), la hoja de ruta está compuesta de una serie de siete pasos secuenciales cuyo resultado es la creación de un producto final. Sin embargo, más de uno de estos ítems puede

ser creado con los mismos pasos. Esta estructura lógica describe el flujo de las partes y ensambles a través de las mismas estaciones de trabajo para producir y/o ensamblar una variedad de productos similares y gráficamente se asemeja a una T (figura 7.b). Comúnmente, las características de una estructura T, crean problemas ejecutivos y tienen implicaciones significantes para los sistemas de planeación y control.

La característica principal de una estructura lógica T es que es posible entregar numerosas combinaciones de productos finales desde un numero limitado de pasos similares. El ensamble final y la entrega están típicamente basados sobre pedidos más que en un pronóstico. Frecuentemente gran cantidad de producto en proceso y el inventario de producto terminado se conservan como stock de seguridad para garantizar el cumplimiento inmediato de los pedidos. Las actividades restantes (luego de recibir los pedidos) son usualmente labores intensas, con desperdicio, montajes, y operaciones de empackado, y horas extras utilizadas frecuentemente para salir adelante con el programa de producción. Un problema de dirección clave es la mala ubicación de un ensamble común de un producto a otro producto o parte de un pedido a otro con el objetivo de cumplir con el programa de producción. Esta mala ubicación causa apresuramiento por completar el pedido original y muchas veces causa malas ubicaciones adicionales y horas extras.

Claramente, la estructura lógica descrita en la figura 7 es muy una versión muy simplificada. La siguiente figura (figura 8) presenta una estructura lógica más realista que puede encontrarse en las instalaciones productivas.

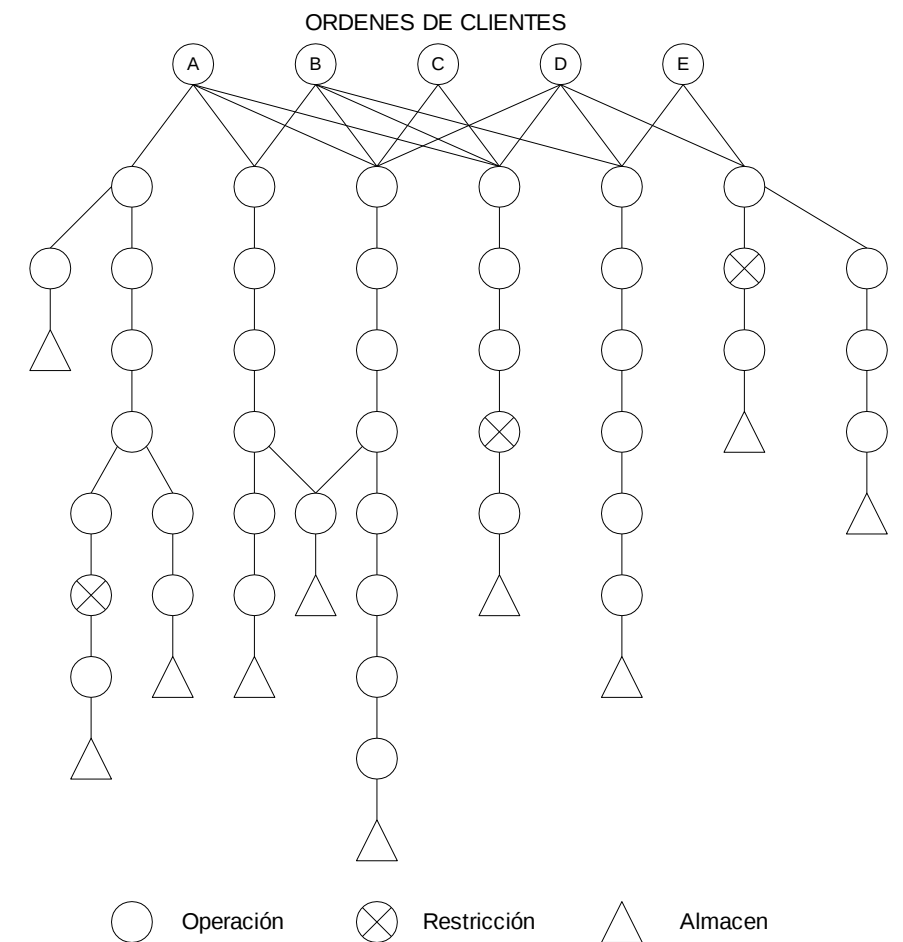


Figura 8. Esquema Realista de una Estructura T

Dentro del análisis VAT, el enfocar la atención sobre un pequeño número de estaciones de trabajo dentro de la estructura lógica guía el mejoramiento de

la eficiencia de la planta. Un punto de control es la operación que se considera restricción. Cada proceso productivo posee una restricción. En la figura 7.a, la restricción fue identificada como la operación de clasificación (operación No 4). Es importante hacer notar que la operación de clasificación existe en la mayoría, pero no en todas las bifurcaciones de la estructura lógica. Esto indica que la mayoría de ordenes de producto terminado requieren la operación de clasificación. El ritmo establecido por la operación de clasificación determina la cantidad de producto terminado que puede ser entregada por día. Otras operaciones están subordinadas al ritmo de la operación considerada como restricción. Como resultado de esto, la gerencia deberá garantizar que la operación de clasificación esté totalmente ocupada durante todos los momentos que se cambie de trabajo o tarea. Una hora perdida en la operación considerada restricción es una hora perdida para el sistema en su totalidad.

Otro punto de vista gerencial es la operación tipo válvula, esto es, la primera operación en el sistema productivo. Por ejemplo, si la operación considerada restricción está totalmente ocupada y produce a una razón de diez ordenes por hora, cual será el efecto si más de las diez ordenes por hora son ingresadas al sistema productivo. El resultado no puede ser producción adicional porque la producción está determinada por la restricción, la cual no ha sufrido cambio. El resultado será un incremento en los niveles de

inventario de producto en proceso y la probabilidad de confusión entre los operarios con respecto a la prioridad de las distintas ordenes de producción.

El incremento en el trabajo en proceso puede causar la mala asignación de componentes produciendo que partes de una orden sean combinadas con partes de otra orden para poder enviarla. Otro tipo de mala asignación de recursos puede ocurrir cuando el trabajo se asigna a una orden que no es inmediatamente necesaria, mientras otras ordenes mayormente críticas esperan su turno. La mala asignación de componentes o tareas a otras ordenes puede causar incremento en el procesamiento apresurado de ordenes atrasadas. Para el ejemplo, la operación de clasificación es aún la restricción y opera como antes. Todo el rendimiento se mantiene igual. Por lo tanto, para evitar las confusiones, reducir las oportunidades de mala asignación de recursos, y la reducción del atraso en los tiempos de entrega en las ordenes, el número de ordenes liberadas hasta el almacén no deberá exceder la cantidad producida por la restricción del sistema. La gerencia ejerce el control sobre la liberación de este número de ordenes en la operación inicial y, por lo tanto, mejora totalmente la productividad.

La gerencia esta frecuentemente preocupada por la utilización de los empleados en la fabrica. Como se observa en la figura 7, varias operaciones sin restricción son requeridas. La gerencia tiene una tendencia natural por

insistir en que todos los empleados (incluso en operaciones sin restricción) estén totalmente productivas durante toda la jornada laboral. Sin embargo, si la discusión previa de la operación con restricción es válida, entonces no se deberán liberar ordenes adicionales (sobre el escalón de la operación con restricción) hacia la fábrica. Como resultado, las operaciones sin restricciones deberán, por definición, ser sub-utilizadas en algún momento. Aquellas ordenes que no requieran de la operación con restricción, pueden ser liberadas hacia la fábrica basándose en la demanda del mercado sin crear un registro de pedidos para la operación con restricción. Debe tenerse sumo cuidado de no crear restricciones adicionales.

Una vez la gerencia pone su atención sobre la operación con restricción, los operarios de las operaciones sin restricciones pueden simplemente trabajar sobre las ordenes según como el material es liberado hacia la fábrica basándose en la demanda de los clientes. Los tiempos de entrega para las ordenes deberán, consecuentemente, ser reducidos porque los trabajadores en las operaciones sin restricciones deberán trabajar solamente sobre ordenes específicas de los clientes. El sistema deberá ser capaz de responder a las exigencias de reducir los tiempos de entrega, puesto que, habrá menor trabajo en proceso en toda la planta. La reducción del trabajo en proceso reduce la oportunidad de fallas en la asignación de recursos y el atraso en tiempos de entrega.

La operación con restricción establece la velocidad total de producción del sistema. La gerencia deberá entonces tomar las providencias del caso para mantener a dicha operación siempre activa o trabajando. Esta labor la cumple por el amortiguador de tiempo frente a la operación con restricción. Un error que ocurre en un centro de trabajo que precede a la operación con restricción puede dejar sin recursos a la operación con restricción. En la figura 7, un error en la operación de selección (operación 2) puede ocurrir y esto causará que la operación de clasificación quede ociosa mientras que las partes buenas son seleccionadas. Por tanto, con el objetivo de proteger a la operación con restricción de cualquier inestabilidad (fluctuaciones estáticas) que pueden ocurrir en una fábrica, un amortiguador estratégico de trabajo es ubicado exactamente antes de la operación con restricción.

Una programación finita de la operación de clasificación (operación con restricción) se desarrolla basándose en el registro de ordenes. Es registro establece la prioridad de las ordenes para la operación con restricción. Un beneficio adicional de este enfoque es que en la operación con restricción se procesarán las ordenes a partir de la prioridad fijada por los clientes finales. La posibilidad una falla de comunicación o asignación en la prioridad de las ordenes se reduce o se elimina.

La producción de la operación con restricción corresponde a las ordenes del cliente final. Las operaciones de empackado, transporte, y carga (las subsecuentes operaciones después de la restricción) son usualmente ejecutados por empleados en el orden que emergen desde la operación con restricción. Por lo tanto, la prioridad de las ordenes de trabajo se mantienen.

Una vez que ninguna de las operaciones representa una restricción, se obtiene protección en la capacidad de la planta, usualmente en tiempo de empleado, el cual queda disponible para realizar otros compromisos. Cualquier retraso en las ordenes de trabajo puede ser cumplido utilizando a los empleados que están asignados a operaciones sin restricción.

Como resultado del análisis de estructuras lógicas VAT, la gerencia es capaz de enfocarse sobre relativamente pocos puntos de control dentro de un sistema productivo. Al crear un amortiguador relativamente pequeño la operación con restricción puede ser utilizada para maximizar la productividad.

El incremento en la demanda de los clientes genera mala asignación de recursos, siendo este el mayor problema de la estructura T, los cuales son eliminados.

2.7.3. Estructura Lógica V.

El segundo tipo de estructura lógica más común es el esquema o forma V, en la siguiente figura (figura 9) se muestra esquemáticamente ésta estructura lógica:

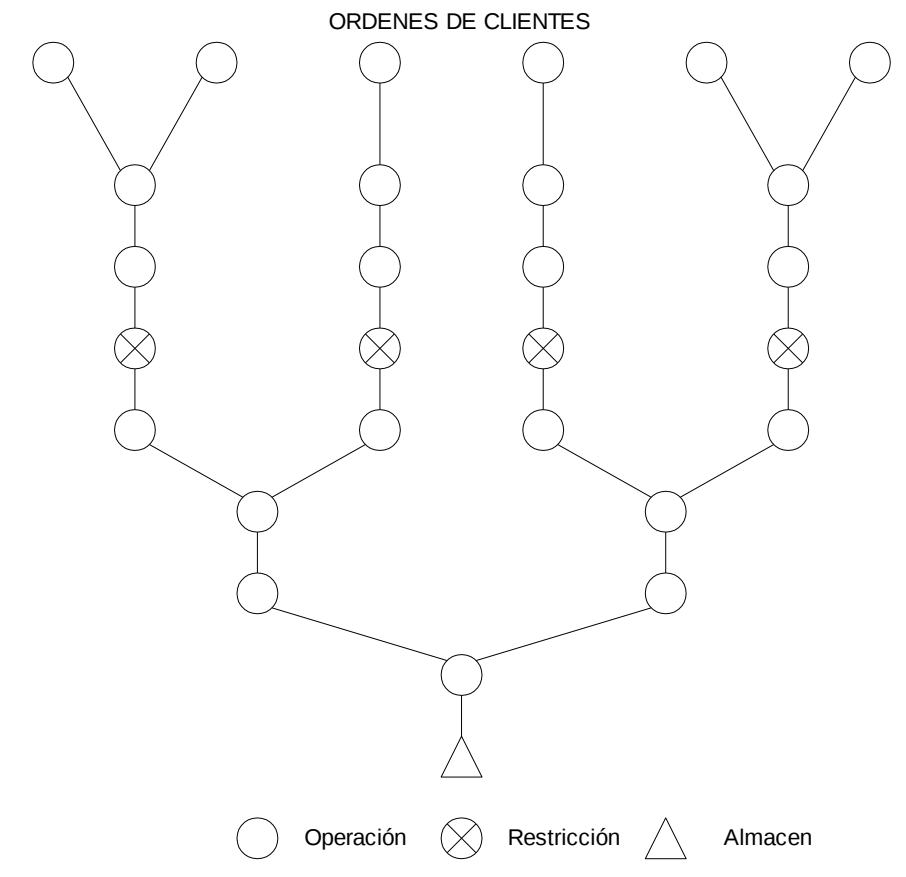


Figura 9. Estructura en forma V.

Las características de la estructura lógica V difieren de la estructura lógica T. La principal diferencia es que, en una estructura lógica T, existen muy pocos, en ocasiones solamente uno, tipos de materiales que son utilizados para satisfacer las necesidades de los clientes. Este único tipo de material, sin

embargo, es utilizado para proveer una amplia gama de productos únicos para el cliente. Una vez el material es procesado por una operación, el material generalmente no puede ser reprocesado para un producto distinto.

Una estructura lógica V usualmente posee una operación divergente que impide el cambio de una orden de trabajo excepto por costoso procedimiento de reclamo. Varios tipos de operaciones divergentes pueden existir dentro de la estructura lógica los cuales son considerados como “puntos que no retornan”.

El punto de control divergente domina el esquema de la estructura V, mientras que el punto de control convergente domina el esquema de la estructura lógica T. El gerenciamiento o administración de estos puntos de control es similar. Así como en el caso de la estructura lógica T, una operación con restricción marca el ritmo de producción del sistema. En muchos casos dentro de una estructura lógica V, la restricción es localizada en una operación divergente. La restricción en una estructura V, se maneja de la misma manera que una restricción dentro de la estructura T.

Un amortiguador es creado para proteger la restricción de cualquier interrupción de las actividades u operaciones precedentes. Un amortiguador espaciador es ubicado después de la restricción para proteger contra

interrupciones en las operaciones siguientes. La restricción es utilizada para establecer el ritmo de liberación de ordenes de trabajo por el sistema, como en el caso de la estructura T. Las ordenes de los clientes se utilizan para crear un programa de producción finito para la operación con restricción. Las ordenes pueden ser programadas en la restricción para reducir tiempos de preparación. Finalmente, a la restricción se le asignan empleados para mantener el ritmo de producción para cualquier cambio en la programación.

La operación inicial dentro de la estructura V, es también manejada de la misma manera que en la estructura T. El manejo de la liberación de materiales hacia el proceso productivo es usualmente fácil en la estructura V. Generalmente existe solamente una operación de entrada en una estructura V, mientras que en una estructura T existen varias operaciones de entrada. A menos que una orden de trabajo no pase por la operación con restricción, lo cual es raro en una estructura V, las ordenes son liberadas al mismo ritmo en que la operación con restricción las produce.

La planeación y control del punto divergente deberá hacerse cuidadosamente dentro de la estructura V. La gerencia deberá controlar la asignación de materiales a las ordenes de los clientes en el punto de divergencia. Los centros de trabajo algunas veces materiales para reducir los tiempos de preparación e incrementar la eficiencia del departamento.

Generalmente no hay necesidad que exista un amortiguador en un punto divergente sin restricción, puesto que algunos protectores de la capacidad de producción están disponibles para corregir los errores en las operaciones precedentes y permitir suficiente tiempo de preparación. Las operaciones consideradas puntos divergentes no pueden ser medidas para la eficiencia del departamento.

El control sobre la asignación de materiales a los puntos divergentes previene que las ordenes sean mal direccionadas hacia un cliente distinto. El punto divergente es controlado a través de un programa que se deriva de la programación de restricción y la orden del cliente final.

Los empleados en el punto divergente están provistos de la información concerniente a la prioridad y cantidad de la orden del cliente. En pocos casos, la programación del punto divergente tiende a distanciarse de la programación de la restricción debido a los tiempos de fabricación requeridos o establecidos.

Dentro del almacenamiento, los tiempos de entrega son raramente largos lo suficiente como para requerir una compensación en el proceso productivo.

Si dentro de la estructura existe más de un punto divergente, entonces la gerencia supe a cada uno con una programación priorizada. Dentro de los procesos industriales, ocasionalmente existen amplios tiempos de preparación los cuales crean cuasi restricciones.

En esta situación, un amortiguador puede insertarse en el punto divergente para combinar las ordenes en lotes para reducir los tiempos de preparación y de esta manera reducir el impacto de la cuasi restricción.

2.7.4. Estructura Lógica A.

La siguiente figura (figura 9) muestra el tercer tipo más común de estructura lógica. La estructura A es caracterizada por tener numerosas combinaciones de actividades que son requeridas para proveer relativamente pocos productos finales para las ordenes de los clientes.

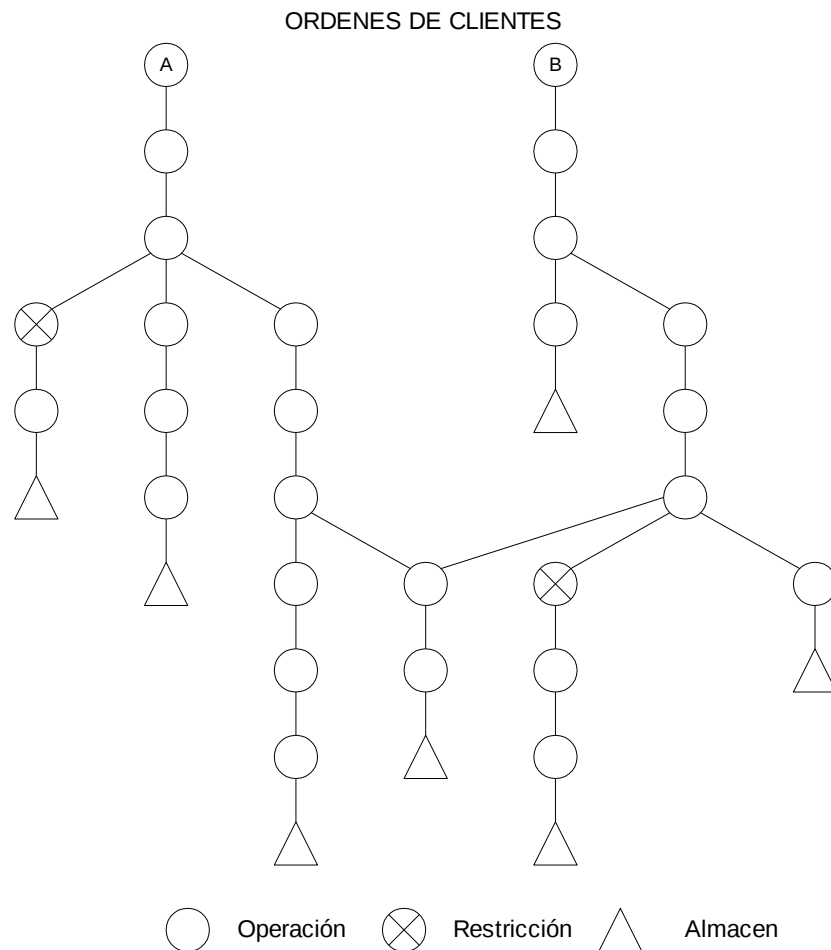


Figura 9. Estructura Lógica con Forma A

La estructura A usualmente posee una amplia variedad de recursos que son usados para satisfacer las ordenes de los clientes. Como en el caso de la estructura T, hay puntos donde distintos componentes o sub-ensambles convergen para completar una orden. Sin embargo, en la estructura A, existen actividades que ocurren después de la convergencia de recursos, y la estructura A tiende a tener menos componentes comunes y tiende a

satisfacer menos artículos o productos finales comparada con la estructura T. Otra característica particular de una estructura A es la amplia variedad de rutas, o secuencia de actividades, que son requeridas para cumplir con las ordenes de los clientes.

La estructura V, y la estructura T poseen relativamente pocas rutas que manejar. En la estructura A, cada orden de cliente final puede requerir una serie única de actividades que nunca pueden repetirse. Los empleados trabajando en una estructura A tiende a ser generalista en sus habilidades y trabajos asignados. Usualmente existe una cantidad significativa de retrasos generada por la asignación y reasignación de empleados durante todo el día a partir de los cambios de prioridad de las ordenes o según la disponibilidad de material.

Los puntos de control utilizados para manejar una estructura T también se utilizan para manejar una estructura A. Aunque una serie específica de actividades pueden ser requeridas para muchas ordenes de trabajo, habitualmente una operación con restricción existe dentro de las instalaciones. Sin embargo, en una estructura A, se hace más difícil identificar la restricción. La restricción puede ser una habilidad particular de un empleado o una parte de un equipo que es requerida para la mayoría de las ordenes de trabajo.

La restricción se maneja como en las otras estructuras lógicas. Un amortiguador se crea al frente de la restricción, y una programa finito de producción se desarrolla con base en las ordenes de los clientes. Un amortiguador espaciador es también ubicado atrás de la restricción. Como en los casos anteriormente analizados, la restricción establece el ritmo de la entrega de los ordenes, y los materiales para las nuevas ordenes se liberan según la restricción complete la producción de las ordenes previas.

Así como en la estructura T, el primer punto de control para la estructura A está en el punto de convergencia o ensamble. La diferencia está en la posición relativa dentro de la estructura lógica de los puntos convergentes. En la estructura T, los puntos convergentes se encuentran en ensamble y empaclado y causa sub-ensambles con mala asignación de recursos para una orden específica de empleado. En la estructura A, los puntos convergentes son generalmente áreas de fabricación y causan mala asignación de capacidad de una parte a otra.

La administración de los puntos convergentes es como en la estructura T. Esto es, un programa finito de ensamble es preparado para partes sin restricción que serán ensambladas con partes con restricción. Esta programación esta basada sobre la programación de la restricción y la

prioridad de la ordenes de clientes, cuidando que partes sin restricción arriben en puntos de ensamble previos a las partes con restricción. También se utiliza el mismo método para controlar cualquier punto divergente en una estructura A. La programación adicional provee a los empleados la cantidad que se requiere y en el tiempo en la cual se deberá producir para completar una orden de trabajo. Como resultado, los empleados poseen pocas posibilidades de crear malas asignaciones de recursos para las ordenes con falla, y los retrasos son ampliamente reducidos puesto que el flujo de materiales es controlado por la programación de ensamble.

CAPITULO III

DIAGNÓSTICO

3.1. Ámbito de la Investigación.

3.1.1. Ladrillera “Los Mármoles”.

➤ Giro: Elaboración de Ladrillos y Pisos Decorativos para la Construcción

➤ No. De Empleados: 15 Empleados

- Clasificación Dimensión Laboral: Pequeña Empresa

➤ Ingresos Mensuales Promedio: ₡ 25,000

- Clasificación Dimensión Económica de Ingresos: Microempresa

➤ Activos Estimados: ₡ 150,000

- Clasificación Dimensión Económica de Activos: Microempresa

CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME (CIIU)		
RUBRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
CATEGORÍA	D	Industria Manufacturera
DIVISIÓN	26	Frabricación de otros Productos Minerales no Metálicos
GRUPO	269	Frabricación de Productos Minerales No Metálicos
CLASIFICACION	2695	Fabricación de Artículos de Hormigón, Cemento y Yeso

3.1.2. Panadería “Lucy”.

➤ Giro: Elaboración de Pan Dulce, Francés, Budín para el Público en General

➤ No. De Empleados: 9 Empleados

- Clasificación Dimensión Laboral: Microempresa
- Ingresos Mensuales Promedio: ¢ 15,000
- Clasificación Dimensión Económica de Ingresos: Microempresa
- Activos Estimados: ¢ 75,000
- Clasificación Dimensión Económica de Activos: Microempresa

CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME (CIIU)		
RUBRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
CATEGORÍA	D	Industria Manufacturera
DIVISIÓN	15	Elaboración de Productos Alimenticios y Bebidas
GRUPO	154	Elaboración de otros Productos Alimenticios
CLASIFICACION	1541	Elaboración de Productos de Panadería

3.1.3. Confecciones “Amanda’s”.

- Giro: Confección de Prendas de Vestir
- No. De Empleados: 11 Empleados
 - Clasificación Dimensión Laboral: Pequeña Empresa
- Ingresos Mensuales Promedio: ¢ 30,000
 - Clasificación Dimensión Económica de Ingresos: Microempresa
- Activos Estimados: ¢ 125,000
 - Clasificación Dimensión Económica de Activos: Pequeña Empresa

CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME (CIU)		
RUBRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
CATEGORÍA	D	Industria Manufacturera
DIVISIÓN	18	Fabricación de Prendas de Vestir, Adobo y Teñido de Piel
GRUPO	181	Fabricación de Prendas de Vestir confeccionadas para Hombres, Mujeres y Niños excepto Prendas de Piel
CLASIFICACION	1810	Fabricación de Prendas de Vestir, excepto prendas de Piel

3.1.4. Estructura Metálicas “Acevedo”.

- Giro: Elaboración de Estructuras Metálicas en General
- No. De Empleados: 13 Empleados
 - Clasificación Dimensión Laboral: Pequeña Empresa
- Ingresos Mensuales Promedio: ₡ 40,000
 - Clasificación Dimensión Económica de Ingresos: Microempresa
- Activos Estimados: ₡ 80,000
 - Clasificación Dimensión Económica de Activos: Microempresa

CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME (CIU)		
RUBRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
CATEGORÍA	D	Industria Manufacturera
DIVISIÓN	28	Fabricación de Productos Elaborados de Metal, excepto Maquinaria y Equipo
GRUPO	281	Fabricación de Productos Metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor
CLASIFICACION	2811	Fabricación de Productos Metálicos para uso estructural

3.1.5. Industrias “Peraza”.

- Giro: Confección de Lencería en General
- No. De Empleados: 19 Empleados
 - Clasificación Dimensión Laboral: Pequeña Empresa
- Ingresos Mensuales Promedio: ₡ 60,000
 - Clasificación Dimensión Económica de Ingresos: Pequeña Empresa
- Activos Estimados: ₡ 250,000
 - Clasificación Dimensión Económica de Activos: Pequeña

CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME (CIU)		
RUBRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
CATEGORÍA	D	Industria Manufacturera
DIVISIÓN	18	Fabricación de Prendas de Vestir, Adobo y Teñido de Piel
GRUPO	181	Fabricación de Prendas de Vestir confeccionadas para Hombres, Mujeres y Niños excepto Prendas de Piel
CLASIFICACION	1810	Fabricación de Prendas de Vestir, excepto prendas de Piel

Empresa

3.2. Metodología de la Investigación.

3.2.1. Tipo de Estudio.

El tipo de estudio a ser adoptado es de tipo aplicativo¹⁶, es decir; la investigación se basa en el Gerenciamiento por Restricciones como modelo

¹⁶ PADRÓN, José, La Estructura de los Procesos de Investigación, www.monografias.com

teórico o área de estudio, y la aplicación de ésta se hace sobre empresas fabriles del sector de la Micro y Pequeña Empresa. Consecuentemente, éstas empresas pasan a ser el terreno de la práctica u objeto de estudio para la investigación. Es importante mencionar que este tipo de investigación sugiere la implementación de un prototipo, lo cual para el caso particular de esta investigación dicha implementación será de total responsabilidad de las empresas tomadas en cuenta como muestra del estudio.

3.2.2. Método de Investigación.

El método de investigación utilizado es la observación, puesto que permite hacer un examen atento de los diferentes aspectos de un fenómeno a fin de estudiar sus características y comportamiento dentro del medio donde se desenvuelve éste¹⁷.

Cabe mencionar, que se hace uso de la *Observación Directa*, por permitir la inspección directa de un fenómeno dentro del medio en que se presenta, a fin de contemplar todos los aspectos inherentes a su comportamiento y características dentro de ese campo¹⁸.

¹⁷ MUÑOS Razo, Carlos, Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis, Pág. 215

¹⁸ MUÑOS Razo, Carlos, Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis, Pág. 215

Adicionalmente al carácter directo de la observación, ésta es una *Observación No Participativa*, esto significa que no existe intervención en el fenómeno a fin de no impactar su conducta, características y desenvolvimiento¹⁹.

De lo anterior se puede concluir que para obtener la información pertinente de las micro y pequeñas empresas seleccionadas, éstas fueron visitadas permitiendo así desarrollar la observación directa anteriormente descrita. Así mismo, dicha visita no interfirió en el desarrollo normal de las operaciones habituales de la empresa, convirtiéndose así en observación no participativa.

Posterior a la observación anteriormente descrita, se procedió a la ejecución del *Método Deductivo* el cual propone: el análisis de los postulados, teoremas, leyes o principios de aplicación universal y, mediante la deducción, razonamiento y las suposiciones entre otros aspectos, se comprueba su validez para aplicarlos en forma particular²⁰. Es decir, se analizó y describió el Gerenciamiento por Restricciones y se aplicó a manera de simulación a las Micro y Pequeñas empresas seleccionadas como muestra para el estudio, lo cual se describe posteriormente.

¹⁹ Pág. 216, *Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis*, Muñoz Razo, Carlos.

3.2.3. Instrumentos de Diagnóstico.

El Árbol de Realidad Actual (Current Reality Tree (CRT)) es el instrumento utilizado como herramienta de diagnóstico. Es importante hacer notar que para la construcción del mencionado árbol es necesario hacer una lista de “efectos indeseables” del sistema a evaluar, que para el caso de esta investigación se concibe a la empresa como el sistema a evaluar o estudiar. Así mismo, la base para encontrar los “efectos indeseables” es la observación, desarrollándose de manera estructurada bajo los criterios de la “Guía de Observación” presentada como Anexo 1.

A manera de enriquecimiento para la observación y a su vez para identificar los efectos indeseables, se ha desarrollado la entrevista con la persona responsable de la empresa, efectuándose a partir de la “Guía de Entrevista” (Ver Anexo 2).

3.3. Diagnóstico.

3.3.1. Diagnóstico Ladrillera “Los Mármoles”.

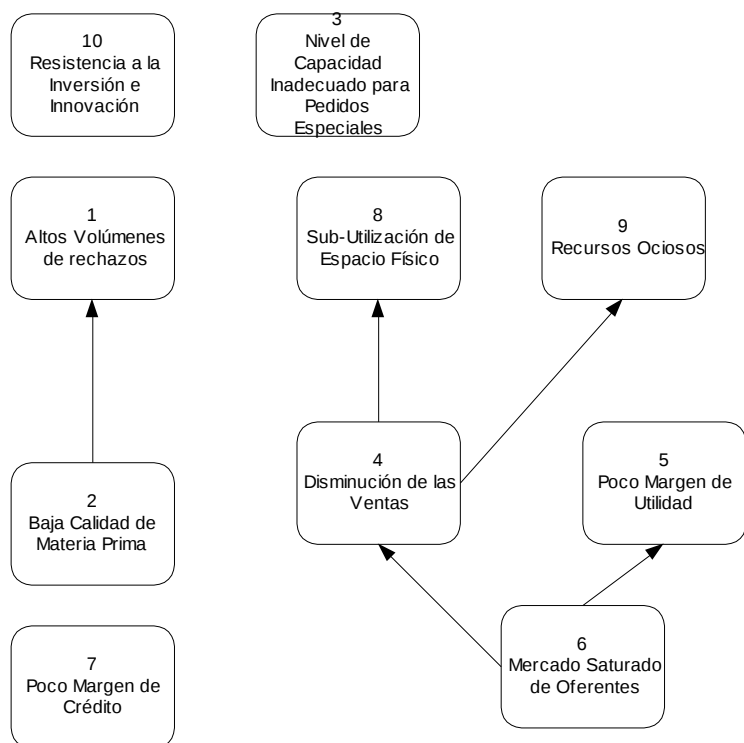
3.3.1.1. Paso 1. Lista de Efectos Indeseables.

1. Altos Volúmenes de Rechazos

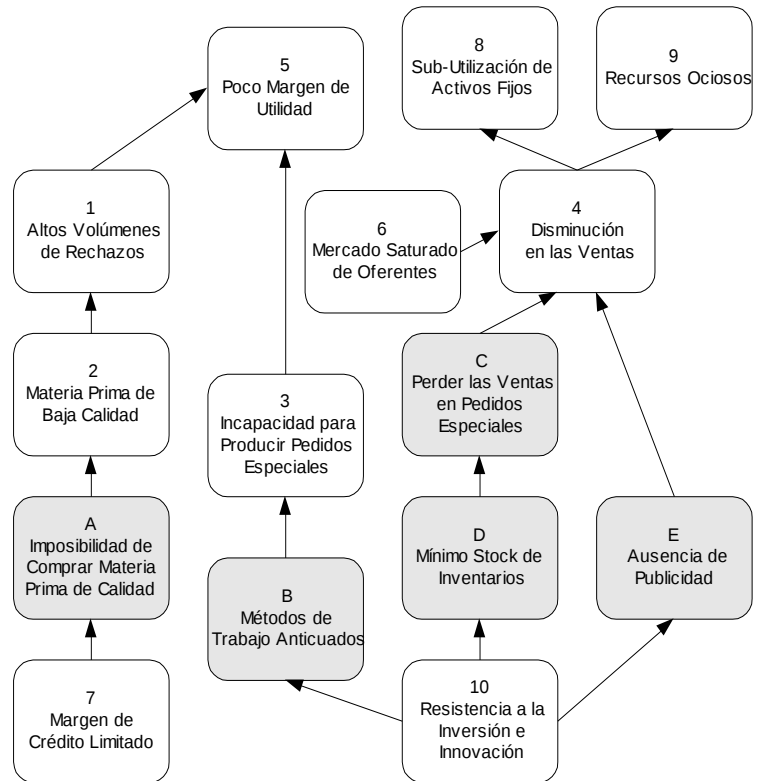
²⁰ Pág. 216, Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis, Muñoz Razo, Carlos.

2. Baja Calidad de Materia Prima
3. Falta de Capacidad Productiva para Pedidos Grandes
4. Disminución de las Ventas
5. Poco Margen de Utilidad
6. Mercado Saturado de Oferentes
7. Poco Margen de Crédito
8. Sub-utilización de Activos Fijos
9. Recursos Ociosos
10. Resistencia a la Inversión e Innovación

3.3.1.2. Paso 2. Relaciones Efecto-Causa-Efecto Preliminares.



3.3.1.3. Paso 3. Relacionar todos los Efectos Indeseables.



Efectos Indeseables adicionados para completar la relación:

- A. Imposibilidad de Comprar Materia Prima de Calidad
- B. Métodos de Trabajo Inadecuados
- C. Perder las Ventas en Pedidos Especiales
- D. Nivel Mínimo de Inventarios
- E. Recorte en la Publicidad

3.3.1.4. Paso 4. Análisis de Causas Entrantes y Efectos.

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA ENTRE EFECTOS Y CAUSAS ENTRANTES	
CAUSAS ENTRANTES	EFECTOS RESULTANTES
7. Margen de Crédito Limitado	
	A. Imposibilidad de Comprar Materia Prima de Calidad
	2. Materia Prima de Baja Calidad
	1. Alto Volumen de Rechazo
	5. Poco Margen de Utilidad
10. Resistencia a la Inversión e Innovación	
	B. Métodos de Trabajo Inadecuados
	3. Incapacidad para Producir Pedidos Especiales
	5. Poco Margen de Utilidad
	D. Nivel Mínimo de Inventario
	C. Perder las Ventas en Pedidos Especiales
	4. Disminución en las Ventas
	8. Sub-Utilización de Activos Fijos
	9. Recursos Ociosos
	E. Ausencia de Publicidad
6. Mercado Saturado de Oferentes	
	4. Disminución en las Ventas
	8. Sub-Utilización de Activos Fijos
	9. Recursos Ociosos

3.3.1.5. Paso 5. Identificación del Problema Raíz.

Luego de realizado el análisis sobre las causas entrantes y efectos correspondientes, se establece que el “Problema Raíz” para la empresa “Los Mármoles” es la “Resistencia a la Inversión e Innovación” representado en el “Árbol de Realidad Actual” como

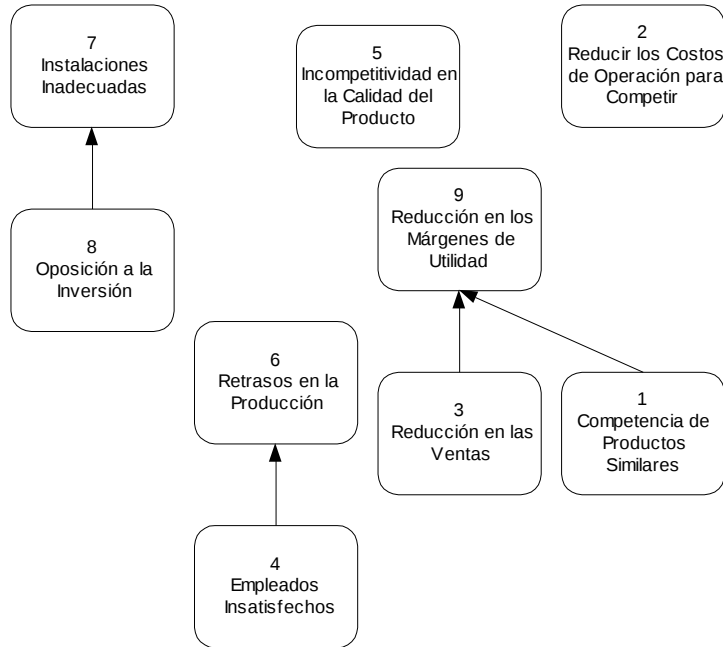
la entidad o efecto indeseable número 10. La admisión de éste efecto indeseable como problema raíz se hace sobre la base de la cantidad de efectos que posee sobre los otros efectos indeseables entrantes, contando la “Resistencia a la Inversión e Innovación” con nueve efectos y las entidades “Margen de Crédito Limitado” y “Mercado saturado de Oferentes” con cuatro y tres respectivamente.

3.3.2. Diagnóstico Panadería “Lucy”.

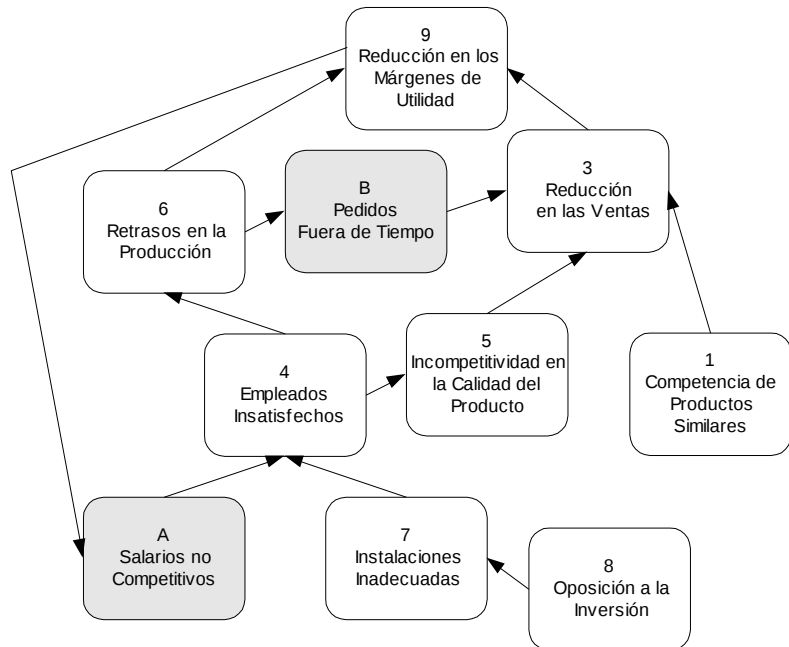
3.3.2.1. Paso 1. Lista de Efectos Indeseables.

1. Competencia de Productos Similares
2. Reducción en los Costos de Operación para igualar a la Competencia
3. Reducción en la Ventas
4. Empleados Insatisfechos
5. Baja Calidad del Producto
6. Retrasos en el Proceso de Fabricación del Producto
7. Instalaciones Inadecuadas
8. Temor a la Inversión e Innovación
9. Reducción en los Márgenes de Utilidad

3.3.2.2. Paso 2. Relaciones Efecto-Causa-Efecto Preliminares.



3.3.2.3. Paso 3. Relacionar todos los Efectos Indeseables.



Efectos Indeseables adicionados para completar relación:

A. Salarios no Competitivos.

B. Pedidos Fuera de Tiempo.

Efectos Indeseables podados:

2. Reducir los Costos de Operación para Competir

3.3.2.4. Paso 4. Análisis de Causas Entrantes y Efectos.

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA ENTRE EFECTOS Y CAUSAS ENTRANTES	
CAUSAS ENTRANTES	EFECTOS RESULTANTES
1. Competencia de Productos Sustitutos	
	3. Reducción en las Ventas
	9. Reducción en los Márgenes de Utilidad
	A. Salarios No Competitivos
8. Oposición a la Inversión	
	7. Instalaciones Inadecuadas
	4. Empleados Insatisfechos
	6. Retrasos en la Producción
	9. Reducción en los Márgenes de Utilidad
	5. Incompetitividad en la Calidad del Producto
	3. Reducción en las Ventas
	B. Pedidos Fuera de Tiempo
	A. Salarios No Competitivos

3.3.2.5. Paso 5. Identificación del Problema Raíz.

A partir del análisis desarrollo en el paso anterior, el efecto indeseable ocho “Oposición a la Inversión” constituye el problema raíz para la realidad de actual de la empresa. Es de hacer

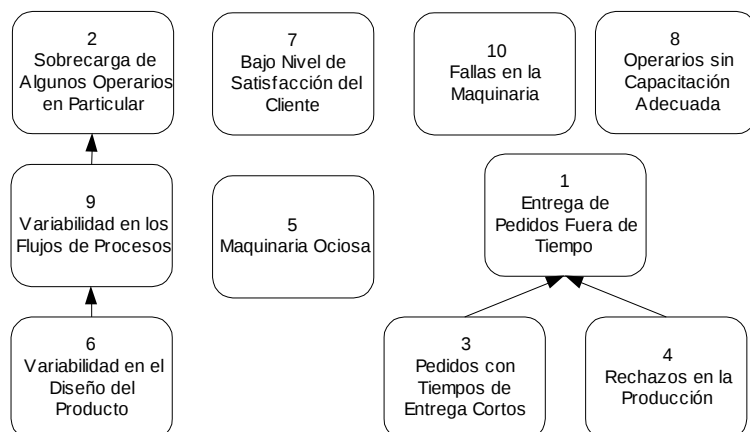
notar el impacto que ésta causa entrante posee sobre la mayoría de efectos.

3.3.3. Diagnóstico Confecciones “Amanda`s”.

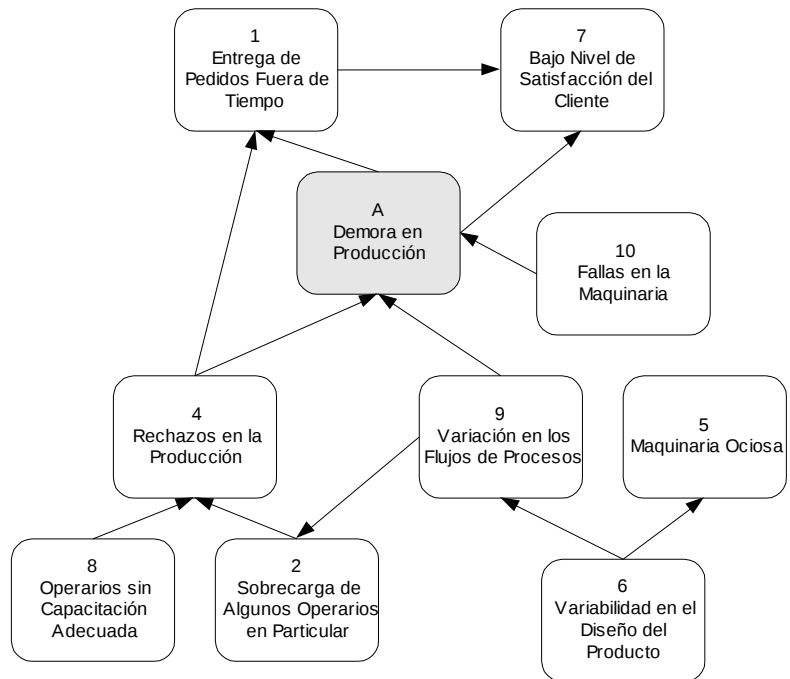
3.3.3.1. Paso 1. Lista de Efectos Indeseables.

1. Entrega de Pedidos Fuera de Tiempos
2. Sobrecarga de algunos Operarios en Particular
3. Pedidos con Tiempos de Entrega Cortos
4. Rechazos en la Producción
5. Maquinaria Ociosa
6. Diseño de Producto Complejo
7. Operarios sin Capacitación Adecuada
8. Variabilidad en los Flujos de Procesos
9. Fallas en la Maquinaria
10. Operarios sin Capacitación Adecuada

3.3.3.2. Paso 2. Relaciones Efecto-Causa-Efecto Preliminares.



3.3.3.3. Paso 3. Relacionar todos los Efectos Indeseables.



Efectos Indeseables Adicionados:

A. Demora en Producción.

Efectos Indeseables Podados:

3. Pedidos con Tiempo de Entrega Corto.

3.3.3.4. Paso 4. Análisis de Causas Entrantes y Efectos.

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA ENTRE EFECTOS Y CAUSAS ENTRANTES	
CAUSAS ENTRANTES	EFECTOS RESULTANTES
8. Operarios sin Capacitación Adecuada	
	4. Rechazos en la Producción
	1. Entrega de Pedidos Fuera de Tiempo
	7. Bajo Nivel de satisfacción del Cliente
	A. Demora en Producción
6. Variabilidad en el Diseño del Producto	
	5. Maquinaria Ociosa
	9. Variación en los Flujos de Proceso
	2. Sobrecarga de algunos operarios en particular
	4. Rechazos en la Producción
	1. Entrega de Pedidos Fuera de Tiempo
	7. Bajo Nivel de satisfacción del Cliente
	A. Demora en Producción
10. Fallas en Maquinaria	
	A. Demora en Producción
	1. Entrega de Pedidos Fuera de Tiempo
	7. Bajo Nivel de satisfacción del Cliente

3.3.3.5. Paso 5. Identificación del Problema Raíz.

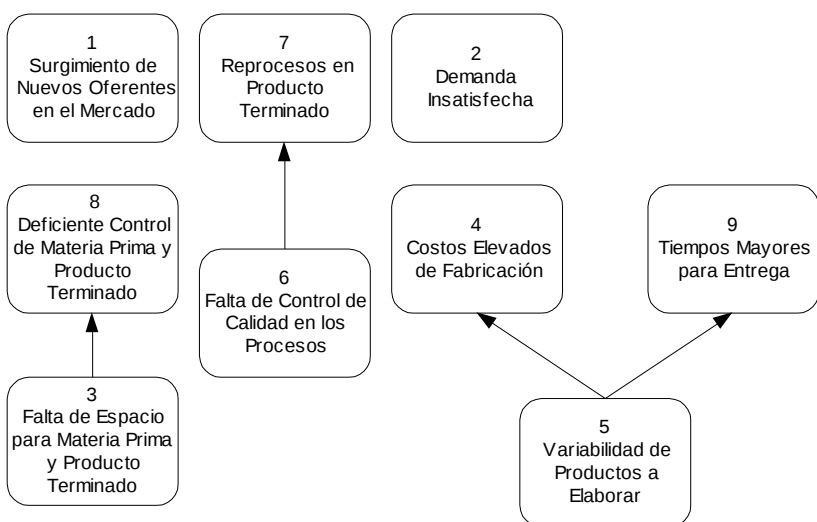
Considerando la cantidad de efectos que posee la entidad número 6 “Variabilidad en el Diseño del Producto”, se reconoce como problema medular, por depender de éste la mayoría de efectos indeseables encontrados para la empresa en diagnóstico.

3.3.4. Diagnóstico Estructuras Metálicas “Acevedo”.

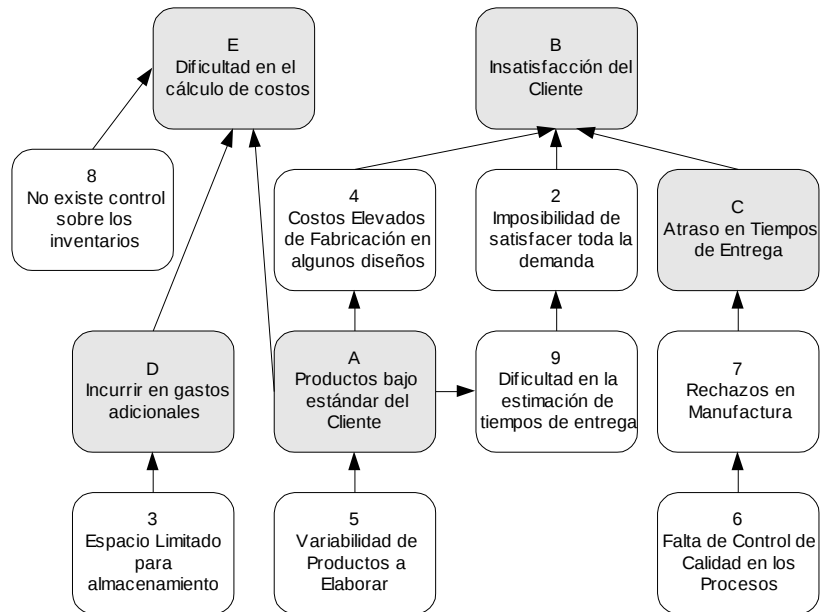
3.3.4.1. Paso 1. Lista de Efectos Indeseables.

1. Surgimiento de Nuevos Oferentes en el Mercado
2. Imposibilidad de satisfacer toda la Demanda.
3. Espacio limitado para almacenamiento.
4. Costos elevados de fabricación en algunos diseños.
5. Variabilidad de Productos a Elaborar.
6. Falta de Control de Calidad en los Procesos
7. Rechazos en Producción.
8. No existe control sobre los inventarios.
9. Dificultad en la estimación de tiempos de entrega.

3.3.4.2. Paso 2. Relaciones Efecto-Causa-Efecto Preliminares.



3.3.4.3. Paso 3. Relacionar todos los Efectos Indeseables.



Efectos Indeseables adicionados para completar la relación:

A. Productos bajo estándar del Cliente.

B. Insatisfacción del Cliente.

C. Atraso en Tiempos de Entrega.

D. Incurrir en gastos adicionales.

E. Dificultad en el cálculos de costos.

Efectos Indeseables podados:

1. Surgimiento de nuevos oferentes en el Mercado.

3.3.4.4. Paso 4. Análisis de Causas Entrantes y Efectos.

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA ENTRE EFECTOS Y CAUSAS ENTRANTES	
CAUSAS ENTRANTES	EFECTOS RESULTANTES
8. No existe control sobre los inventarios	
	E. Dificultad en el cálculo de costos
3. Espacio limitado para almacenamiento	
	D. Incurrir en Gastos Adicionales
	E. Dificultad en el cálculo de costos
5. Variabilidad de Productos a Elaborar	
	A. Productos bajo estándar del Cliente
	E. Dificultad en el cálculo de costos
	4. Costos elevados de Fabricación en algunos Diseños
	B. Insatisfacción del Cliente
	9. Dificultad en la estimación de Tiempos de Entrega
	2. Imposibilidad de satisfacer toda la demanda
6. Falta de Control de Calidad en los Procesos	
	7. Rechazos en Manufactura
	C. Atraso en Tiempos de Entrega
	B. Insatisfacción del Cliente

3.3.4.5. Paso 5. Identificación del Problema Raíz.

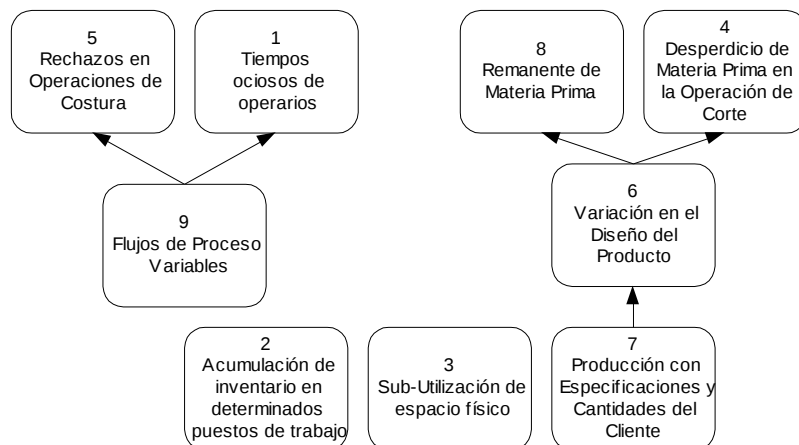
Sobre la base del análisis de causas entrantes y efectos se ha determinado que el problema raíz para la realidad presente de “Estructuras Metálicas Acevedo” es la entidad número cinco “Variabilidad de Productos a Elaborar”, por ser ésta última la causante de la mayoría de efectos indeseables.

3.3.5. Diagnóstico Industrias “Peraza”.

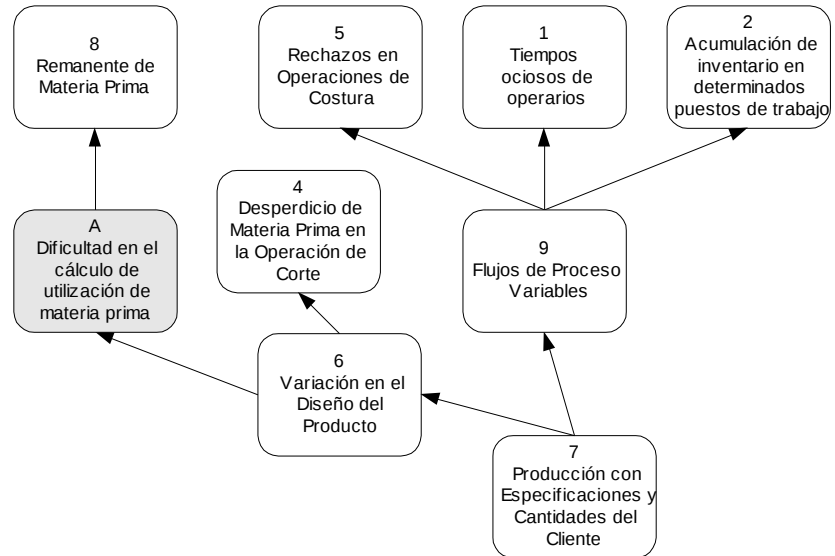
3.3.5.1. Paso 1. Lista de Efectos Indeseables.

1. Tiempos ociosos de operarios.
2. Acumulación de inventario en determinados puestos de trabajo.
3. Sub-utilización de espacio físico.
4. Desperdicio de Materia Prima en la operación de corte.
5. Rechazos en Operaciones de Costura.
6. Variación en el diseño del producto.
7. Producción con base a especificaciones y cantidades del cliente.
8. Remanente de materia prima.
9. Flujos de Proceso variables.

3.3.5.2. Paso 2. Relaciones Efecto-Causa-Efecto Preliminares.



3.3.5.3. Paso 3. Relacionar todos los Efectos Indeseables.



3.3.5.4. Paso 4. Análisis de Causas Entrantes y Efectos.

En este caso en particular, no es necesario comparar causas entrantes puesto que solamente existe una que por tanto de inmediato se adopta como problema raíz.

3.3.5.5. Paso 5. Identificación del Problema Raíz.

Como se menciona en el numeral anterior (3.3.5.4), encontrar el problema raíz en este caso es de manera inmediata por lo cual se toma como problema raíz la única causa entrante “7. Producción con Especificaciones y Cantidades del Cliente”.

3.4. Conclusiones.

A continuación se presenta esquemáticamente cada una de las empresas involucradas en la investigación y su correspondiente problema medular, identificado a través del Árbol de Realidad Actual, herramienta propuesta por la Teoría de Restricciones precisamente para identificar la causa raíz de la mayoría de los efectos indeseables al interior de la empresa.

EMPRESA	PROBLEMA MEDULAR
Ladrillera "Los Mármoles"	Resistencia a la Inversión e Innovación
Panadería "Lucy"	Oposición a la Inversión
Confecciones "Amanda's"	Variabilidad en el Diseño del Producto
Estructuras Metálicas "Acevedo"	Variabilidad en los Productos a Elaborar
Industrias "Peraza"	Producción con Especificaciones y Cantidades establecidas por el Cliente

Cabe mencionar que los resultados obtenidos no permiten inferir una situación o tendencia general dentro del sector, puesto que la muestra ha sido concebida de manera discrecional, no obstante, es importante hacer notar que la mayoría de micro y pequeñas empresas fabriles poseen similar realidad económica y de mercado; lo anterior se fundamenta en la diversidad de estudios realizados sobre el sector y los constantes aparecimientos en los distintos medios de comunicación de personeros

del sector clamando políticas sectoriales oportunas y funcionales desde el gobierno de la república.

Para el caso particular de la investigación, las causas raíz pueden aglutinarse en dos grupos, el primero de carácter financiero relacionado directamente con la oposición a invertir en el negocio puesto que esto conlleva un riesgo, sobre todo en la inseguridad sobre si el monto invertido realmente será recuperado y en cuanto tiempo esto puede darse. Y el segundo se refiere sobre la gama de productos que produce la empresa, esto se refiere a la manufactura de diversidad de productos a que son sometidas las plantas de producción lo cual representa una restricción para el control y estandarización de las mismas.

Finalmente, a pesar que dentro del análisis de efectos indeseables existen aspectos relacionados con restricciones físicas, estos están supeditados a restricciones políticas o decisiones consumadas las que impiden o afectan directamente el desarrollo ordenado y rentable de las empresas. De lo anterior se genera la necesidad imperativa de atacar o solucionar en primera instancia las restricciones políticas las cuales basadas sobre restricciones de paradigmas impactan sobre la acción empresarial, llegando en algunos casos a generar restricciones de tipo físico como puede ser la sobrecarga de producción o alto volumen de inventario.

CAPITULO IV

PROPUESTA DE APLICACIÓN

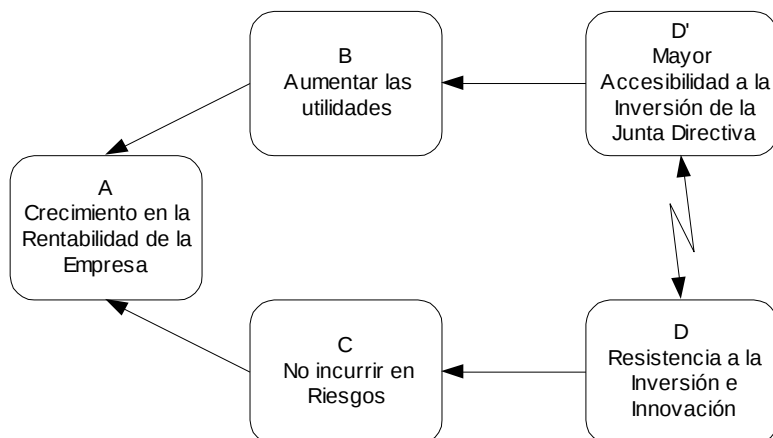
DEL GERENCIAMIENTO POR RESTRICCIONES

4.1. Ladrillera "Los Mármoles".

Desarrollado el diagnóstico a la Ladrillera “Los Mármoles” a través del Árbol de Realidad Actual (Capítulo III); del cual se deriva como problema raíz “La Resistencia a la Inversión e Innovación”, a continuación se inicia la aplicación del Gerenciamiento por Restricciones para brindar una alternativa de solución a la problemática planteada. Es importante mencionar que el mencionado problema raíz se considera una restricción de tipo político puesto que se refiere a un aspecto relativo a la toma de decisiones particularmente y no así a una restricción de materia prima, maquinaria, equipo y/o personas.

4.1.1. Evaporación de Nube.

4.1.1.1. Paso 1. Articulación del Problema Raíz.



Lectura AB: Para *el crecimiento en la rentabilidad de la empresa*; es necesario *aumentar las utilidades*.

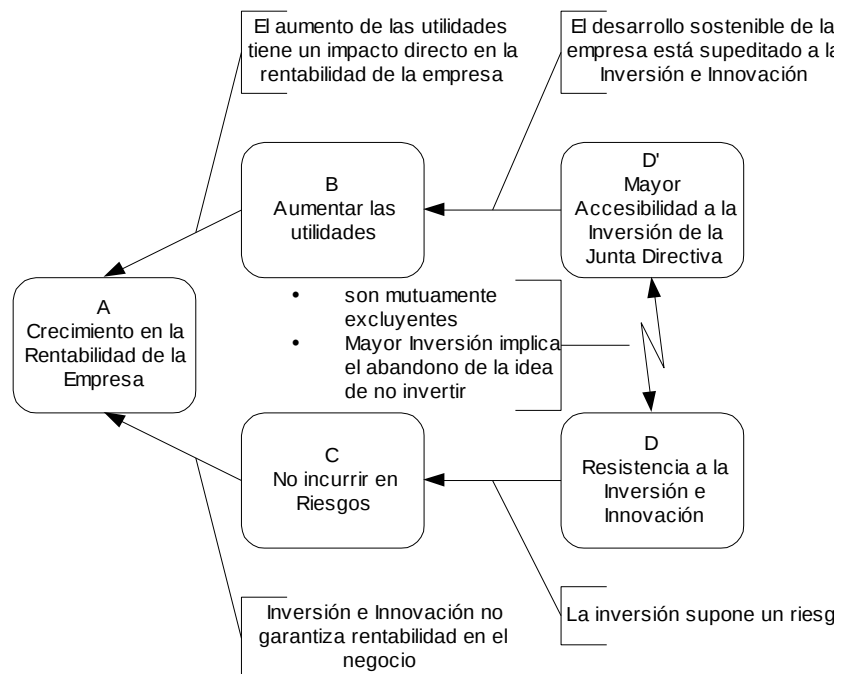
Lectura AC: Para *el crecimiento en la rentabilidad de la empresa*; es necesario *no incurrir en riesgos*.

Lectura CD: Para *no incurrir en riesgos*; es necesario *la resistencia a la inversión e innovación*.

Lectura BD': Para *aumentar las utilidades*; es necesario *mayor accesibilidad a la inversión por parte de la junta directiva*.

Lectura DD': conflicto generado a partir de D' como opuesto a D.

4.1.1.2. Paso 2. Revelación de Supuestos.



Lectura AB: Para *el crecimiento en la rentabilidad de la empresa*; es necesario *aumentar las utilidades*; porque *el aumento de las utilidades tiene un impacto directo en la rentabilidad de la empresa*.

Lectura BD': Para *aumentar las utilidades*; es necesario *mayor accesibilidad a la inversión por parte de la junta directiva*; porque *el desarrollo sostenible de la empresa está supeditado a la inversión e innovación*.

Lectura AC: Para *el crecimiento en la rentabilidad de la empresa*; es necesario *no incurrir en riesgos*; porque *inversión e innovación no garantiza rentabilidad*.

Lectura CD: Para *no incurrir en riesgos*; es necesario *la resistencia a la inversión e innovación*; porque *la inversión supone un riesgo*.

Lecturas DD':

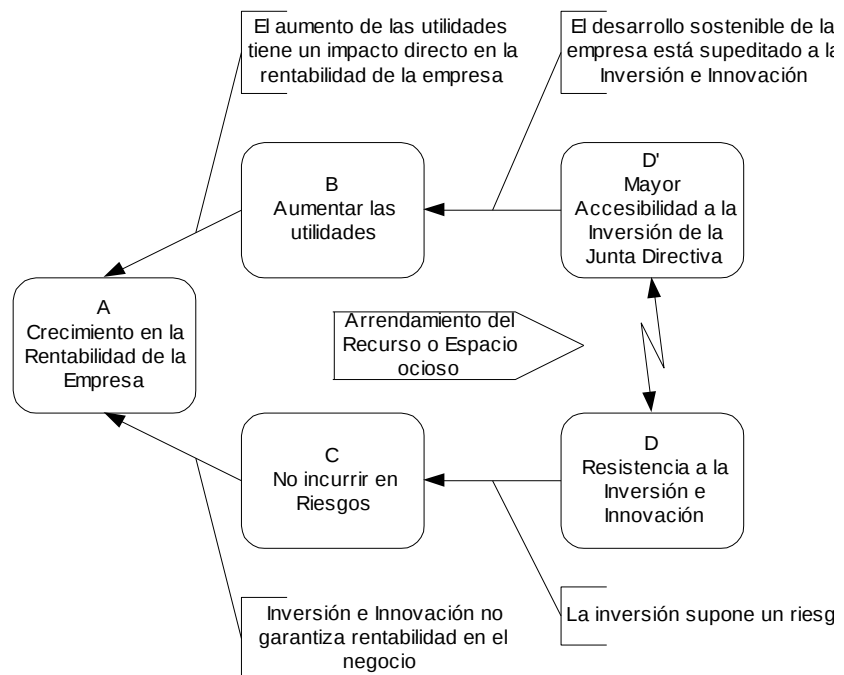
D y D' no pueden coexistir porque *son mutuamente excluyentes*.

D y D' son mutuamente excluyentes porque *mayor inversión implica el abandono de la idea de no invertir*.

4.1.1.3. Paso 3. Inyección del Conflicto.

Lluvia de Inyecciones:

1. Alianza Estratégica con Empresas Constructoras.
2. Reducción de los Costos.
3. Incremento en el Precio del Producto.
4. Disminución al Precio del Producto.
5. Diversificación de la Línea de Productos.
6. Arrendamiento del recurso o espacio ocioso.
7. Mejoras al diseño del producto.



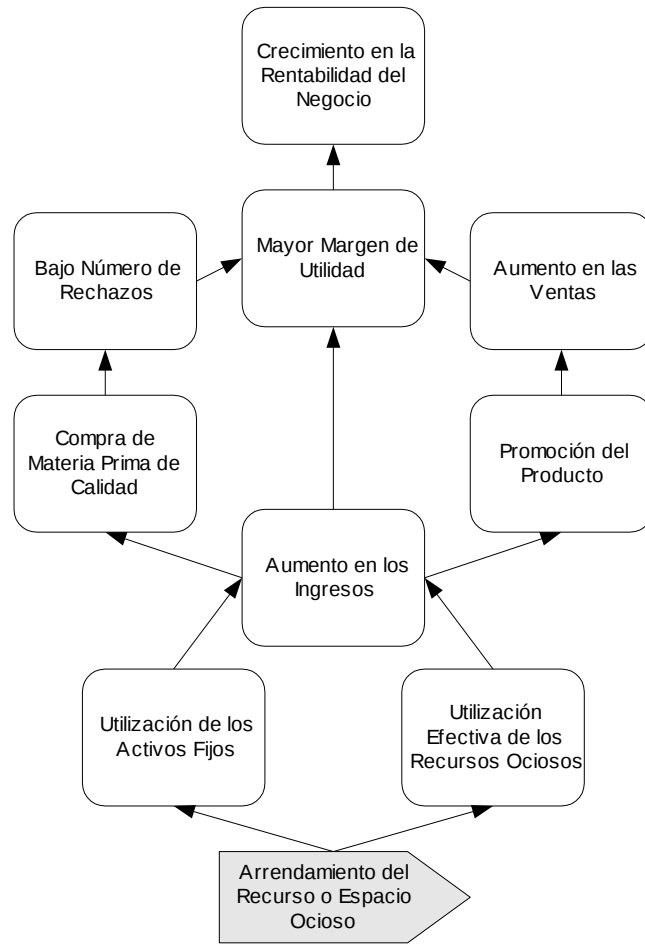
4.1.2. Árbol de Realidad Futura.

4.1.2.1. Paso 1. Efectos Deseables.

1. Bajos Volúmenes de Rechazos
2. Calidad de Materia Prima
3. Capacidad de Producción para Pedidos Especiales
4. Aumento en las Ventas
5. Mayor Margen de Utilidad
6. Mercado Reducido de Oferentes
7. Mayor Margen de Crédito
8. Utilización de Activos Fijos Ociosos
9. Utilización Efectiva de Recursos Ociosos
10. Interés a la Inversión e Innovación de la Junta Directiva

- A. Compra de Materia Prima de Calidad.
- B. Modernización de los Métodos de Trabajo.
- C. Capacidad de vender en Pedidos Especiales.
- D. Estimación de Stock de Inventario de manera sistemática.
- E. Promoción del Producto.

4.1.2.2. Paso 2. Construcción del Árbol de Realidad Futura.



4.1.3. Árbol de Pre-requisitos.

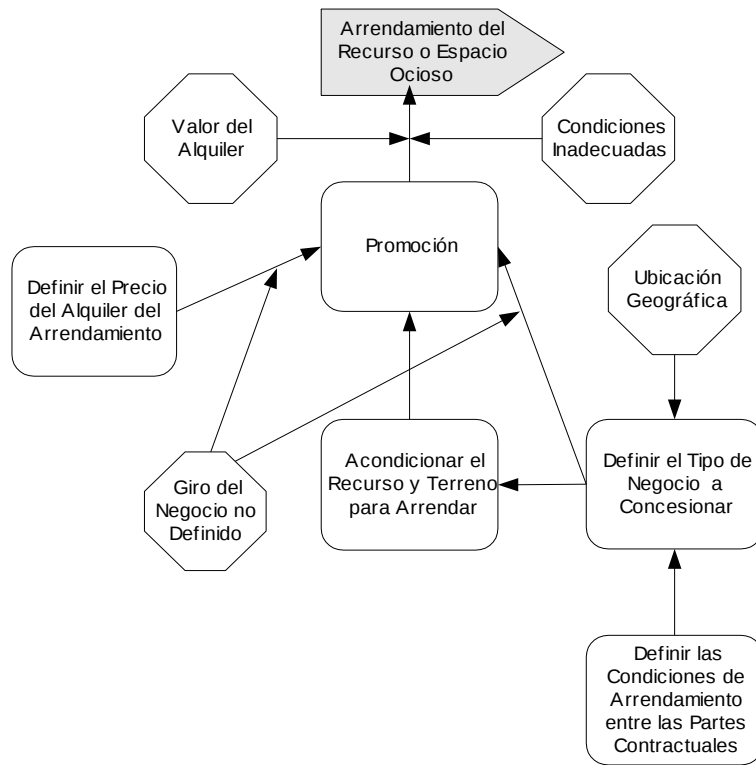
4.1.3.1. Paso 1. Listar Obstáculos para implementar Inyección.

1. Valor del Alquiler.
2. Condiciones Inadecuadas del Terreno.
3. Condiciones Inadecuadas de los Recursos.
4. Tipo de Negocio.

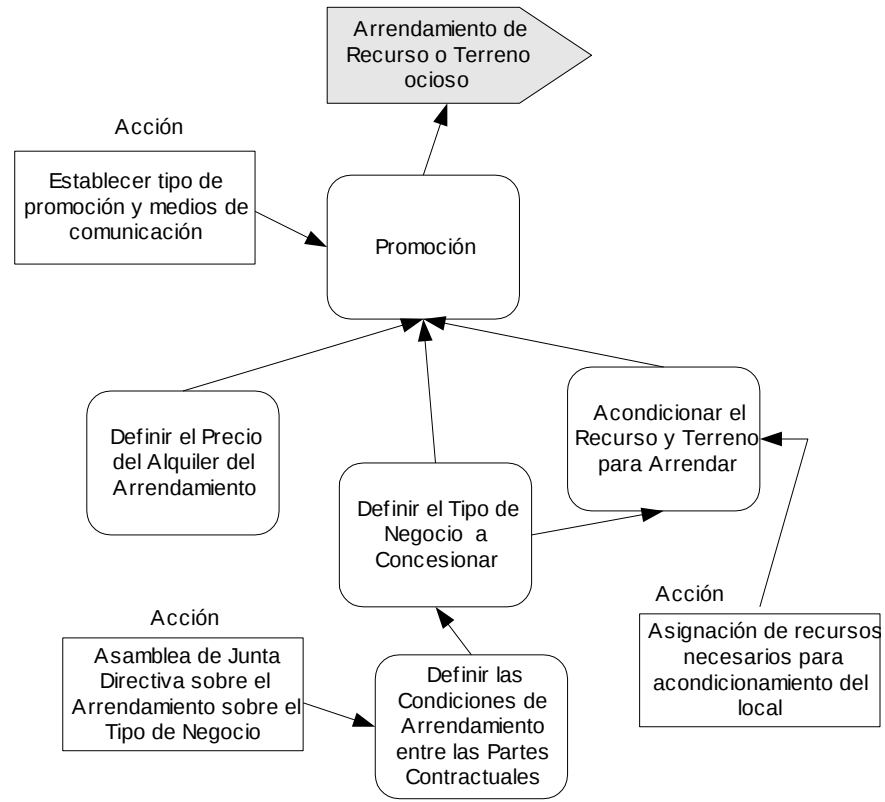
4.1.3.2. Paso 2. Listar Objetivos Intermedios.

1. Definir las condiciones de Arrendamiento entre las partes contractuales.
2. Definir el giro de negocio que se establecerá.
3. Acondicionar los Recursos y el Terreno para el arrendamiento.
4. Promocionar el arrendamiento.

4.1.3.3. Paso 3. Construcción del Árbol de Prerrequisitos.



4.1.4. Árbol de Transición.

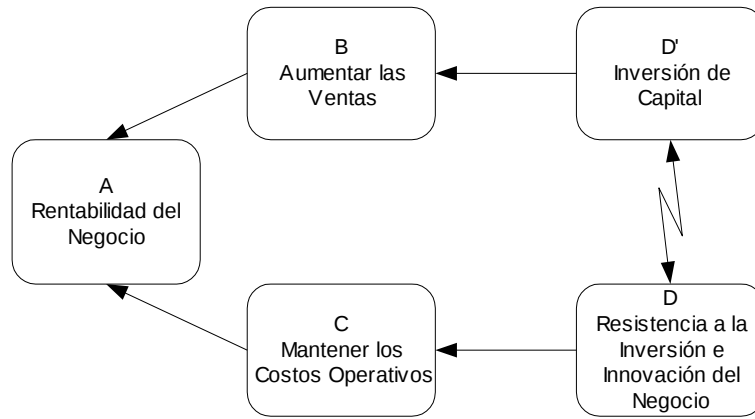


4.2. Panadería “Lucy”.

Adoptando como problema raíz la “Oposición a la Inversión” determinado por medio del Árbol de Realidad Actual (Capítulo III) para el escenario presente de Panadería “Lucy”, a continuación se inicia la solución a dicha problemática a través de la aplicación del Gerenciamiento por Restricciones. Cabe mencionar que ésta restricción se considera política puesto que involucra la disputa entre paradigmas de invertir y no invertir.

4.2.1. Evaporación de Nube.

4.2.1.1. Paso 1. Articulación del Problema Raíz.



Lectura AB: Para *el crecimiento en la rentabilidad de la Panadería*; es necesario *aumentar las ventas*

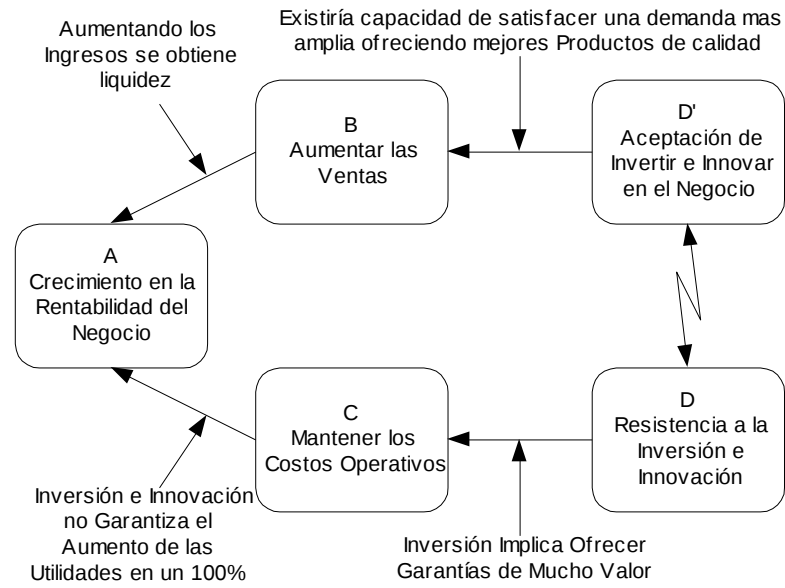
Lectura AC: Para *el crecimiento en la rentabilidad de la Panadería*; es necesario *mantener los costos operativos*.

Lectura CD: Para *mantener los costos operativos*; es necesario *la resistencia a la inversión e innovación*.

Lectura BD': Para *aumentar las ventas*; es necesario *la aceptación de invertir e innovación en la Panadería*.

Lectura DD': conflicto generado a partir de D' como opuesto a D.

4.2.1.2. Paso 2. Revelación de Supuestos.



Lectura AB: Para el crecimiento en la rentabilidad de la empresa; es necesario *aumentar las ventas*; porque *el aumento del flujo de ingresos incrementa la liquidez*.

Lectura BD': Para *aumentar las ventas*; es necesario *mayor accesibilidad a la inversión por parte de la Panadería*; porque *existiría capacidad de satisfacer una demanda más amplia ofreciendo productos mejores productos de calidad*.

Lectura AC: Para el crecimiento en la rentabilidad de la empresa; es necesario *mantener los costos operativos*; porque *inversión e innovación no garantiza el aumento de las utilidades en un 100%*.

Lectura CD: Para *mantener los costos*; es necesario *la resistencia a la inversión e innovación*; porque *la inversión implica ofrecer garantías de mucho valor*.

Lecturas DD':

D y D' no pueden coexistir porque *son mutuamente excluyentes*.

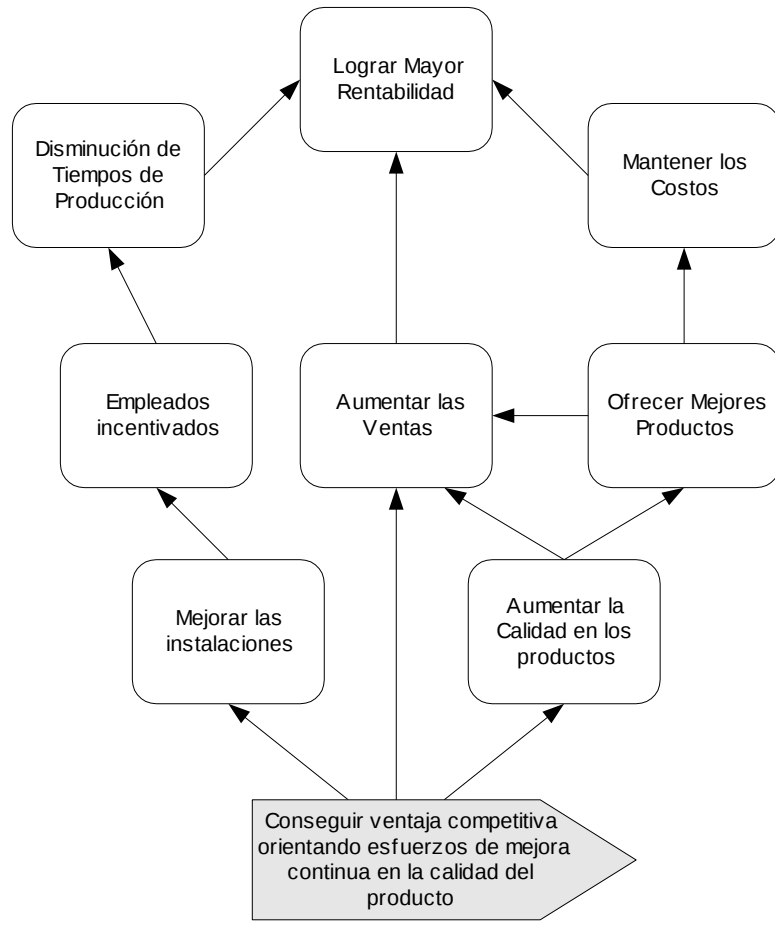
D y D' son mutuamente excluyentes porque *mayor inversión implica el abandono de la idea de no invertir*.

4.2.1.3. Paso 3. Inyección del Conflicto.

Lluvia de Inyecciones:

1. Asociatividad con otras Panaderías.
2. Reducción de los Costos de Operación.
3. Disminución al Precio del Producto.
4. Diversificación de Productos.
5. Mejoras al diseño y sabores del producto.
6. Vendajes por cantidades vendidas

4.2.2.2. Paso 2. Construcción del Arbol de Realidad Futura.



4.2.3. Arbol de Pre-requisitos.

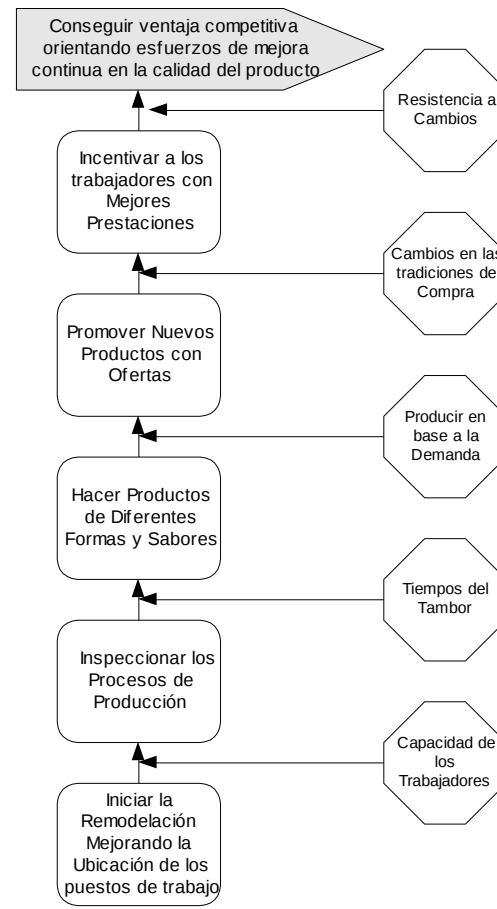
4.2.3.1. Paso 1. Listar Obstáculos para implementar Inyección.

1. Resistencia a los Cambios de Trabajo
2. Cambios en la tradición de Compra de los Clientes
3. Producir en Base a la Demanda
4. Tiempo del Tambor Identificado
5. Capacidad de los Trabajadores

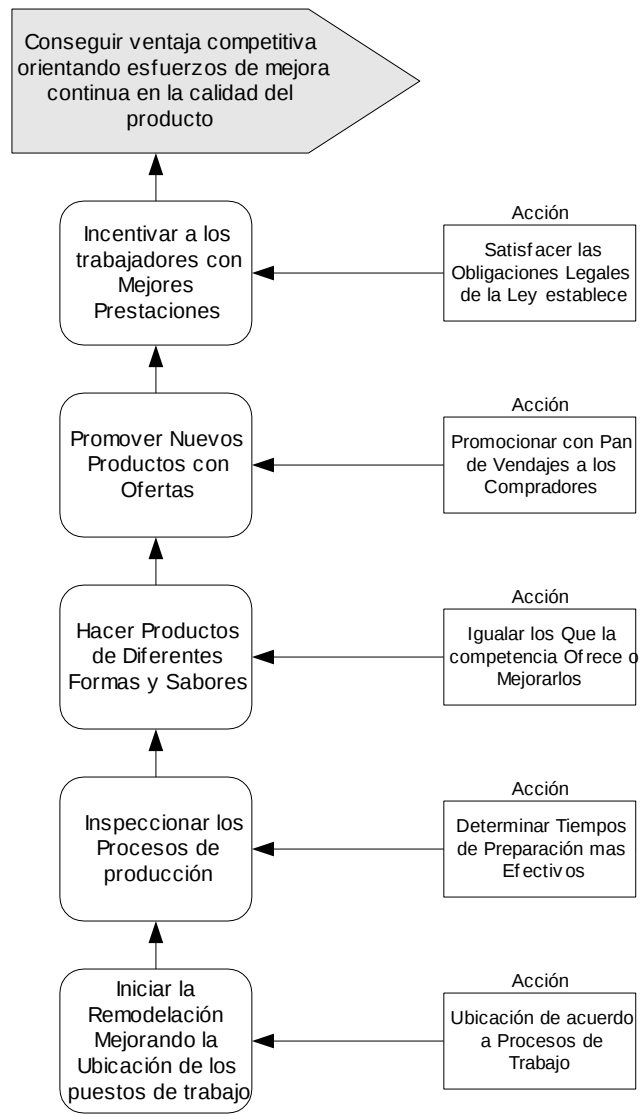
4.2.3.2. Paso 2. Listar Objetivos Intermedios.

1. Iniciar la Remodelación Mejorando la Ubicación de los Puestos de Trabajo
2. Inspeccionar los Procesos de producción
3. Hacer Productos de Diferentes Formas y Sabores
4. Promover Nuevos Productos Con Ofertas
5. Incentivar a los trabajadores con ofertas

4.2.3.3. Paso 3. Construcción del Arbol de Pre-requisitos.



4.2.4. Arbol de Transición.

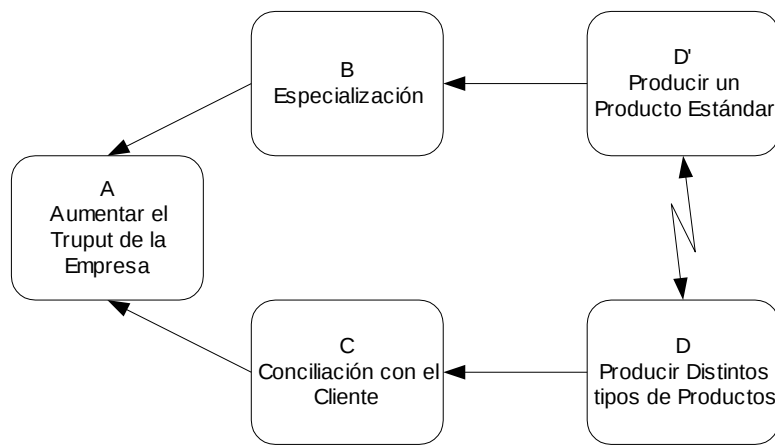


4.3. Confecciones Amanda`s.

Utilizando similar metodología para la determinación del problema raíz a los dos casos anteriores; en el caso particular de Confecciones “Amanda`s” el resultado es la “Variabilidad en el Diseño del Producto”, representado nuevamente una restricción de tipo político, puesto que es de total responsabilidad de la gerencia la decisión de fabricar productos bajo estándar o cualquier tipo de producto relacionado con el área de la confección de prendas de vestir.

4.3.1. Evaporación de Nube.

4.3.1.1. Paso 1. Articulación del Problema Raíz.



Lectura AB: Para *aumentar el Truput de la empresa*; es necesario *la especialización*.

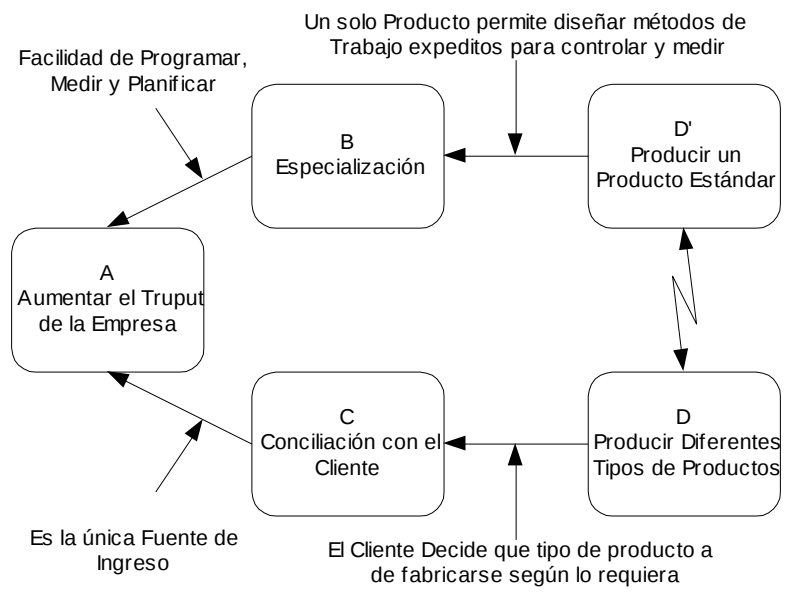
Lectura AC: Para *aumentar el Truput de la empresa*; es necesario *la conciliación con el cliente*.

Lectura CD: Para *la conciliación con el cliente*; es necesario *producir distintos tipos de Productos*.

Lectura BD': Para *tener especialización*; es necesario *producir un producto estándar*.

Lectura DD': conflicto generado a partir de D' como opuesto a D.

4.3.1.2. Paso 2. Revelación de Supuestos.



Lectura AB: Para *aumentar el Truput de la empresa*; es necesario *la especialización*; porque *facilita el programar, medir y planificar la producción*.

Lectura AC: Para *aumentar el Truput de la empresa*; es necesario *la conciliación con el cliente*; porque *la inversión no garantiza rentabilidad del negocio*.

Lectura CD: Para *la conciliación con el cliente*; es necesario *producir distintos tipos de Productos*; porque *el cliente es quien decide que tipo de producto va a fabricarse y cuanto según lo requiera*.

Lectura BD': Para *tener especialización*; es necesario *producir un producto estándar*; porque *un solo producto permite diseñar métodos de trabajo expeditos para controlar y medir*.

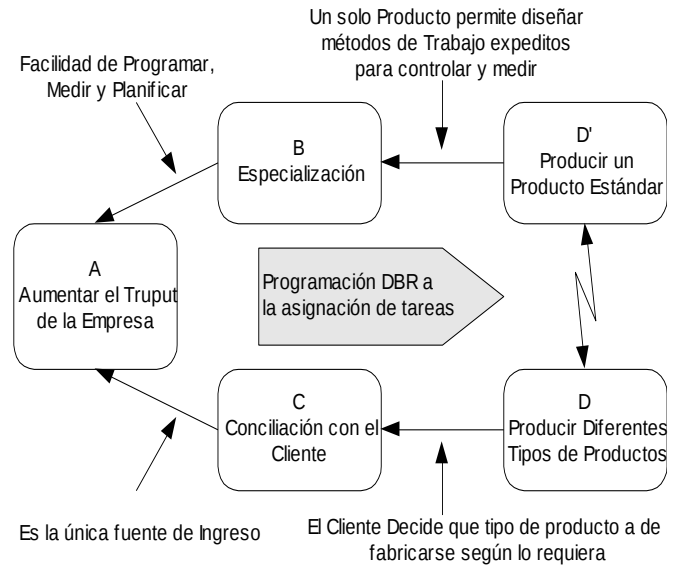
Lectura DD':

D y D' no pueden coexistir porque *son mutuamente excluyentes*.

D y D' son mutuamente excluyentes porque *producir un solo producto implica el abandono de la idea de producir diferentes de tipos de producto*.

4.3.1.3. Paso 3. Inyección del Conflicto.

1. Planificar la producción sobre la base de pedidos.
2. Cambios en los métodos de Trabajo.
3. Confeccionar a la medida o de acuerdo a la demanda.
4. Programación DBR a la asignación de Tareas.

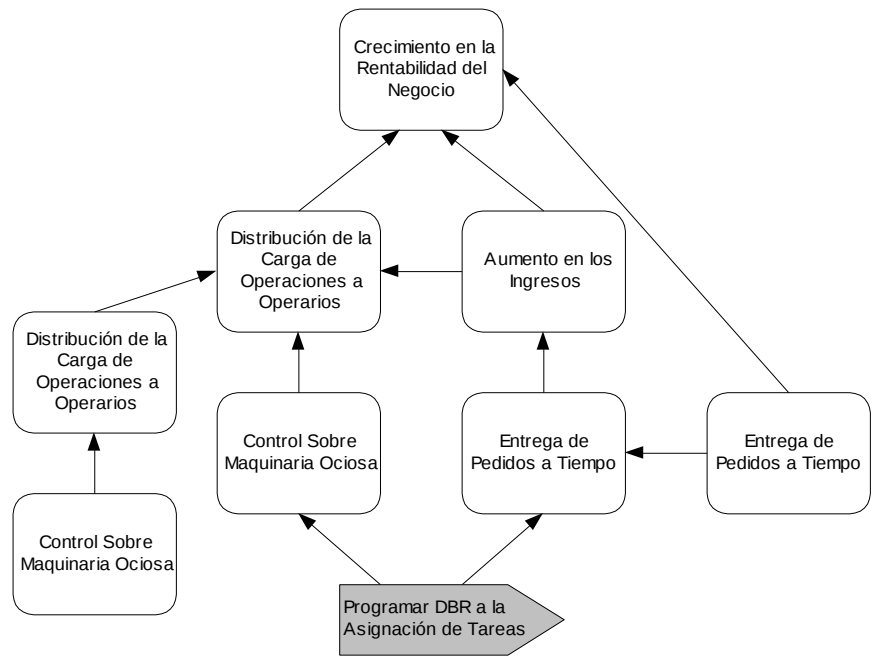


4.3.2. Arbol de Realidad Futura.

4.3.2.1. Paso 1. Efectos Deseables.

1. Entrega de Pedidos a tiempo
2. Control Sobre Maquinaria Ociosa
3. Satisfacción del Cliente
4. Distribución de la Carga de Operaciones a los Operarios
5. Estructurar Lógicamente la Fabricación del Producto
6. Estandarizar Flujos de Procesos
7. Minimizar Fallas en la Maquinaria.

4.3.2.2. Paso 2. Construcción del Arbol de Realidad Futura.



4.3.3. Arbol de Pre-requisitos.

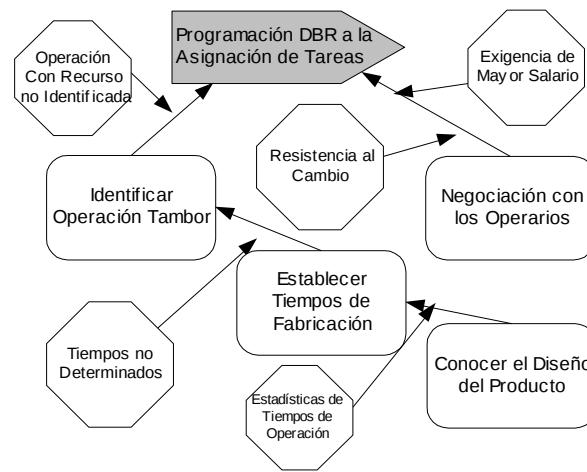
4.3.3.1. Paso 1. Listar Obstáculos para implementar Inyección.

1. Exigencia de los Operarios de Mayor Remuneración.
2. Resistencia Al Cambio.
3. Estadísticas de Tiempos de Operación.
4. Negociación con los Operarios.
5. Operación con Recurso no Identificado.

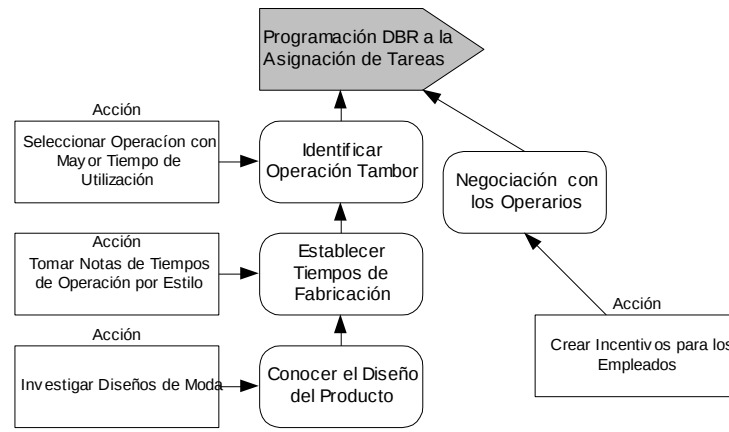
4.3.3.2. Paso 2. Listar Objetivos Intermedios.

1. Conocer el Diseño del Producto.
2. Establecer Tiempos de Fabricación.
3. Identificar Operación Tambor.
4. Programar DBR a la Asignación de Tareas.

4.3.3.3. Paso 3. Construcción del Árbol de Pre-requisitos.



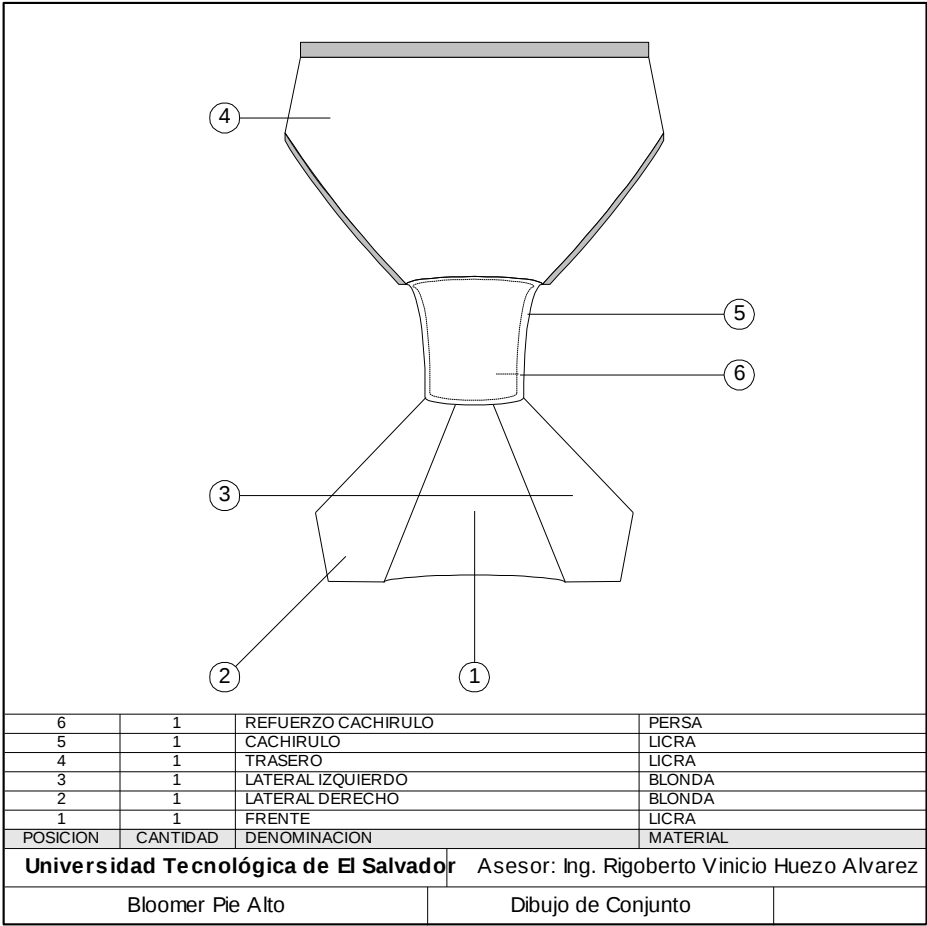
4.3.4. Árbol de Transición.



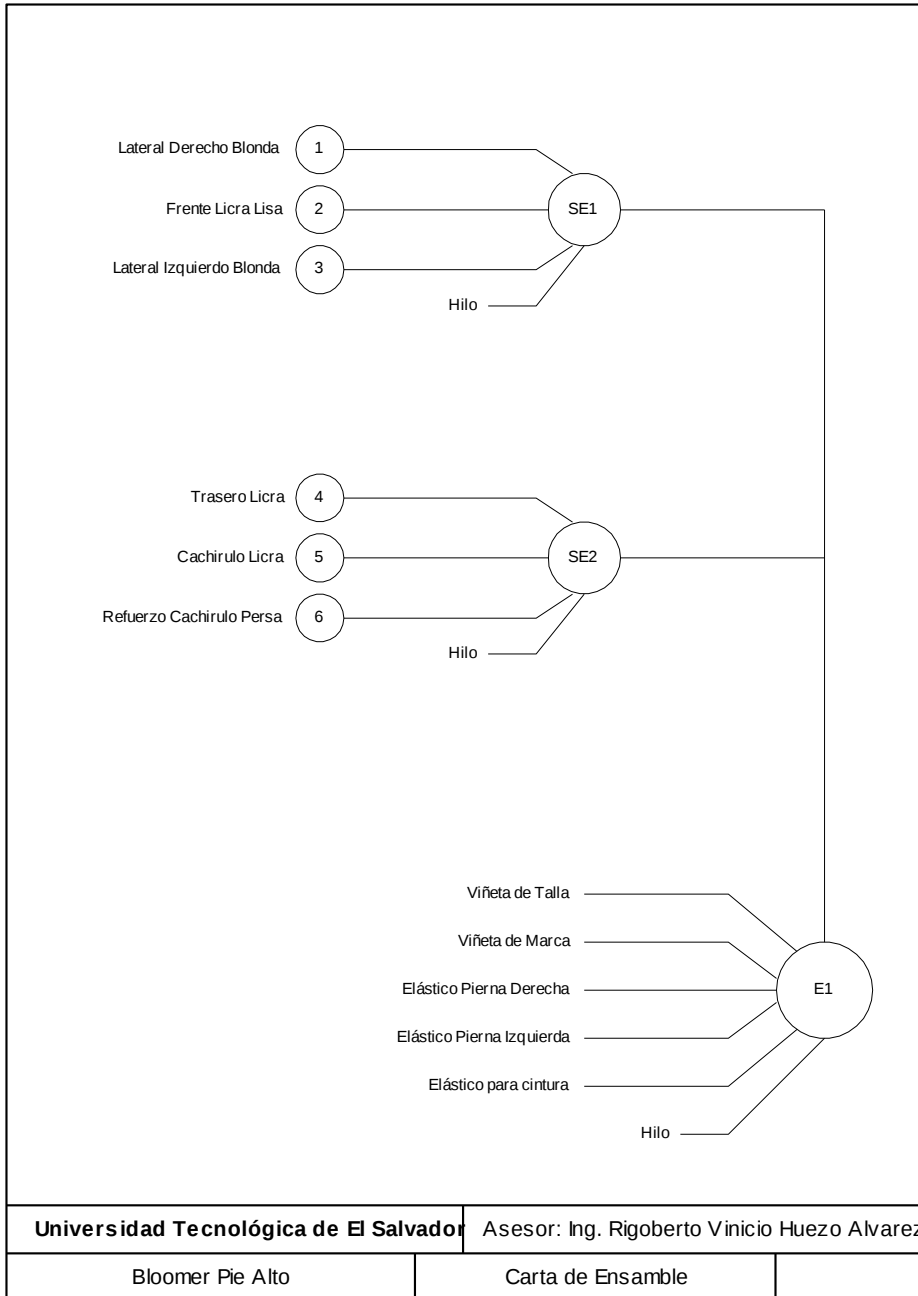
4.3.5. Programación DBR.

Luego de desarrollado los procesos de pensamiento para Confecciones Amanda's, se establece que la inyección o solución principal para la problemática es la elaboración de un Programa de Producción basado en la propuesta del Gerenciamiento por Restricciones precisamente para esta área del quehacer empresarial como es el DBR Tambor-Amortiguador-Cuerda, desarrollado a continuación:

4.3.5.1. Dibujo de Conjunto.



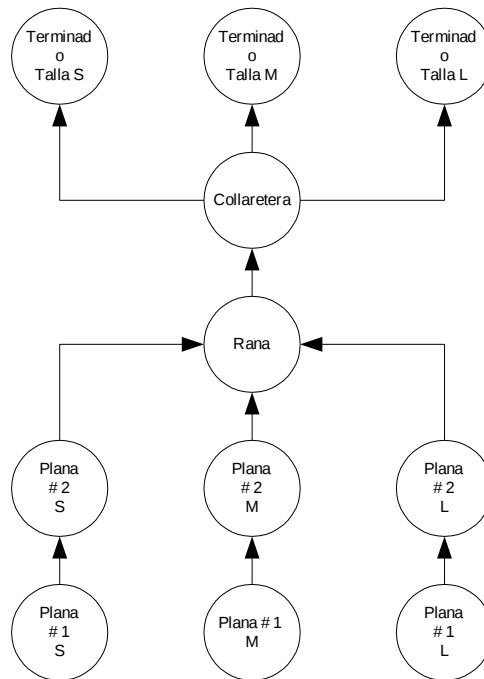
4.3.5.2. Hoja de Ensamble.



4.3.5.3. Hoja de Ruta.

NO.	DESCRIPCIÓN	CENTRO DE TRABAJO	TIEMPO
1	Coser Frente con Lateral Derecho	Plana # 1	10
2	Coser Frente con Lateral Izquierdo	Plana # 1	10
3	Coser Cachirulo y Refuerzo a Trasero	Plana # 2	12
4	Coser Frente con Parte Trasera	Plana # 2	6
5	Coser Vifeta de Talla a Bloomer	Plana # 2	7
6	Coser Elástico Pierna Derecha	Rana	13
7	Coser Elástico Pierna Izquierda	Rana	17
8	Coser Elástico Cintura	Rana	12
9	Pespunte de Cintura	Collaretera	10
10	Pespunte Pierna Izquierda	Collaretera	12
11	Pespunte Pierna Derecha	Collaretera	12
12	Limpieza	Terminado	45
13	Enviñetar	Terminado	5
14	Empacado	Terminado	60

4.3.5.4. Estructura Lógica Producto Proceso.



4.3.5.5. Análisis de Capacidad por Centro de Trabajo.

Se toma como base para el desarrollo de este análisis los datos del siguiente pedido con fecha límite de entrega de una semana:

Pedido de 50 docenas, así:

- 18 Docenas de Talla S ($12 \times 18 = 216$ unidades)
- 20 Docenas de Talla M ($12 \times 20 = 240$ unidades)
- 12 Docenas de Talla L ($12 \times 12 = 144$ unidades)

ANÁLISIS DE CAPACIDAD POR CENTRO DE TRABAJO (segundos)								
Tiempos/ Maquinas Productos/ Requerimientos	Plana # 1 S	Plana # 2 S	Plana # 1 M	Plana # 2 M	Plana # 1 L	Plana # 2 L	Rana	Collaretera
Bloomer Talla S	20	25	0	0	0	0	42	34
216 Unidades	4,320	5,400	0	0	0	0	9,030	7,344
Bloomer Talla M	0	0	20	25	0	0	42	34
240 Unidades	0	0	4,800	6,000	0	0	10,080	8,160
Bloomer Talla L	0	0	0	0	20	25	42	34
144 Unidades	0	0	0	0	2,880	3,600	6,048	4,896
Total Tiempo	4,320	5,400	4,800	6,000	2,880	3,600	25,200	20,400
Maquinas	1	1	1	1	1	1	1	1
% Utilización	3%	3%	3%	4%	2%	2%	16%	13%

Es importante hacer notar que los tiempos están expresados en segundos, esto porque las operaciones tomadas en cuenta se desarrollan por lo general en tiempos cortos menores a un minuto. Además, para el cálculo del porcentaje de utilización de la

máquina se toma como base el total de segundos para 44 horas laborales, es decir, 158, 400 segundos.

La matriz mostrada anteriormente, permite reconocer la operación mayormente utilizada dentro del proceso de fabricación del producto en cuestión. En este caso en particular, la maquina rana se considera como tambor, por poseer el mayor porcentaje de utilización, lo que significa que las operaciones desarrolladas con esta maquina pasan a ser las restricciones del sistema.

4.3.5.6. Cálculo Programación del Tambor.

Luego de haber determinado la operación restricción del sistema, se decide sobre las cantidades correspondientes de producto en proceso que llegarán a ésta y el tiempo que la operación tomará para procesarlas, así:

CÁLCULOS PARA PROGRAMACIÓN DEL TAMBOR					
Lote a Procesar	Unidades a Procesar	Tiempo por Unidad (segundos)	Tiempo Total (segundos)	Tiempo Total (minutos)	Tiempo Acumulado
Talla M	50	42	2100	35	00:35
Talla S	50	42	2100	35	01:10
Talla L	50	42	2100	35	01:45
Talla M	50	42	2100	35	02:20
Talla S	50	42	2100	35	02:55
Talla L	50	42	2100	35	03:30
Talla M	50	42	2100	35	04:05
Talla S	50	42	2100	35	04:40
Talla L	44	42	1848	31	05:11
Talla M	50	42	2100	35	05:46
Talla S	50	42	2100	35	06:21
Talla M	40	42	1680	28	06:49
Talla S	16	42	672	11	07:00

4.3.5.7. Programa de Producción del Tambor.

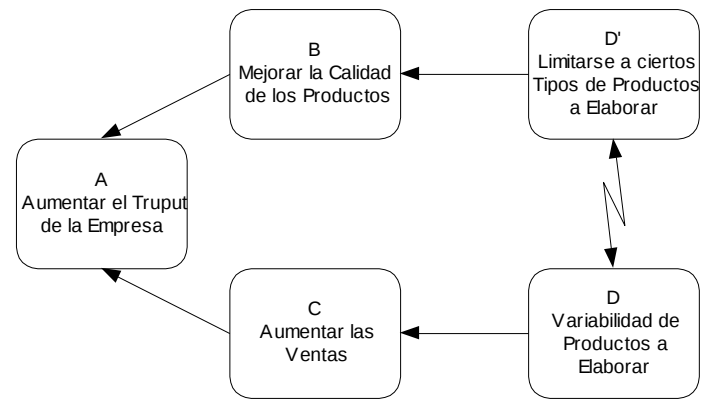
maquinas horario		Plana #1 S	Plana #2 S	Plana #1 M	Plana #2 M	Plana #1 L	Plana #2 L	Rana	Collaretera
L U N E S	08:00	8 : 0 0 - 8 : 1 7	8 : 1 7 - 8 : 3 8	8 : 0 0 - 8 : 1 7	8 : 1 7 - 8 : 3 8	8 : 0 0 - 8 : 1 7	8 : 1 7 - 8 : 3 8	8 : 3 8 - 9 : 1 3	
	09:00							9 : 1 3 - 9 9 # 8 3 - 9	
	10:00							9 : 4 8 - 1 9 : 4 8 : 1	
	11:00							1 0 : 1 1 -	
	12:00								
M A R T E S	08:00	8 : 0 0 - 8 : 1 7	8 : 1 7 - 8 : 3 8	8 : 0 0 - 8 : 1 7	8 : 1 7 - 8 : 3 8	8 : 0 0 - 8 : 1 7	8 : 1 7 - 8 : 3 8	8 : 3 8 - 9 : 1 3	
	09:00							9 : 1 3 - 9 9 # 8 3 - 9	
	10:00							9 : 4 8 - 1 9 : 4 8 : 1	
	11:00							1 0 : 1 1 -	
	12:00								
M I E R C O L E S	08:00	8 : 0 0 - 8 : 1 7	8 : 1 7 - 8 : 3 8	8 : 0 0 - 8 : 1 7	8 : 1 7 - 8 : 3 8	8 : 0 0 - 8 : 1 7	8 : 1 7 - 8 : 3 6	8 : 3 8 - 9 : 1 3	
	09:00							9 : 1 3 - 9 9 # 8 3 - 9	
	10:00							9 : 4 8 - 1 9 : 4 8 : 1	
	11:00							1 0 : 1 1 -	
	12:00								
J U E V E S	08:00	8 : 0 0 - 8 : 1 7	8 : 1 7 - 8 : 3 8	8 : 0 0 - 8 : 1 7	8 : 1 7 - 8 : 3 8			8 : 3 8 - 9 : 1 3	
	09:00							9 : 1 3 - 9 9 # 8 3 - 9	
	10:00							9 : 4 8 - 1 9 : 4 8 : 1	
	11:00								
	12:00								
V I E R N E S	08:00	8 : 0 0 - 8 : 0 6	8 : 0 6 - 8 : 1 3	8 : 0 0 - 8 : 1 4	8 : 1 4 - 8 : 3 1			8 : 3 1 - 8 : 5 9	
	09:00							8 : 5 9 - 9 9 # 8 3 - 9	
	10:00							9 : 2 2 - 9	
	11:00								
	12:00								

4.4. Estructuras Metálicas “Acevedo”.

La “Variabilidad de Productos a Elaborar” representa el problema raíz en el caso particular de Estructuras Metálicas “Acevedo”, determinado como se ha mencionado anteriormente a través del Árbol de Realidad Actual. Nuevamente es de hacer notar el carácter político de la restricción encontrada, puesto que es el propietario quien decide sobre la gama de productos a elaborar lo cual puede generar restricciones de tipo físico.

4.4.1. Evaporación de Nube.

4.4.1.1. Paso 1. Articulación del Problema Raíz.



Lectura AB: Para *aumentar el Truput de la empresa*; es necesario *mejorar la calidad de los productos*.

Lectura AC: Para *aumentar el Truput de la empresa*; es necesario *aumentar las ventas*.

Lectura CD: Para *aumentar las ventas*; es necesario *variabilidad de productos a elaborar*.

Lectura CD: Para *aumentar las ventas*; es necesario *variabilidad de productos a elaborar*; porque *teniendo mayor numero de productos a ofrecer hay mayor apertura de nuevos mercados*.

Lectura BD': Para *mejorar la calidad de los productos*; es necesario *limitarse a ciertos productos a elaborar*; porque *orientando los procesos a productos similares obtenemos especialización y mejor control de calidad*.

Lectura DD':

D y D' no pueden coexistir porque *son mutuamente excluyentes*.

D y D' son mutuamente excluyentes porque *limitarse a producir ciertos tipos de productos implica el abandono de la idea de tener variabilidad de producción de diferentes de tipos de producto*.

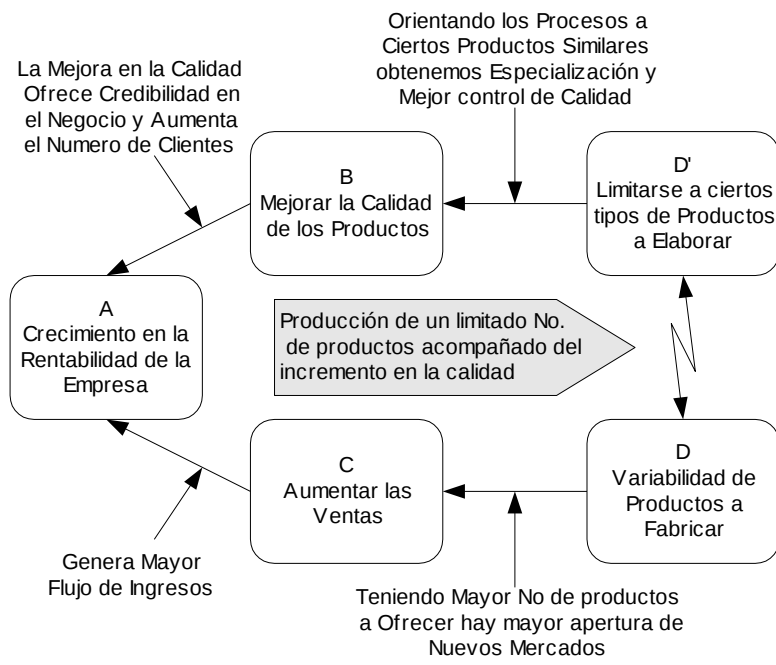
4.4.1.3. Paso 3. Inyección del Conflicto.

Lluvia de Inyecciones:

1. Planificación y Elaboración de Productos sobre la base de la demanda establecida
2. Reducción en los presupuestos o precios de ventas de los productos.
3. Desarrollo de Nuevos Métodos de Trabajo

4. Renta del Recurso Ocioso

5. Mejorar la Calidad de los productos con la reducción de carga de trabajo a los operarios.

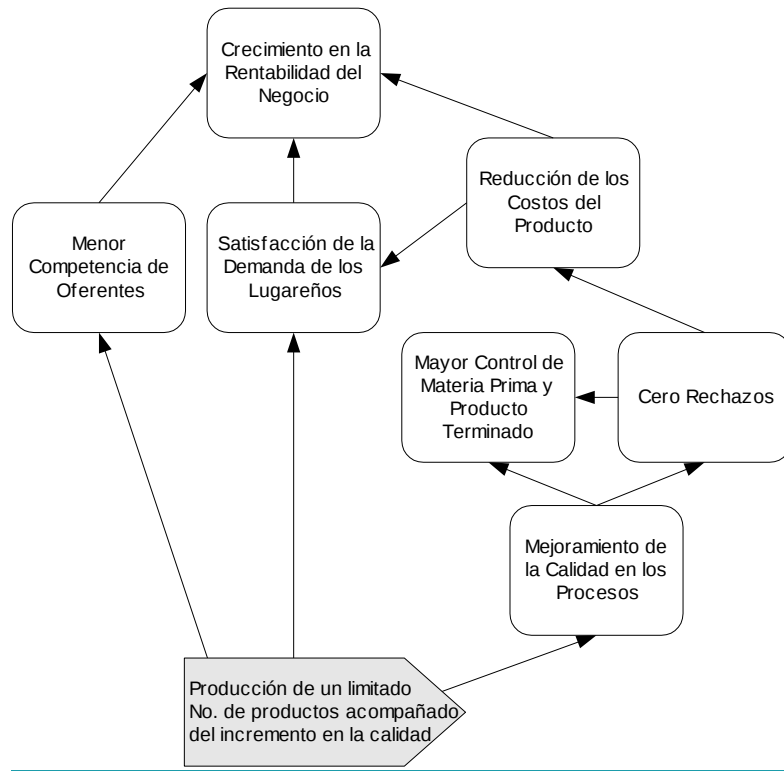


4.4.2. Arbol de Realidad Futura.

4.4.2.1. Paso 1.Efectos Deseables.

1. Cero Rechazos
2. Mejoramiento de la Calidad en los Procesos
3. Reducción de los Costos de Fabricación en los Productos
4. Mayor Control de Materia Prima y Producto Terminado
5. Satisfacción de la Demanda de los Lugareños
6. Menor Competencia de Oferentes

4.4.2.2. Paso 2. Construcción del Arbol de Realidad Futura.



4.4.3. Arbol de Prerrequisitos.

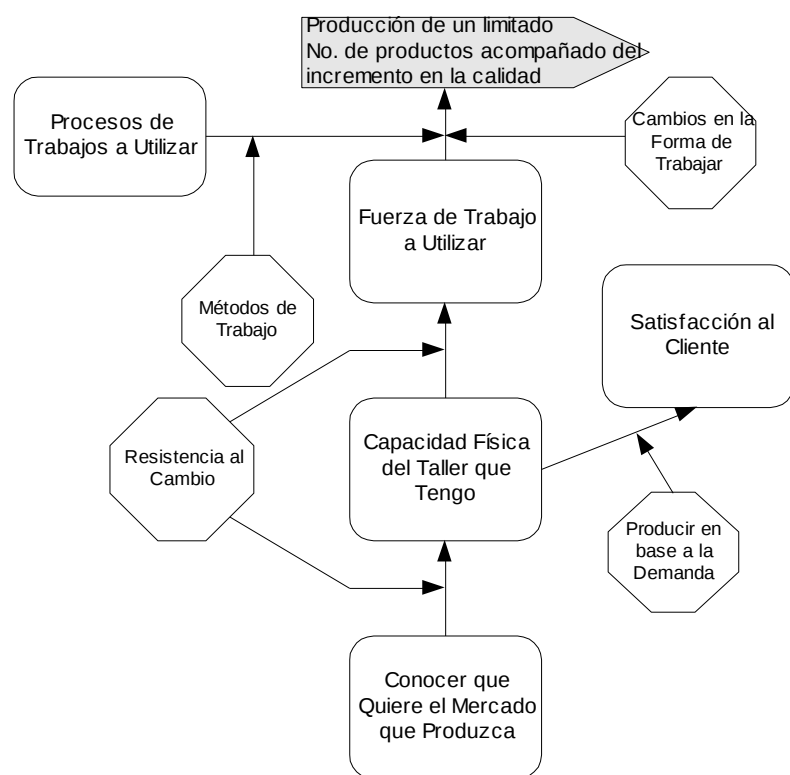
4.4.3.1. Paso 1. Listar Obstáculos para implementar Inyección.

1. Resistencia al Cambio
2. Cambios en la Forma de Trabajar
3. No Atender Especificaciones
4. Métodos de Trabajo
5. Producir en Base a la Demanda

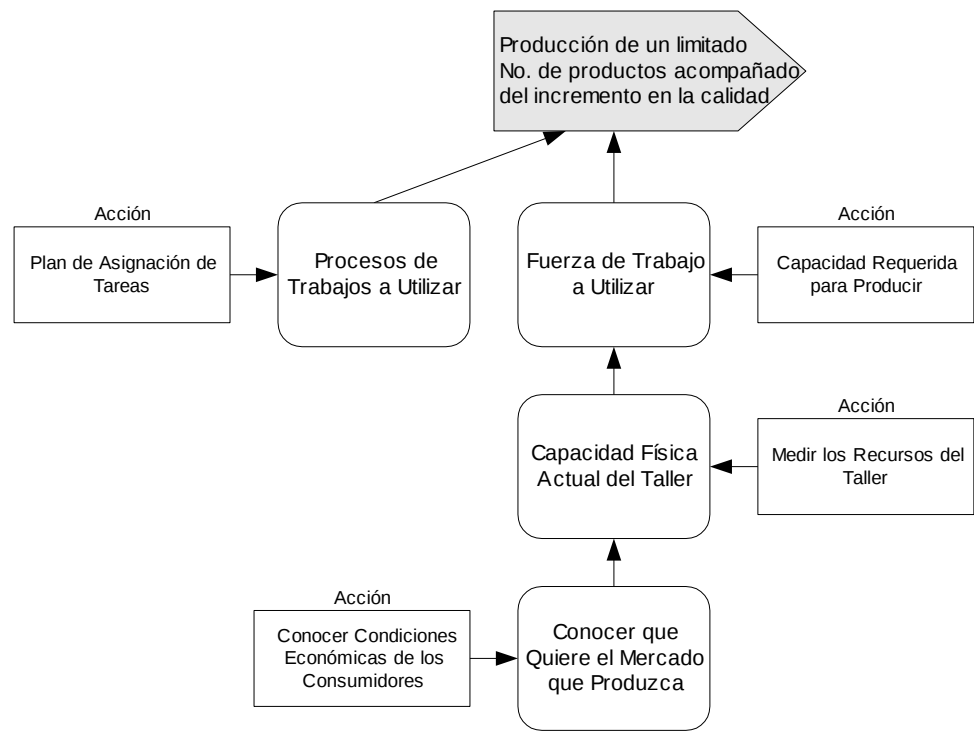
4.4.3.2. Paso 2. Listar Objetivos Intermedios.

1. Conocer que Quiere el Mercado que Produzca.
2. Capacidad Física del Taller.
3. Fuerza de Trabajo a Utilizar.
4. Procesos de Trabajo a Utilizar.
5. Satisfacción al Cliente.

4.4.3.3. Paso 3. Construcción de Arbol de Pre-requisitos.



4.4.4. Árbol de Transición.

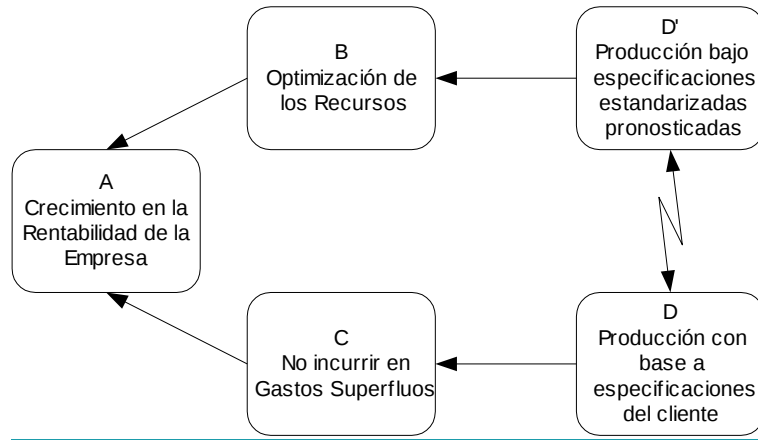


4.5. Confecciones “Peraza”.

Para confirmar lo establecido por la Teoría de Restricciones, éste último caso presenta nuevamente una restricción de tipo político como problema raíz: “Producción con Especificaciones y Cantidades establecidas por el Cliente”, es decir, la decisión de estandarizar la producción o buscar vías alternas para apalear la situación actual es responsabilidad de la gerencia general. Además, esta decisión puede llevar a la creación de nuevas restricciones de carácter político o físico como puede ser la escasez del personal o maquinaria para producir los productos con especificaciones variadas.

4.5.1. Evaporación de Nube.

4.5.1.1. Paso 1. Articulación del Problema Raíz.



Lectura AB: Para *aumentar el crecimiento en la rentabilidad de la empresa*; es necesario *la optimización de los recursos*.

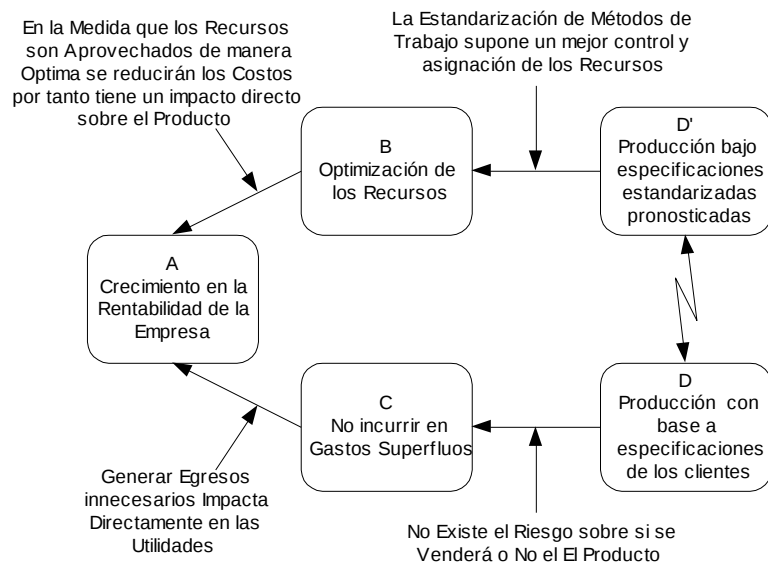
Lectura AC: Para *aumentar el crecimiento en la rentabilidad de la empresa*; es necesario *no incurrir en gastos superfluos*.

Lectura CD: Para *la optimización de los recursos*; es necesario *producir sobre la base de especificaciones del cliente*.

Lectura BD': Para *tener especialización*; es necesario *producir sobre la base de especificaciones estandarizadas pronosticadas*.

Lectura DD': conflicto generado a partir de D' como opuesto a D.

4.5.1.2. Paso 2. Revelación de Supuestos.



Lectura AB: Para *aumentar el crecimiento en la rentabilidad de la empresa*; es necesario *la optimización de los recursos*; porque *en la medida que los recursos son aprovechados de forma optima se reducirán los costos por tanto tiene un impacto directo sobre el producto*.

Lectura AC: Para *aumentar el crecimiento en la rentabilidad de la empresa*; es necesario *no incurrir en gastos superfluos*; porque *generar egresos innecesarios tiene un impacto directo en las utilidades*.

Lectura CD: Para *la optimización de los recursos*; es necesario *producir sobre la base de especificaciones del cliente*; porque *no existe el riesgo si se venderá o no el producto*.

Lectura BD': Para *tener especialización*; es necesario *producir sobre la base de especificaciones estandarizadas pronosticadas*; porque *la estandarización de métodos de trabajo supone un mejor control y asignación de los recursos*.

Lectura DD':

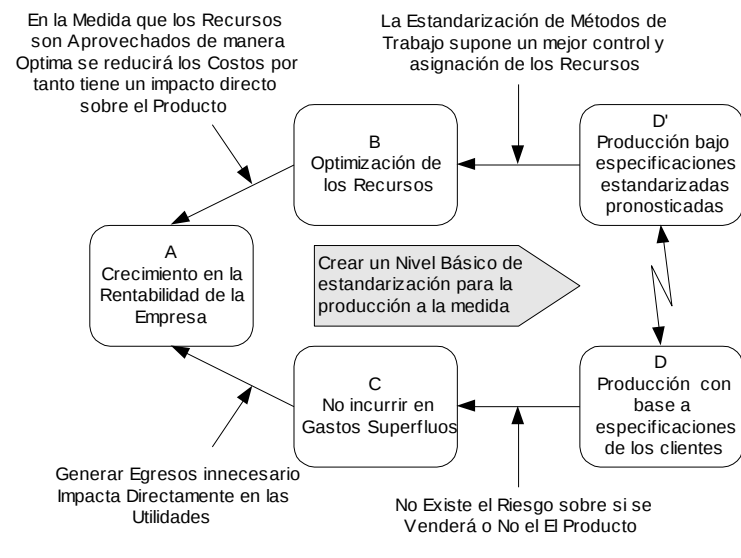
D y D' no pueden coexistir porque *son mutuamente excluyentes*.

D y D' son mutuamente excluyentes porque *limitarse a producir sobre la base de especificaciones estandarizadas pronosticadas implica el abandono de producir sobre la base de las especificaciones de los clientes*.

4.5.1.3. Paso 3. Inyección del Conflicto.

Lluvia de Inyecciones:

1. Crear un Nivel básico de estandarización para la producción a la medida
2. Programar las actividades sobre la base de la operación Tambor.

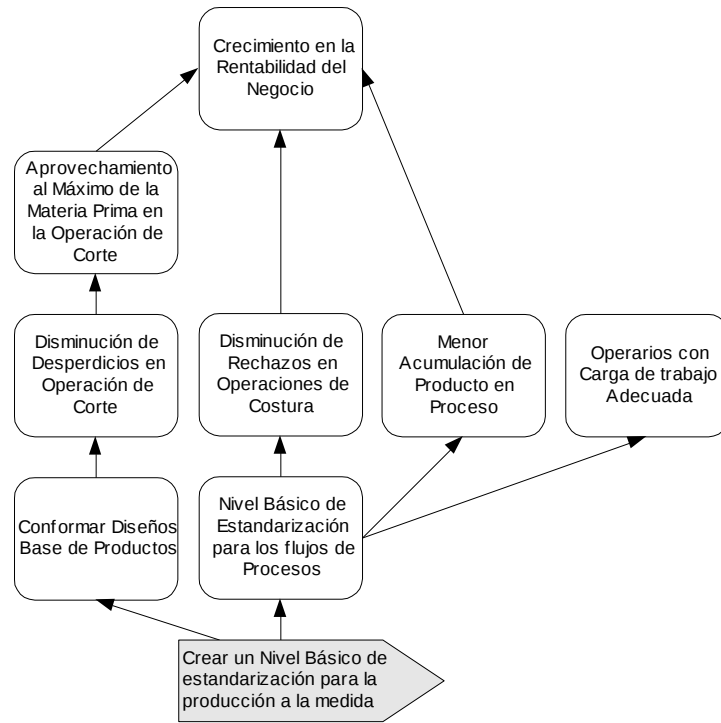


4.5.2. Arbol de Realidad Futura.

4.5.2.1. Paso 1. Efectos Deseables.

1. Operarios con Carga de Trabajo Adecuada.
2. Menor Acumulación de Producto en Proceso.
3. Disminución de Desperdicio en Operación de Corte.
4. Disminución de Rechazos en Operaciones de Costura.
5. Conformar Diseños Base de productos.
6. Diseños Estandarizados.
7. Aprovechamiento al Máximo de la Materia Prima en Operación de Corte.
8. Flujos de Procesos Estandarizados.

4.5.2.2. Paso 2. Construcción del Arbol de Realidad Futura.



4.5.3. Arbol de Pre-requisitos.

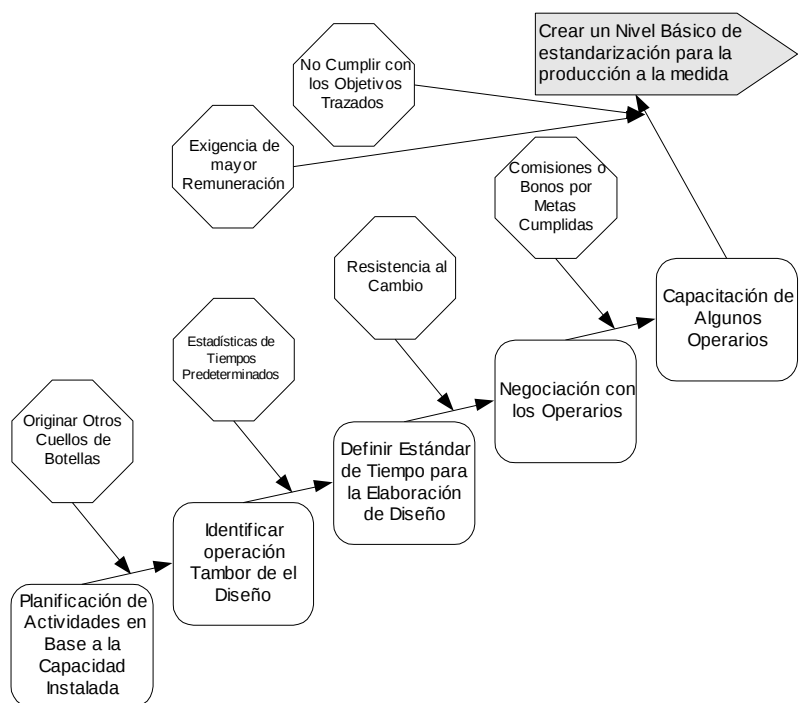
4.5.3.1. Paso 1. Listar Obstáculos para implementar Inyección.

1. Resistencia a Nuevas Medidas de Trabajo Estandarizadas
2. Exigencia de Mayor remuneración por Cada Prenda
3. Comisión o Bono por Metas Trazadas
4. Estadísticas de Tiempos Predeterminados
5. No Cumplir con Objetivos Trazados por Presión de Tiempos
6. Originar Otros Cuellos de Botellas

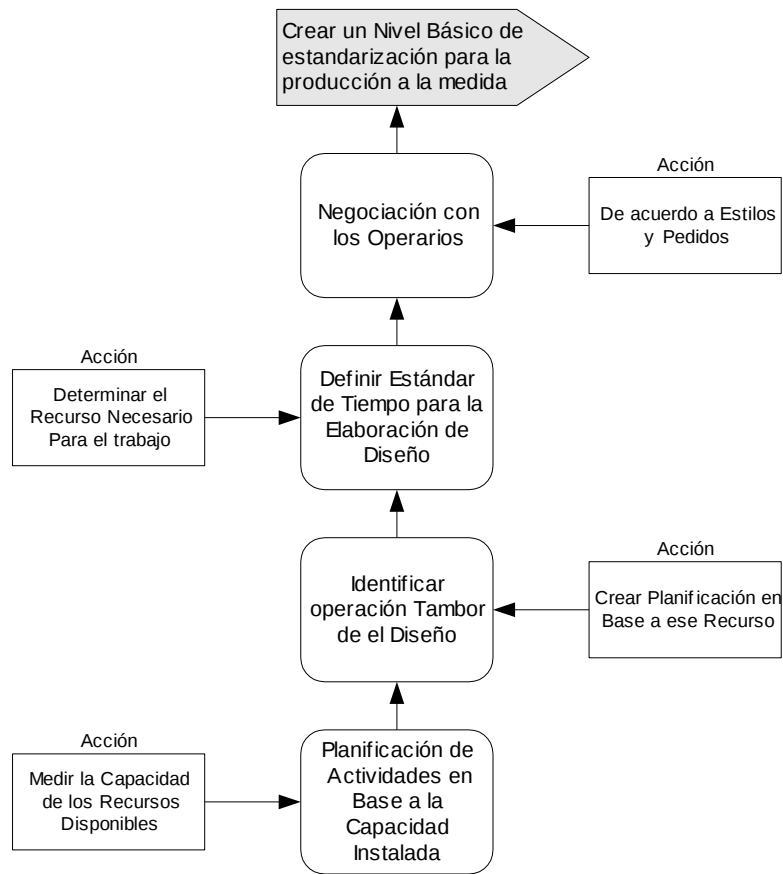
4.5.3.2. Paso 2. Listar Objetivos Intermedios.

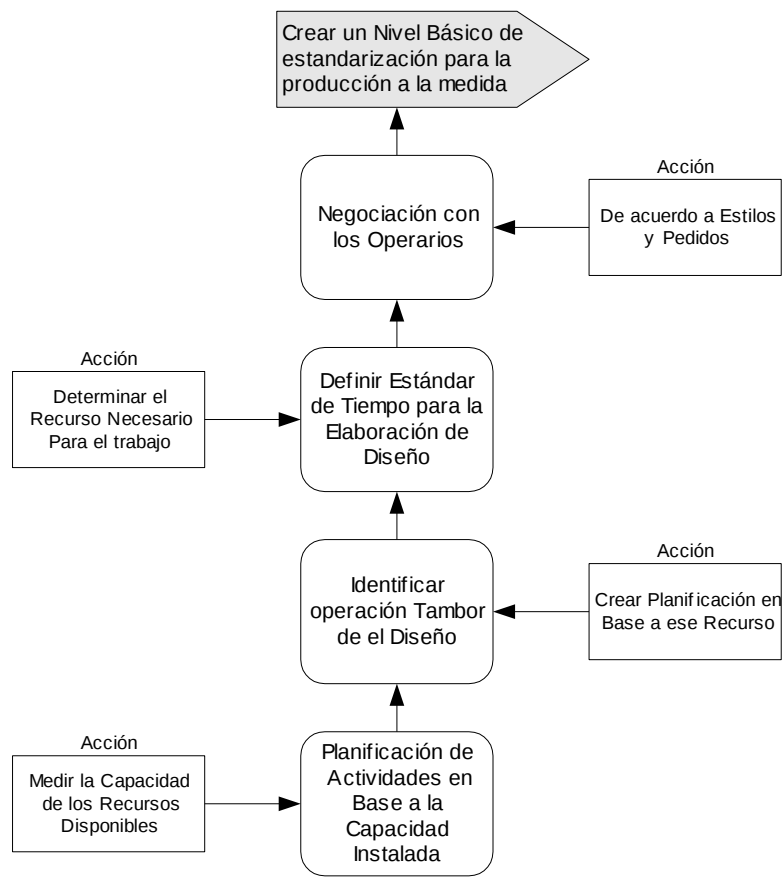
1. Programar Actividades en Base a Capacidad Instalada.
2. Identificar Operación Tambor de acuerdo al Diseño del Producto.
3. Definir Estándar y Tiempos en los Procesos de fabricación.
4. Negociación con los Operarios.
5. Capacitación a los Operarios de Corte en nuevas Medidas a Implementar.
6. Diseñar una Secuencia Lógica de Pasos de las Operaciones necesarias para un Estilo.

4.5.3.3. Paso 3. Construcción del Arbol de Pre-requisitos.



4.5.4. Arbol de Transición.





CONCLUSIÓN

No es ninguna novedad la situación precaria en todo sentido que por años ha venido sufriendo el sector de la Micro y Pequeña Empresa de El Salvador, la anterior afirmación se fundamenta en una serie de estudios de carácter investigativo desarrollados tanto por entidades de gobierno como ONG's a los cuales se hace referencia al interior de éste documento (Capítulo II).

Es importante hacer notar que constantemente personeros de las gremiales de micros y pequeñas empresas brindan declaraciones sobre el pobre apoyo financiero el cual consideran su principal problemática, es decir, la ausencia de capital para trabajo.

Como alternativa a lo expuesto anteriormente, el Gerenciamiento por Restricciones permite con una mínima inversión o sin inversión llevar a cabo cambios pertinentes para hacer rentable el negocio, es decir, la aplicación de esta técnica ha permitido brindar soluciones a las cinco empresas involucradas en la investigación, las cuales pueden ser tomadas como patrón para otras micros y pequeñas empresas de otro giro fabril o comercial.

Ratificando lo expuesto en los distintos estudios antes mencionados, y lo sugerido por la misma técnica; la aplicación de ésta a permitido determinar que las restricciones en las empresas objetivo son de carácter político, es decir, son aspectos relacionados íntimamente a la toma de decisiones, lo cual puede llevar al uso inocuo de recursos o la sobrevaloración de los mismos.

Los Procesos de Pensamiento, permiten fotografiar las distintas realidades de la empresa hoy y mañana. El Árbol de Realidad Actual es la herramienta propicia para el hoy de la empresa y determinar precisamente el aspecto vinculante que afecta globalmente a la empresa, puesto que el Gerenciamiento por Restricciones concibe a la empresa como un único sistema.

Luego de encontrado el problema raíz, se procedió a la Evaporación de Nubes, con lo cual se encuentra a través de un proceso sistemático la solución o inyección pertinente para lograr romper el conflicto generado a propósito como parte del procedimiento.

De esta inyección se desprende entonces los siguientes árboles con lo cual se plantea la realidad de mañana para la empresa, tomando en cuenta todos los aspectos a cambiar y los necesarios para llevar a cabo los cambios.

Es importante hacer mención a la aplicación del esquema de Programación DBR sugerido por el Gerenciamiento por Restricciones solamente a una empresa (Amanda's), esto se debe a que es la empresa cuyo aplicación sistemática llevo a una inyección de tipo físico, es decir, a la mejora del empleo de los recursos humanos y materiales dentro de la empresa. Lo anterior no significa que aquella empresa que desee mejorar su sistema de producción no pueda utilizarlo aisladamente a todas las demás herramientas incluidas en el Gerenciamiento por Restricciones.

Pero si es recomendable que se utilicen los Procesos de Pensamiento, puesto que estos dan otra perspectiva sobre de lo que es y hace la empresa, y muy probablemente se encontrará la verdadera restricción que impide a ésta generar mayor utilidad.

Finalmente es de suma importancia recalcar el cumplimiento del objetivo de esta investigación el cual es la aplicación de las herramientas logísticas del Gerenciamiento por Restricciones, con lo que se ha demostrado que esta técnica posee muchas bondades que deben ser explotadas y que serán necesarias más investigaciones como ésta para profundizar y popularizar la Teoría de Restricciones.

ANEXO 1

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Objetivo: Revisar las instalaciones, equipo y maquinaria, métodos y procesos de trabajo en general.

Empresa: _____

Atendió Visita: _____

Completó Guía: _____

FACTOR A EVALUAR	CALIFICACIÓN DE FACTORES			
	NO CONSIDERABLE	CONSIDERABLE	MUY CONSIDERABLE	RESTRICCIÓN PURA
1. Distribución en Planta				
2. Inventario de Materia Prima				
3. Inventario de Producto en Proceso				
4. Inventario de Producto Terminado				
5. Métodos de Trabajo de Producción				
6. Disposición de Puestos en Planta				
7. Procesos de Producción				
8. Capacidad de Maquinaria				
9. Métodos de Trabajo en Oficina				
10. Disposición de Puestos en Oficinas				
11. Procesos Administrativos				

ANEXO 2

GUÍA DE ENTREVISTA PARA OBTENCIÓN
DE INFORMACIÓN ADICIONAL

- ¿Qué tan diverso es el lote de productos que se produce en la planta?
- ¿Quién decide que producir?
- ¿Qué inconveniente se presenta frecuentemente?
- ¿Existe algún área dentro de la Empresa que presente mayormente este tipo de inconveniente?
- ¿La disposición de las maquinas obedece a algún patrón en particular?
- ¿La disposición de los puestos de trabajo son frecuentemente evaluados?
- ¿Posee algún método para medir la producción de la planta?
- ¿Existen incentivos por producción?
- ¿Cómo puede describirse la relación de la Empresa con los Proveedores?
- ¿Cómo puede describirse la relación de la Empresa con los Clientes?
- ¿Sobre que base se realiza la Toma de Decisiones de carácter Gerencial?
- ¿Sobre que base se realiza la Toma de Decisiones de carácter Operativo?
- ¿Sobre que base se efectúa la compra de Materia Prima?
- ¿Qué tipo de controles se efectúan sobre el inventario de producto en proceso?
- ¿Cuál es el tipo de demanda que posee su producto?
- ¿Cuál es el nivel de stock de Producto Terminado?
- ¿Cuál es el nivel de stock de Materia Prima?
- ¿De qué manera se planifica y/o programa la producción?
- ¿Cuál es el método de selección de personal utilizado?
- ¿Qué criterios a utilizado para la disposición de la planta?
- ¿Cómo se distribuye el producto?
- ¿Perspectivas a Futuro?

BIBLIOGRAFÍA

FOMMI, “*Diagnóstico Situacional de la Microempresa*”, San Salvador, El Salvador, Septiembre 1996.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto; FERNÁNDEZ Collado, Carlos; BAPTISTA Lucio, Pilar; “*Metodología de la Investigación*”, Segunda Edición, McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V., México D.F., México, 1998

Ministerio de Economía, “*Memoria del Primer Simposio Consultivo de la Micro y Pequeña Empresa*”, Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa (CONAMYPE), San Salvador, El Salvador, Septiembre de 1996.

Ministerio de Economía, “*Política Nacional para la Micro y Pequeña Empresa*”, Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa (CONAMYPE), El Salvador, Octubre del 2000.

MUÑOZ Razo, Carlos; “*Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis*”, Primera Edición, PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA, S.A., México D.F. México, 1998.

www.goldratt.com

www.monografias.com