

01168

6



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN SISTEMAS

**“UN MODELO PARA RESOLVER PROBLEMAS DE
SUMINISTROS DE MATERIALES INDIRECTOS EN UNA
EMPRESA DE MANUFACTURA: UN ESTUDIO DE CASO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRIA EN
INVESTIGACION DE OPERACIONES**

P R E S E N T A

VICENTE MARTINEZ ECHAVEZ

DIRECTOR DE TESIS: **M. I. JAVIER SUAREZ ROCHA**

México, D. F.

2003

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM:

Por las facilidades y su valiosa contribución en mi formación académica.

A BEISA:

Por darme la oportunidad de desarrollar el presente trabajo, y por las enseñanzas que he aprendido en la vida profesional.

Al M. I. Javier Suárez Rocha:

Gracias por ayudarme a contribuir en éste etapa de mi formación profesional, guiándome para desarrollar éste trabajo.

A todos mis profesores de la Maestría.

Autenticado en el Centro General de Bibliotecas de la
UNAM a petición de Vicente Martínez y Echeverría
NOMBRE: Vicente Martínez
Echeverría
FECHA: 07-Nov-2003

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

DEDICATORIAS

ESTA TESIS LA DEDICO DE MANERA MUY ESPECIAL A:

A mi esposa e hijos, que me dieron toda su comprensión y apoyo para que pudiera cursar mi Maestría y desarrollar éste trabajo. Espero que éste esfuerzo produzca beneficios para ellos.

A mis padres, les deseo larga vida y salud.

A todos mis jefes que he tenido, ya que de alguna manera han contribuido a mi formación profesional

INDICE

Resumen	5
Introducción	6
Capítulo I Problemática de los suministros en general	8
1.1 Objetivos de éste capítulo	9
1.2 Introducción del capítulo	9
1.3 Enfoque de la problemática de suministros como parte de un sistema	9
1.4 Hipótesis para solucionar la problemática de suministros.	13
1.5 Conclusiones del capítulo	14
Capítulo II Marco teórico	15
2.1 Objetivos de éste capítulo	16
2.2 Introducción del capítulo	16
2.3 Marco Teórico: Relación de la problemática de suministros con los sistemas "duros" y "suaves"	16
2.4 Antecedentes de los sistemas "duros"	17
2.5 Herramientas de los sistemas "duros" usadas en ésta Tesis.	19
2.6 Antecedentes de los sistemas "suaves"	24
2.7 Metodología de los sistemas "suaves".	25
2.8 Conclusiones del capítulo	28
Capítulo III Propuesta de solución para resolver el problema de suministros	29
3.1 Objetivos de éste capítulo	30
3.2 Introducción del capítulo	30
3.3 Marco general del modelo	31
3.4 Elaboración de mapas conceptuales	31
3.5 Selección de "stakeholders" y tormenta de ideas	34
3.6 Determinación de las causas utilizando el diagrama de relaciones	36
3.7 Simulación en "Vensim" del sistema de suministro	40
3.8 Verificación y validación del modelo de Vensim	42
3.9 Análisis de sensibilidad	44
3.10 Análisis de decisiones utilizando el método de "Kepner & Tregoe", para elegir la mejor hipótesis de solución.	45
3.11 Modelo conceptual "el deber ser" (solución al problema)	47
3.12 Elaboración de pronósticos	47
3.13 Sistema de monitoreo y control en "Vensim" para medir la efectividad de la solución.	53
3.14 Procedimientos y reorganización del trabajo	53
3.15 Conclusiones del capítulo	53
Capítulo IV Aplicación del modelo a un estudio de caso	54
4.1 Objetivos de éste capítulo	55
4.2 Introducción del capítulo	55
4.3 Aplicación del modelo al caso particular de BEISA	56
4.4 Implantación de la Solución propuesta por el modelo.	90
4.5 Conclusiones del capítulo	94
Capítulo V Conclusiones	97
5.1 Conclusiones sobre los objetivos	98
5.2 Conclusiones adicionales	98
Bibliografía	100
Anexos	102

TESIS CON
 FALSA DE ORIGEN

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal elaborar un modelo para resolver el problema de suministros de materiales indirectos de la empresa BEISA, lo cuál ocasiona paros constantes en su producción. Dichos paros ocasionan dos problemas graves:

1. Tiempos muertos de máquinas y personal, lo que provoca pérdidas en costos y competitividad.
2. Retrasos en la entrega a nuestros clientes, que a pesar de ser parte del mismo corporativo (BEISA es una empresa que pertenece al corporativo mundial de Schering-Plough), pudiera llegar a que la vicepresidencia de dicho corporativo tome la decisión de cerrar la planta.

El problema de suministros de cualquier tipo y de cualquier empresa de manufactura, siempre ha sido enfocado sólo desde el punto de vista de los sistemas duros, sin embargo el problema de suministros es más complejo por que dicha actividad involucra a varios departamentos de una empresa y a terceras personas que son los proveedores, agentes aduanales y autoridades gubernamentales, por lo que este tipo de problema debe ser enfocado desde un inicio como parte de un sistema, y utilizar las herramientas de los sistemas suaves, para identificar plenamente a los actores y como operan actualmente, y como podrían reaccionar ante una determinada solución.

En el presente proyecto se demuestra que se deben combinar las técnicas de los sistemas suaves y los sistemas duros para resolver este tipo de problemas, para lo cuál se propone un modelo que utiliza técnicas de simulación digital que se emplea en un caso práctico, y observando la efectividad del mismo.

Así mismo también se demuestra, que la simulación digital para que sea eficaz, deben emplearse primero herramientas de los sistemas suaves tales como mapas conceptuales y diagrama de relaciones.

El uso de la simulación digital ha venido en incremento por la facilidad que otorga esta herramienta para representar el comportamiento de sistemas complejos en donde intervienen varias variables como es el sistema de suministros de materiales en la industria manufacturera.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCION

La globalización de los mercados ha orillado a que las empresas manufactureras sean más competitivas a fin de ganar o conservar sus clientes, uno de los factores que hace que una empresa sea competitiva es el nivel de confiabilidad en el cumplimiento del tiempo de entrega de sus productos finales. Para lograr un adecuado nivel de confiabilidad en el tiempo de entrega, es fundamental, entre otras cosas, tener un sistema de suministros de materias primas y materiales indirectos que tenga un buen desempeño, de lo contrario si existen problemas de suministros, éstos ocasionarán un bajo nivel de confiabilidad en el tiempo de entrega y por consiguiente la pérdida de clientes que buscarán proveedores más confiables.

En el caso particular de la presente tesis, nuestro escenario de estudio es una empresa del ramo químico – farmacéutico dedicada a la producción de esteroides que son exportados a otras plantas farmacéuticas del corporativo de Scherig-Plough que son las encargadas de convertirlas en productos finales para venta al público. Si bien ésta empresa tiene un cliente seguro al tratarse del mismo corporativo, corre el riesgo de cerrarse en el caso que los tiempos de entrega no sean cumplidos y ocasionen paros de producción en las otras plantas del corporativo, por ende es importante minimizar los problemas de suministros.

Los problemas de suministros se presentan cuando un bien ó servicio no llega cuando se requiere. En la actualidad existen múltiples softwares que pretenden resolver el problema calculando cuando se debe emitir una requisición de compra de acuerdo a un stock mínimo de seguridad. Sin embargo el hecho de que la solicitud de compra se emita “a tiempo”, no necesariamente garantiza que el material solicitado llegue efectivamente “a tiempo”, debido a que intervienen otros factores “humanos” que se describen posteriormente en el capítulo I y III de la presente tesis. Por lo tanto es necesario tomar en cuenta otras técnicas que permitan resolver éste problema, tales que permitan analizarlo cómo un “sistema”.

Dado lo anterior, los objetivos de la presente tesis son los siguientes:

Objetivo general:

- A. Diseñar un modelo para la solución del problema de suministros de materiales indirectos en la industria de manufactura.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Objetivos específicos:

- B. Resolver el problema particular de suministros de materiales indirectos de la empresa BEISA.
- C. Utilizar las herramientas que proporcionan los sistemas "suaves", para identificar los problemas con sus posibles soluciones, y una vez identificada la posible solución, aplicar las herramientas que proporcionan los sistemas "duros", tales como la estadística avanzada y los modelos de simulación, mostrando que los dos sistemas se complementan entre sí.

En el capítulo I se define la problemática de manera general de los sistemas de suministros de materiales indirectos y se establece que para resolverla hay que analizar al Departamento de Compras como parte de un sistema cuyo desempeño óptimo se ve afectado por otras partes del sistema, por lo que el problema de suministros de materiales indirectos es multicausal y depende de varias entidades del sistema. Así mismo en éste capítulo se enuncia la hipótesis para resolver de manera satisfactoria el problema de suministro de materiales indirectos en la industria manufacturera.

Posteriormente en el capítulo II se establece el marco teórico de la presente tesis, mismo que fija la relación que hay con el estudio del fenómeno del problema de suministros de materiales indirectos con las disciplinas de los sistemas "duros" tales como la Estadística descriptiva, Inferencia Estadística y Simulación digital, y de la de la metodología de los sistemas "suaves". Esta relación del fenómeno – problema con las disciplinas anteriormente mencionadas permiten sentar las bases para desarrollar un modelo que resuelva dicho problema.

Con ayuda de las disciplinas explicadas en el capítulo II, se desarrolló en el capítulo III un modelo que resuelve el problema de suministros de manera general para cualquier caso similar, esperando que sea de utilidad para cualquier otra persona que pretenda aplicarlo en su caso particular, ya que se desarrolló un proceso de paso por paso para resolver el problema de suministros de materiales indirectos.

Una vez desarrollado el modelo que resuelve el problema de suministros de materiales indirectos de manera general, se aplicó dicho modelo al caso particular de BEISA, y los resultados se describen en el capítulo IV, donde también se muestran los beneficios de utilizar el modelo y sus impactos benéficos en el caso particular de BEISA.

Finalmente en el capítulo V se muestran las conclusiones que dan un veredicto sobre la eficiencia de la solución propuesta para resolver el problema de suministros de materiales indirectos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I

PROBLEMÁTICA DE LOS SUMINISTROS EN GENERAL.

INDICE DEL CAPITULO

- 1.1 Objetivos de éste capítulo
- 1.2 Introducción del capítulo
- 1.3 Enfoque de la problemática de suministros cómo parte de un sistema.
- 1.4 Hipótesis para solucionar la problemática de suministros.
- 1.5 Conclusiones del capítulo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.1 Objetivos de este capítulo:

1.1 Estructurar la problemática de los suministros de materiales indirectos que presentan algunas empresas manufactureras con base en el enfoque de sistemas y ubicar a los actores que la originan.

1.2 Enunciar la hipótesis con la que se pretende resolver el problema **general** de suministros de materiales indirectos de algunas empresas manufactureras.

1.2 Introducción del capítulo:

En éste capítulo se formula la problemática por resolver, posteriormente se plantea la hipótesis que enunciará la solución a dicha problemática. Cabe señalar que no es lo mismo "problemática" que "problema", entendiéndose por problemática un conjunto de problemas que pudieran o no tener relación entre sí. Dicho conjunto de problemas crean un efecto "cegador" para aquel o aquellos que a simple vista tratan de separar todos los problemas interrelacionados, para encontrar a un sólo problema único y bien definido que causa toda la problemática.

En particular para el problema de suministros indirectos de la industria manufacturera, es bastante común que la gente al interior de la empresa enuncie la problemática de la siguiente manera: "*tenemos un problema de suministros*", y que posteriormente señalen como único responsable al departamento de compras. Sin embargo la experiencia reporta que es un error muy común en la industria (y en general en todo tipo de empresas) definir como causante de una problemática a un solo departamento e incluso a una sola persona(s). Es en éste momento dónde requerimos de los sistemas suaves que señalan que en cualquier problemática siempre participan varios actores, ya que todos los departamentos de una empresa forman parte de un "sistema", por lo que no están aislados entre sí y por ende cualquier problemática (incluso la de los "suministros") participan varios actores o diferentes departamentos, por lo que la discrepancia debe analizarse como parte de un "sistema".

1.3 Enfoque de la problemática de suministros cómo parte de un sistema.

A través de mi experiencia y de los cursos que se ofrecen en la actualidad para resolver la problemática de los suministros (Ver Anexo "A" de la presente Tesis para encontrar copia de programas de algunos cursos, así como copia de algunas tesis que tocan éste tema), se concluye que la problemática de suministros se ha tratado de resolver sólo con herramientas de los sistemas duros tales teoría de "colas" y teoría de inventarios, desarrollando programas conocidos cómo MRP (Material Planning Requirements). Sin embargo posteriormente en el capítulo III mostraré que los métodos anteriormente señalados son insuficientes para resolver la problemática de los suministros de materiales indirectos por las siguientes razones:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1. Estos métodos fueron diseñados para controlar suministros de materias primas, y no de materiales indirectos, los cuáles son el objeto de estudio de ésta tesis. Cabe señalar que la falta oportuna de suministro de materiales indirectos es tan importante como la de materias primas, ya que cómo se verá más adelante, causan el paro de la producción. Sin embargo a lo largo de los años tanto en la industria como en las universidades, no se ha prestado la debida atención a resolver la problemática de suministro de materiales indirectos.
2. Cuando se utilizan los métodos mencionados anteriormente, no se hace un enfoque de la problemática como parte de un "sistema", por tal motivo a continuación empezaremos por ubicar a ésta problemática como parte de un sistema.

Para llevar a cabo un análisis de la problemática de los suministros de materiales indirectos dentro de la industria manufacturera, es necesario utilizar algunas herramientas de los sistemas "suaves", tales como los mapas conceptuales, por lo que en Figura 1.1 se indica cómo se inicia la problemática de los suministros de materiales indirectos.

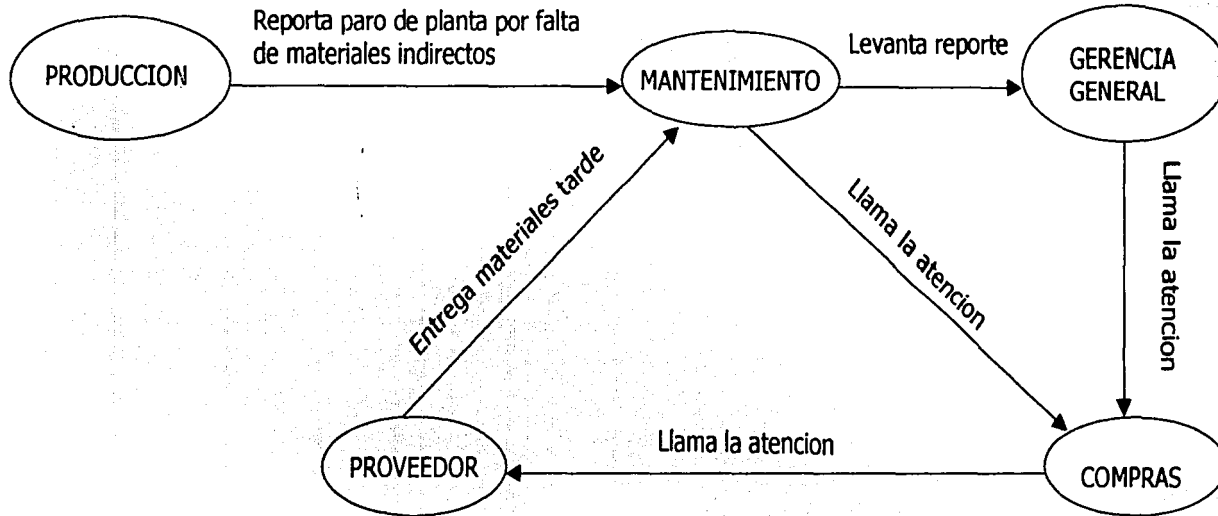
Una vez descrito como se inicia la problemática de los suministros, de acuerdo a mi experiencia he podido observar que normalmente se señala primero al departamento de compras como principal responsable, no siendo necesariamente cierto lo anterior, ya que a continuación podríamos enumerar las siguientes posibles causas:

1. El departamento de mantenimiento (DM) no generó a tiempo la requisición de compra, por lo que a pesar de que el departamento de compras (DC) colocó la orden de compra rápidamente, el material indirecto no pudo llegar a tiempo.
2. DM nunca se dio cuenta de que no tenía inventario del material indirecto.
3. DM sí tenía inventario y también genero la requisición de compra con la debida anticipación, pero DC no colocó la orden de compra a tiempo.
4. Idem a la anterior, pero DC sí colocó a tiempo la orden de compra, pero el proveedor no entregó a tiempo.

Dado lo anterior se puede concluir que DM sería responsable de las causas (1) y (2), DC de la causa (3), y el proveedor de la causa (4). Sin embargo las causas por las que falla el proveedor podrían ser muchas, de las cuáles en algunos casos ni siquiera tiene el control, como por ejemplo:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COMO INICIA LA PROBLEMÁTICA DE LOS SUMINISTROS



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LO ANTERIOR CAUSA:

1. PAROS DE LA PRODUCCION
2. CONFLICTOS ENTRE LOS DEPARTAMENTOS Y CON EL PROVEEDOR
3. NORMALMENTE SE SEÑALA DE INICIO A COMPRAS COMO EL RESPONSABLE

FIGURA 1.1

FIGURA 1.2

CAUSA	CONTROLABLE POR EL PROVEEDOR
El proveedor no colocó a tiempo su orden interna de trabajo	SI
No llegaron a tiempo materias primas al proveedor	En algunos casos sí, en algunos casos no
No llegaron a tiempo materiales indirectos al proveedor	En algunos casos sí, en algunos casos no
Se le descompusieron máquinas de producción	En algunos casos sí, en algunos casos no
Huelgas	En algunos casos sí, en algunos casos no
Accidentes durante el transporte de sus materias primas o indirectas	NO
Mal clima, lo que ocasiona paros en la producción, o lento tránsito de sus materias primas o indirectas	NO
Demasiada mercancía en la aduana, lo que ocasiona lento movimiento para el cruce de las mismas	NO
El gobierno recientemente ha promovido una ley que restringe sus importaciones, y requiere un permiso previo antes de importar.	NO
El agente aduanal comete un error, y la autoridad aduanal retiene sus importaciones	NO

De lo anterior se puede concluir que para hacer un adecuado diagnóstico de cuál es la verdadera causa por la que se origina la problemática y establecer una solución ya sea temporal o definitiva, se requiere de un análisis desde un punto de vista "sistémico", ya que son múltiples las causas e intervienen varias "entidades". Sin embargo en la actualidad este tipo de problemas se ha tratado de solucionar adaptando sistemas de MRP (Materials Planning Requirements) cuyo diseño fue pensado para materia prima y no para materiales indirectos, por lo que obviamente no puede del todo funcionar adecuadamente, además existen otros factores que también afectan el suministro de materiales indirectos (y también de las materias primas) y que no resuelve un MRP tales como:

- 1 La selección de los proveedores podría ser inadecuada, ya que en algunos casos son muy irresponsables, sin embargo para poder cambiarlos en muchas empresas hay conflicto de intereses, ya que existe una relación muy fuerte entre el proveedor y algunos funcionarios de la empresa.
- 2 En algunos casos existen oligopolios en donde un determinado material es producido por muy pocos proveedores que se ponen de acuerdo entre ellos, para regir las

condiciones de servicio, y dado que se sienten muy "seguros", el servicio de entrega es deficiente.

- 3 Cuándo alguna autoridad gubernamental niega o retarda el permiso para importar un material que sólo se vende en el extranjero, entorpece la importación y por ende el suministro oportuno del material.

Dado lo anterior se concluye que no es suficiente con implantar un MRP para resolver la problemática, y que se requiere de un análisis más profundo desde el punto de vista "sistémico", por lo que en el capítulo III, se propondrá un modelo para atacar adecuadamente esta problemática.

Finalmente se puede definir la problemática objeto de estudio de la siguiente manera:

Cuándo se presenta una problemática de suministro de materiales indirectos, dicha problemática no es analizada en todas sus causas, y sólo se trata de resolver comprando un software, el cuál en algunos casos si podría ser parte de la solución, pero en otros casos las soluciones estriban en otros factores (ejemplo: cambio de proveedores).

1.4 Hipótesis para solucionar la problemática de los suministros.

El objetivo principal de la presente tesis es diseñar un modelo para la solución de problemas de suministro de materiales indirectos, la hipótesis debe estar enfocada a plantear cómo solucionar dicho problema, para que a partir de ésta hipótesis se pueda construir un modelo de solución de problemas de suministros de materiales indirectos para la empresa Manufacturera.

Es importante no confundir la presente hipótesis, con una que se enunciará posteriormente en el capítulo IV, para solucionar el problema **particular** de suministros de materiales indirectos de BEISA.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, me permito formular la siguiente hipótesis para solucionar el problema **general** de los suministros de materiales indirectos en una industria manufacturera:

El problema de retrasos de los suministros indirectos en la industria de manufactura se origina cuando se trata de resolverlo únicamente mediante softwares de MRP para calcular los mínimos y puntos de re-orden, sin embargo sólo podrá ser resuelto de manera integral y definitiva, si se utilizan primero las herramientas de los sistemas "suaves" para delimitar a dicho problema como parte de un "sistema" definiendo a todos los dueños del problema, para luego utilizar las herramientas conocidas de los sistemas "duros", tales como los métodos de simulación y pruebas de hipótesis para implantar y verificar la solución propuesta por los sistemas "suaves".

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.5 Conclusiones del capítulo:

Se puede concluir que en éste capítulo I se plantearon las bases y las justificaciones necesarias para diseñar un modelo que resuelva de manera efectiva los problemas de suministros de materiales indirectos en una industria manufacturera.

Se señaló de manera específica que los intentos por solucionar estos problemas no han sido satisfactorios, ya que han tratado sólo de utilizar software (que efectivamente pudiera ser una herramienta muy valiosa), pero que lo importante es deducir adecuadamente las causas que originan la problemática, y para dicha deducción, se deben emplear los métodos propuestos por los sistemas "suaves".

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO II

MARCO TEORICO.

INDICE DE CAPÍTULO

- 2.1 Objetivos de éste capítulo
- 2.2 Introducción del capítulo
- 2.3 Marco Teórico: Relación de la problemática de suministros con los sistemas “duros” y “suaves”.
- 2.4 Antecedentes de los sistemas “duros”
- 2.5 Definición de las herramientas de los sistemas “duros” usadas en ésta Tesis
- 2.6 Antecedentes de los sistemas “suaves”
- 2.7 Metodologías de los sistemas “suaves”
- 2.8 Conclusiones del capítulo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.1 Objetivos de este capítulo:

2.1.1. Mostrar la relación que existe entre el problema de los suministros de materiales indirectos, y el estudio de los sistemas "suaves" y sistemas "duros".

2.1.2. Explicar y enlistar las diferentes herramientas tanto de los sistemas "duros", como la metodología de los sistemas "suaves" que nos permiten diseñar un modelo que resuelva el problema de los suministros de materiales indirectos.

2.2 Introducción del capítulo:

En éste capítulo se plantean los conceptos teóricos que permiten diseñar un modelo que resuelve el problema de suministros de materiales indirectos descrito en el capítulo anterior.

Los conceptos que se aplican al modelo son tanto herramientas de los sistemas "duros", como la metodología de los sistemas "suaves", por lo que es conveniente analizarlas para luego relacionarlas con la problemática de suministros de materiales indirectos, indicando que dicha problemática esta relacionada tanto con los sistemas "duros" como con los sistemas "suaves".

Cabe señalar que sólo se abordan algunas herramientas de los sistemas "duros" y la metodología de los sistemas "suaves" que fue necesaria para la construcción del modelo.

Así mismo se realiza una breve reseña de los sistemas "suaves" y "duros" para mostrar el enfoque que utilizan para resolver problemas.

2.3 Marco Teórico: Relación de la problemática de suministros con los sistemas "duros" y "suaves":

El marco teórico surge con base en la observación particular de un individuo de un conjunto de fenómenos.

En mi caso particular el conjunto de fenómenos que me interesó estudiar son los que afectan a una empresa manufacturera, y de todos los fenómenos que afectan a dicha empresa, enfoqué mi atención en los relacionados con los problemas de suministros.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la Figura 2.1 podemos observar como se relaciona el fenómeno de los problemas de suministros con algunas herramientas de los sistemas “duros” tales como: Estadística Descriptiva y Métodos de simulación, así como con los sistemas “suaves”.

2.4 Antecedentes de los sistemas “duros”:

El origen de la Investigación de operaciones (métodos de los sistemas “duros”) viene desde la primera revolución Industrial, sin embargo es a mediados del siglo pasado cuando las compañías empezaron a crecer y utilizar herramientas, mano de obra, y diversos medios de transporte cuando se empieza a dar este concepto, aunque la gente no estaba conciente de ello.

Así mismo a medida que las compañías crecían y las funciones del Director General se tenían que delegar en otras gerencias tales como finanzas, producción, ventas y personal y estas a su vez se subdividieron en otras funciones las cuáles coordinaban nuevos clientes y nuevas fuentes de materia prima en otros países, se vio la necesidad de aplicar un método científico a fin de tomar la mejor decisión que conllevara todas las restricciones y visiones de todos los departamentos de la empresa. Así nace la Investigación de Operaciones como disciplina, y como una manera de administrar científicamente las decisiones que mejor optimicen los objetivos de cada departamento de la compañía u organismo.

Por lo tanto, la Investigación de Operaciones como parte de los sistemas “duros”, se ocupan de resolver problemas bien definidos y que son sujeto de llegar a un punto óptimo o cercano al óptimo del sistema. Otra característica esencial de la Investigación de Operaciones, es que utiliza herramientas analíticas que proporcionan las Matemáticas aplicadas, las cuáles no consideran el factor humano que puede llegar a ser las decisiones y reacciones de las personas cuando están relacionadas entre sí, como en una empresa de manufactura, por lo que una solución óptima que proporcione la Investigación de Operaciones es óptima y funciona para el modelo matemático, pero al aplicarla a la organización, el resultado no necesariamente puede ser el desempeño óptimo de la organización.

Podemos definir a la Investigación de Operaciones de la siguiente manera: *La aplicación en grupos interdisciplinarios del método científico a problemas relacionados con el control de los sistemas organizacionales, a fin de que produzcan soluciones que sirvan mejor a los objetivos de toda la organización.*

Por otro lado los Investigadores de Operaciones tomaron más auge dentro de la industria militar, donde se estaba más conciente de la importancia de obtener suministros en el menor tiempo posible y con el menor costo posible. Al final de la segunda guerra mundial y con la desocupación de los Investigadores de Operación, estos ingresaron a las compañías para aportar sus metodologías y encontrar soluciones óptimas a los problemas de transporte y manufactura de las empresas.

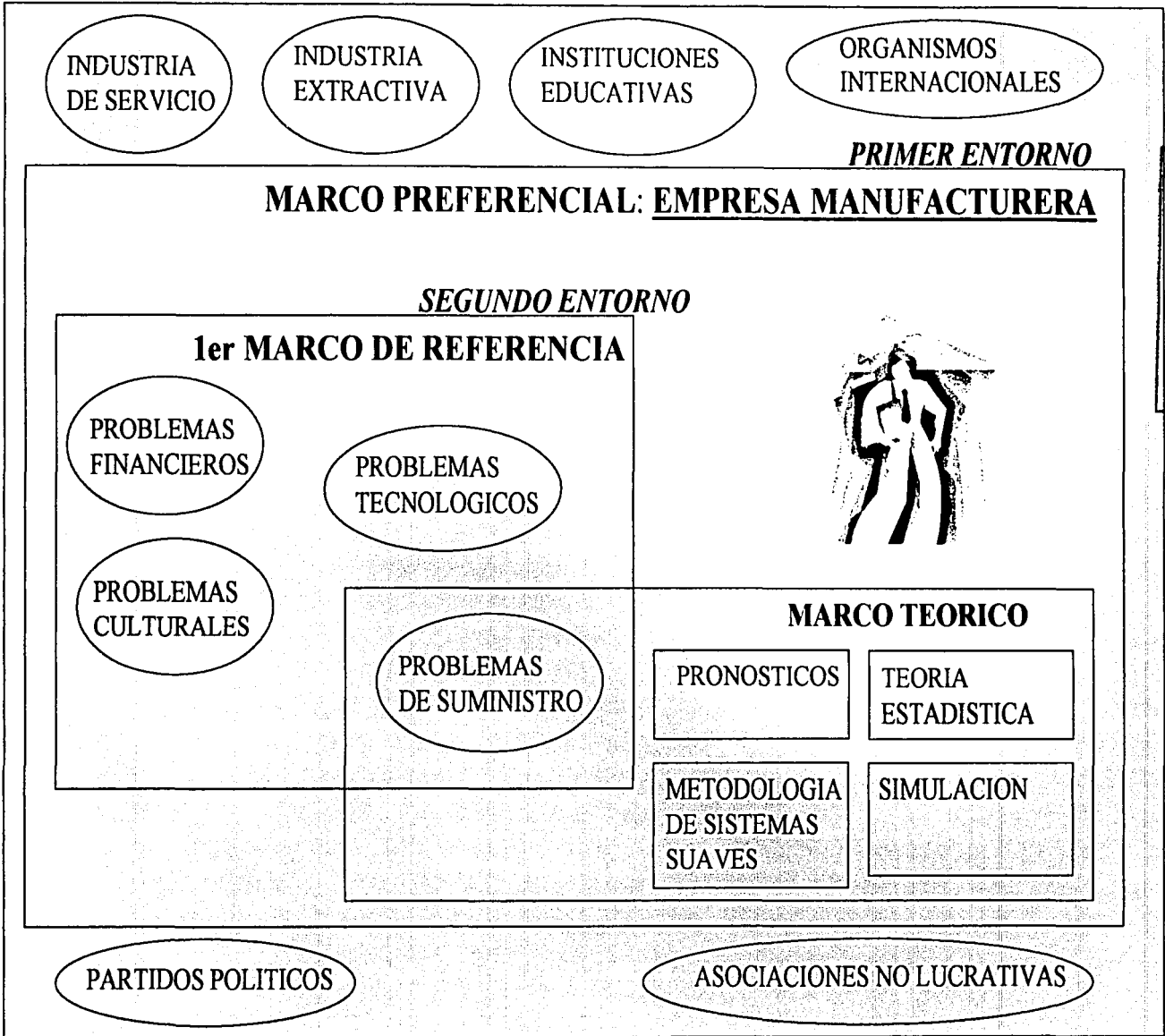


FIGURA 2.1

18

Otro factor que le dio auge a la Investigación de Operaciones, fue el desarrollo de las computadoras que facilitaron la complejidad del cálculo de las operaciones matemáticas de los modelos de la Investigación de Operaciones.

Las herramientas de la Investigación de Operaciones se dividen en: a).- De Optimización, y b).- De Análisis:

a). De optimización:

- Programación lineal
- Programación no lineal
- Programación entera
- Programación de redes
- Programación estocástica
- Programación geométrica
- Programación dinámica
- Programación por metas
- Teoría de decisiones y juegos:

b). De análisis:

- Teoría de colas
- Teoría de Estadística (Estadística descriptiva e Inferencia Estadística)
- Cadenas de markov
- Simulación

Las herramientas de Investigación de Operaciones (sistemas “duros”) que utilizaremos en la presente tesis para desarrollar nuestro modelo de solución al problema de suministros del capítulo III, son:

- Teoría de estadística (Estadística descriptiva e Inferencia Estadística)
- Simulación

2.5 Herramientas de los sistemas “duros” usadas en ésta tesis:

2.5.1. Estadística descriptiva:

Es la rama de la estadística matemática que estudia el tratamiento de los datos (muestreos) que arrojan los resultados de experimentos o históricos, agrupándolos en tablas y gráficas (histogramas, polígonos de frecuencias, ojivas), así como la obtención de las medidas de tendencia central (media, moda, mediana), de dispersión (varianza, desviación estándar, rango), de asimetría, y apuntalamiento (curtosis).

Es una herramienta útil para el desarrollo de la presente tesis, ya que nos ayuda para analizar los datos históricos de las variables que tienen que ver con los problemas de suministro, tal y como se observará en el capítulo IV.

2.5.1.1. Media: Es la esperanza matemática de una población, y en el caso de una muestra de tamaño “n” se representa por:

$$X_m = 1/n (\text{SUM } X_i), \text{ desde } i = 1 \text{ hasta } n$$

2.5.1.2. Moda: Aquel valor que se repite más en una muestra. Cabe señalar que pueden haber muestras que tengan varias modas, a las cuáles se les denomina “multimodales”.

2.5.1.3. Mediana: Aquel valor que divide a la muestra en dos partes iguales y usada frecuentemente cuando la muestra es asimétrica. En una muestra de tamaño “n”, la mediana se calcula como:

Si “n” es impar, la mediana es la observación que se encuentre en $(n+1)/2$

Si “n” es par, la mediana será el promedio de las observaciones $n/2$ y $(n+2)/2$

2.5.1.4. Varianza: En una población es el primer momento con respecto a su media, y en el caso de una muestra es el promedio de los cuadrados de las desviaciones de las muestras con respecto a su media. Para una muestra de tamaño “n” se define por:

$$S_x^2 = 1/n (\text{SUM } (X_i - X_m)^2)$$

2.5.1.5 Desviación estándar: Es la raíz cuadrada de la Varianza. Si una muestra o población tienen una desviación estándar en comparación de su media, entonces concluimos que los datos están muy dispersos. Por el contrario si la desviación estándar es pequeña con respecto a su media, decimos que los datos NO están dispersos, y que todos los datos están cerca de su media.

2.5.1.6. Rango: En una muestra es la diferencia entre el dato mayor y dato menor.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

2.5.1.7. Medidas de Asimetría: Como su nombre lo indica define la asimetría de la muestra o población y representa el sesgo de las mismas. Se calcula con el tercer momento con respecto a su media. Si el tercer momento es mayor a “cero”, entonces la muestra o población esta cargada a la derecha. En cambio si el tercer momento es menor a “cero”, entonces la muestra o población esta cargada a la izquierda. Por último si el tercer momento tiene un valor cercano a “cero”, entonces decimos que es simétrica.

$$A_3 = 1/n (\text{SUM}(X_i - X_m)^3) / S_x^3$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.5.1.8. Medidas de apuntamiento: Es el grado de aplanamiento de una muestra o población. Se calcula por el cuarto momento con respecto a su media. Si el cuarto momento es mayor a “cero”, entonces la muestra o población es leptokurtika (picuda). En cambio si el cuarto momento es menor a “cero”, entonces la muestra o población es platicurtika (achatada). Por último si el cuarto momento tiene un valor cercano a “cero”, entonces decimos que es mesocurtika.

$$A4 = 1/n (\text{SUM}(X_i - X_m)^4 / S_x^4)$$

2.5.2. Estadística inductiva o Inferencia Estadística:

Es la rama de la estadística matemática que trata de obtener conclusiones generales a partir de los datos que se deducen de las muestras, es decir, realiza pronósticos del comportamiento de una variable, calculándola a partir de los datos históricos o previos.

En el capítulo IV, utilizaremos esta herramienta para realizar un pronóstico de como se comportará el sistema en caso de no implantar ninguna solución.

Existen varios métodos de la estadística inductiva tales como: ajuste de curvas, y promedios móviles.

Otra aplicación de la Inferencia Estadística que se utiliza en la presente tesis, son las pruebas de hipótesis para validar el modelo de simulación, del cuál se hablará más adelante.

2.5.2.1. Ajuste de curvas:

Es el proceso de obtener una ecuación donde se trate de predecir el valor de una variable aleatoria dependiente “y” cuya distribución depende de una o varias variables aleatorias independientes “x”. Entonces para obtener una regresión lineal de y sobre x dados unos datos históricos previos de x y y tenemos:

$y = a + bx$, donde:

$$a = (\text{SUM}(y) - b * \text{SUM}(x)) / n$$

$$b = (n * \text{SUM}(xy) - \text{SUM}(x) * \text{SUM}(y)) / (n * \text{SUM}(x^2) - (\text{SUM}(x))^2)$$

y el cálculo de r es el coeficiente de regresión lineal, que representa que tanta relación existe entre y y x. Si r es cercano a “1” (digamos de 0.9 a 0.99) decimos que hay una fuerte relación entre y y x, y podremos utilizar la ecuación $y = a + bx$ como un buen método para calcular valores de y. Si r es menor a 0.9 será mejor utilizar otro método de pronóstico.

$$r = (n \cdot \text{SUM}(xy) - \text{SUM}(x) \cdot \text{SUM}(y)) / \text{SQR}((n \cdot \text{SUM}(x^2) - (\text{SUM}(x))^2) \cdot (n \cdot \text{SUM}(y^2) - (\text{SUM}(y))^2))$$

Existen otros tipos de regresiones como la múltiple, logarítmica y exponencial, pero no la describiremos, debido a que no se utilizará en la presente tesis.

2.5.2.2. Promedios móviles:

Es la técnica que nos permite inferir la tendencia de un variable a partir de las medias aritméticas de un período "t", y proyectándolo con el último valor observado. Se discutirá con mas detalle en el capítulo III.

2.5.3. Simulación:

Es una técnica de investigación o enseñanza que reproduce en forma semejante o aproximada los eventos reales y los procesa bajo ciertas condiciones de prueba, definidas con anterioridad, la cuál proporciona la ventaja de experimentar en el modelo de simulación y no en el real, ahorrando tiempo y dinero en caso de observar impactos negativos a la hora de implantar posibles soluciones.

En la figura 2.2 se elabora un mapa conceptual de las perspectivas de la simulación, así como los factores internos y externos que influyeron en su desarrollo.

El origen moderno de la palabra "simulación" se remonta al trabajo de John Von Newman y Stanislaw Ulam, al final de 1940, cuando construyeron el término "análisis de Monte Carlo", aplicado a una técnica matemática utilizada para resolver problemas nucleares que eran o muy caros para una solución experimental o demasiado complicados para un tratamiento analítico.

Con el advenimiento de las computadoras en los cincuentas, la simulación toma un nuevo significado, ya que hace posible experimentar con modelos matemáticos que describen un sistema en una computadora; esto resuelve rápidamente problemas que de manera manual llevarían mucho tiempo. Por primera vez los científicos de áreas sociales y administrativas encontraron que, como los técnicos, también podían realizar experimentos de laboratorio controlados .

Otra definición de simulación relacionada con las computadoras es la siguiente:

Técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital haciendo uso de gráficos, animación y otros dispositivos tecnológicos, la cuál involucra ciertos tipos de modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de un sistema durante un periodo de tiempo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La simulación es una de las técnicas administrativas que va creciendo en popularidad en cuanto a uso, para explicar lo anterior basta con observar que otras alternativas existen al uso de la simulación:

- a. Uso de modelos matemáticos analíticos
- b. Experimentación directa con el modelo real o con un prototipo de éste.

Sin embargo en muchas ocasiones los modelos matemáticos analíticos son muy complejos en sus cálculos, lo que hace imposible calcular los resultados finales aún con el uso de computadoras, mientras que la experimentación directa con el modelo real o un prototipo puede llevar mucho tiempo y ser muy costosa (un modelo de simulación puede comprimir los periodos de tiempo y realizar pronósticos sobre la población en 30 años). Dado lo anterior la simulación ha ido ganando terreno en el campo de las ciencias administrativas.

Por último es importante señalar que la aplicación de la simulación suele ser mas fácil cuando se comprende mejor el funcionamiento del sistema, y es aquí cuando se requiere el uso de las metodologías de los sistemas “suaves”, para que nos ayuden a entender mejor al sistema a simular.

Esta herramienta fue fundamental para el desarrollo de ésta tesis, ya que con ésta encontramos la solución al problema de suministros de materiales indirectos de BEISA, al representar el sistema de suministros de BEISA en un modelo de simulación, utilizando un Software llamado “Vensim”, que se describirá en el capítulo siguiente:

2.6 Antecedentes de los sistemas “suaves”:

Es un enfoque de solución de problemas organizacionales que proporciona una estructura que permite investigar de manera ordenada para encontrar una solución concreta a un problema “suave”.

Un problema “suave” es aquel que tiene que ver con situaciones problemáticas no estructuradas cuya solución no esta definida y donde el personal de todos los niveles establece relaciones entre todos ellos, por lo que un cambio aplicado en un Departamento afecta a todos los demás Departamentos de la organización.

La metodología de los sistemas “suaves” permite estudiar organizaciones que presentan incumplimiento de objetivos al tener problemas complejos e inestructurados. Así mismo enseña a la organización a aprender y ajustarse al cambio, o bien anticiparse o producir el cambio para mejorar y cumplir mejor sus propósitos.

El estudio de los sistemas “suaves” tiene su origen en los investigadores de los sistemas “duros” cuando no obtenían resultados satisfactorios utilizando herramientas de los

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se recomienda en la construcción del mapa conceptual utilizar imágenes y símbolos que representen las actividades y/o procesos manejando cada proceso como cajas negras. Se pueden usar las siguientes reglas para su construcción:

- Enumerar los elementos y sus relaciones estructurales
- Definir los flujos de material, información o dinero etc.
- Identificar la dependencia lógica entre las actividades
- Tomar en cuenta la influencia del ámbito cultural.
- Establecer las reglas para las entidades (elementos) del mapa y sus relaciones, es decir cada símbolo es usado y elegido únicamente para una clase de elemento.
- Proporcionar claves para asegurar que diferentes lectores interpreten el mapa de la misma forma.

Adicionalmente a los mapas conceptuales se pueden utilizar los diagramas de Ishikawa y de relaciones, para explicar las diferentes interacciones que existen entre las entidades del sistema, y como ocasionan la problemática.

Etapa II: Generación de modelos de sistemas relevantes:

Esta etapa consiste en generar soluciones a la problemática con ayuda de modelos que representen dicha solución de acuerdo a una visión de como debería operar satisfactoriamente el sistema. Se recomienda para esta etapa la ayuda de los stakeholders quienes se definen como aquellas personas que forman parte del sistema (incluso si están fuera de la organización en cuestión), y que su desempeño o decisiones afectan para bien o para mal las salidas del sistema. Cabe señalar que no es necesario trabajar con todos los stakeholders y se requiere hacer una selección de los mismos a fin de escoger a los de mayor influencia y grado de cooperación, pero también tomando en cuenta las opiniones de los de menor grado de cooperación pero influencia grande. La recopilación de propuestas de solución a la problemática puede hacerse a través de las tormentas de ideas.

Las propuestas de soluciones que se seleccionen deberán ser implantadas primero a nivel modelo para ilustrar como operaría el sistema. Para la construcción de éste modelo se recomienda llevar a cabo los siguientes pasos:

1. Construyendo la definición raíz.

Se describe verbalmente en forma concisa el sistema que capture su naturaleza esencial, es decir expresar en forma rica y concisa lo que se pretende que haga el sistema.

2. Proceso de transformación.

El sistema de actividad humana es el objeto de interés, los procesos de transformación básicos y su incorporación al sistema.

3. Validación de la definición raíz.

La definición raíz debe cumplir con los siguientes elementos:

- 1.1. Cliente: (C) cliente de la actividad, beneficiario o víctima. Sub-sistema afectado por las principales actividades del proceso de transformación.
- 1.2. Actores (A) agentes que llevan a cabo el proceso de transformación.
- 1.3. Transformación (T) llevada a cabo por el sistema esencia de la definición raíz.
- 1.4. Weltranchauung (W) La perspectiva o visión del mundo de como debería operar el sistema o significado particular a la definición raíz.
- 1.5. Ownership (O) El dueño del sistema empresa o patrocinador
- 1.6. (E) Environmental, ambiente o entorno, así como la influencia del sistema y su relación con sistemas mayores.

4. Construcción del modelo.

Para la construcción de modelos conceptuales se debe elegir una lista de verbos que describan las actividades requeridas por la definición raíz conectadas en forma de secuencia lógica , indicando el tipo de flujo o relación entre actividades.

Dicho número de verbos deberá ubicarse entre 7+-2 actividades a fin de facilitar la comprensión del modelo. Cada actividad o verbo puede ser una fuente de definición raíz, la cual puede desagregarse en mas mapas conceptuales.

Se debe evitar el error de que al momento de construir el modelo se tome mas en cuenta las partes de la problemática que enfocarse mas a la definición de raíz.

5. Verificación del modelo.

Revisar si la definición raíz y el modelo conceptual brindan suficiente información para responder a las preguntas ¿Qué es el sistema? Y ¿Qué debe hacer el sistema?

6. Monitoreo y control.

Se ha de hacer el monitoreo enfocado a la definición de criterio de desempeño (Ei) , dando mantenimiento a la estructura y jerarquizándola y la satisfacción de las operaciones.

Luego evaluando las operaciones del proceso de transformación por medio de las siguientes preguntas:

¿Cómo podría fallar el sub-sistema operacional considerado como relevante?

Es aquí donde se toma en cuenta su:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Eficacia:

¿Los medios elegidos para producir la transformación son los adecuados y producen resultados satisfactorios?

Efectividad:

¿Qué tanto contribuye este proceso de transformación en el logro de los objetivos a largo plazo?

Eficiencia:

¿Los recursos utilizados en el proceso de transformación son los mínimos?

Ética:

¿La transformación es moralmente correcta?

Estética:

¿La transformación es estéticamente satisfactoria?

Etapa III: Comparación de modelos con la situación real percibida.

Esta etapa comprende un debate con los stakeholders para analizar la factibilidad de la implantación del modelo a la situación real, tomando en cuenta aspectos políticos, culturales y limitantes de recursos humanos, materiales y / o financieros.

Etapa IV: Reciclaje

Es el proceso de ajustar el modelo para que arroje una solución que sea aceptable para la organización, repitiendo las etapas segunda y tercera de esta metodología.

2.7 Conclusiones del capítulo:

Se definió el Marco teórico de la presente tesis, relacionando el fenómeno de la problemática de los suministros con las herramientas de los sistemas "suaves" y los sistemas "duros", para poder analizarlo y resolverlo.

Se listaron las herramientas de los sistemas "duros" y la metodología de los sistemas "suaves" que me permitirá diseñar el modelo que resuelva el problema particular de suministro de materiales indirectos de BEISA.

CAPITULO III

PROPUESTA DE SOLUCION PARA RESOLVER EL PROBLEMA DE SUMINISTROS TEÓRICO.

INDICE DE CAPÍTULO

- 3.1 Objetivos de éste capítulo
- 3.2 Introducción del capítulo
- 3.3 Marco general del modelo
- 3.4 Elaboración de mapas conceptuales
- 3.5 Selección de “stakeholders” y tormenta de ideas
- 3.6 Correlación de las causas utilizando el diagrama de relaciones
- 3.7 Simulación en “Vensim” del sistema de suministro
- 3.8 Verificación y validación del modelo de “Vensim”
- 3.9 Análisis de sensibilidad
- 3.10 Análisis de decisiones utilizando el método de “Kepner & Tregoe”, para elegir la mejor hipótesis de solución.
- 3.11 Modelo conceptual “el deber ser” (solución al problema)
- 3.12 Elaboración de pronósticos
- 3.13 Sistema de monitoreo y control en “Vensim” para medir la efectividad de la solución.
- 3.14 Procedimientos y reorganización del trabajo
- 3.15 Conclusiones del capítulo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.1 Objetivos de este capítulo:

3.1.1 Desarrollar un modelo para resolver problemas de suministros de materiales indirectos en general de la industria de manufactura, para posteriormente aplicarlo en el estudio de caso de BEISA.

3.1.2 Establecer un modelo que sirva de consulta para resolver problemas de suministro de materiales indirectos en otras industrias de manufactura.

3.2 Introducción del capítulo:

En éste capítulo aplicaré los conceptos teóricos del Capítulo II para elaborar una solución al problema planteado en el capítulo IV. Cabe señalar que lo más importante para establecer un modelo de solución para problemas de suministros es utilizar el pensamiento sistémico mencionado en el capítulo anterior.

Para la construcción del modelo primero debemos visualizarlo cómo una secuencia de pasos de tipo algorítmica, que la representaremos a través de un diagrama de flujo. De hecho el diagrama de flujo es la esencia del modelo que soluciona el problema de suministros.

Así mismo el diagrama de flujo nos ayuda a observar todas las herramientas de los sistemas suaves involucrados en la solución de los problemas de suministros.

Entre las herramientas que utiliza el modelo, se utiliza un software llamado "Vensim" que ayuda a visualizar que factores son los que afectan el desempeño óptimo del sistema de suministros. Por otro lado, este software en adición a lo anterior, también nos auxilia a determinar de una manera sencilla que tanto se pueden mover dichos factores (análisis de sensibilidad)

Otra herramienta que participa activamente en este modelo son los conceptos que enseña Kepner & Tregoe (2) , los cuáles aportan una experiencia muy importante en la solución de problemas, pero aquí lo aplicaremos directamente a la toma de decisiones.

El modelo no sólo permite identificar la solución del problema de los suministros sino también establecer un sistema de monitoreo y control para verificar que tan efectiva es dicha solución, aquí es de gran ayuda otra vez el software "Vensim".

Por definición, para monitorear y controlar un sistema, se deben establecer parámetros que controlar, y aquí es donde entran las herramientas de los sistemas "duros" que nos ayudan para el manejo adecuado e insesgado de estadísticas y pronósticos usando regresión lineal y promedios móviles.

3.3 Marco General del modelo:

Construiré el modelo a partir del diagrama de flujo mostrado en la figura 3.1, que es mi propuesta central de la presente tesis, debido a que la esencia del modelo es la combinación de herramientas ya conocidas, así como la aplicación secuencial de las mismas, por lo que se recomienda seguir el orden propuesto por el diagrama de flujo.

El criterio con el cuál se estableció el orden cronológico del diagrama de flujo es partiendo de la premisa del pensamiento sistémico que los problemas se deben resolver primero analizando todas las componentes del sistema en conjunto con sus entornos, para luego ir las desagregando poco a poco e ir encontrando todos los factores que afectan al sistema.

Cabe señalar que pueden existir más herramientas de los sistemas suaves y también de los sistemas duros (teoría de inventarios, teoría de decisiones, etc.), pero con el total de las herramientas mostradas en este modelo, se demostrará que son suficientes para la solución del problema de suministros de materiales indirectos, al menos en el caso particular de BEISA.

Una vez descrito el diagrama de flujo se procederá paso por paso a explicar cada uno de sus pasos de manera general, y en el siguiente capítulo IV se aplicarán de manera práctica al estudio de caso.

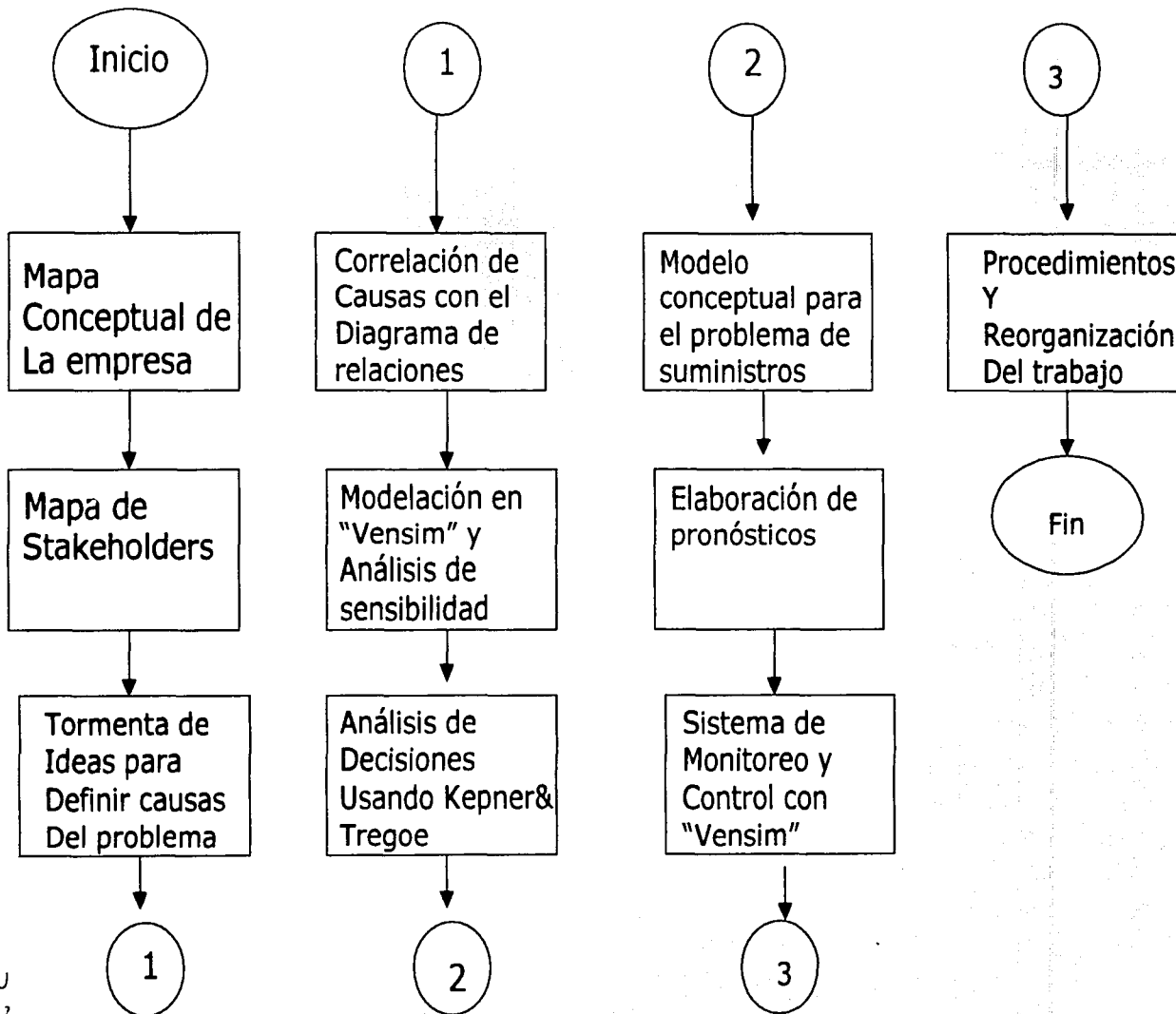
3.4 Elaboración de mapas conceptuales:

- a. **Objetivo.** Nos sirven para ubicar el entorno y las diferentes partes que afectan al sistema, para poder enfocar mejor el problema de suministros.
- b. **¿Cómo se hace?.** No existen reglas rígidas para hacer mapas conceptuales, sino más bien recomendaciones generales que a continuación se presentan. Cabe señalar que estas recomendaciones son para construir mapas conceptuales enfocados a problemas de suministros, y se muestra un ejemplo en la figura 3.2:

b.1. Un mapa conceptual es recomendable que no tenga más de nueve (9) bloques, ya que de tener más, en lugar de ayudar a visualizar mejor el problema, lo confunde más. Si existe la necesidad de dibujar más bloques, entonces se recomienda utilizar el concepto de "cajas negras" y a partir de la caja negra hacer otro mapa conceptual. Un ejemplo de "caja negra", sería que si para representar las diferentes funciones que realiza el Departamento de Producción se requiere de varios bloques, entonces al Departamento de producción se le representa con un sólo bloque llamado "Caja negra", y se utiliza otro mapa conceptual para explicar la "caja negra" de Producción.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DIAGRAMA DEL FLUJO DEL MODELO PARA RESOLVER EL PROBLEMA DE SUMINISTROS DE BEISA



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

32

Figura 3.1

Ejemplo de Modelo Conceptual

LEJIS CON
 VALIA DE ORIGEN

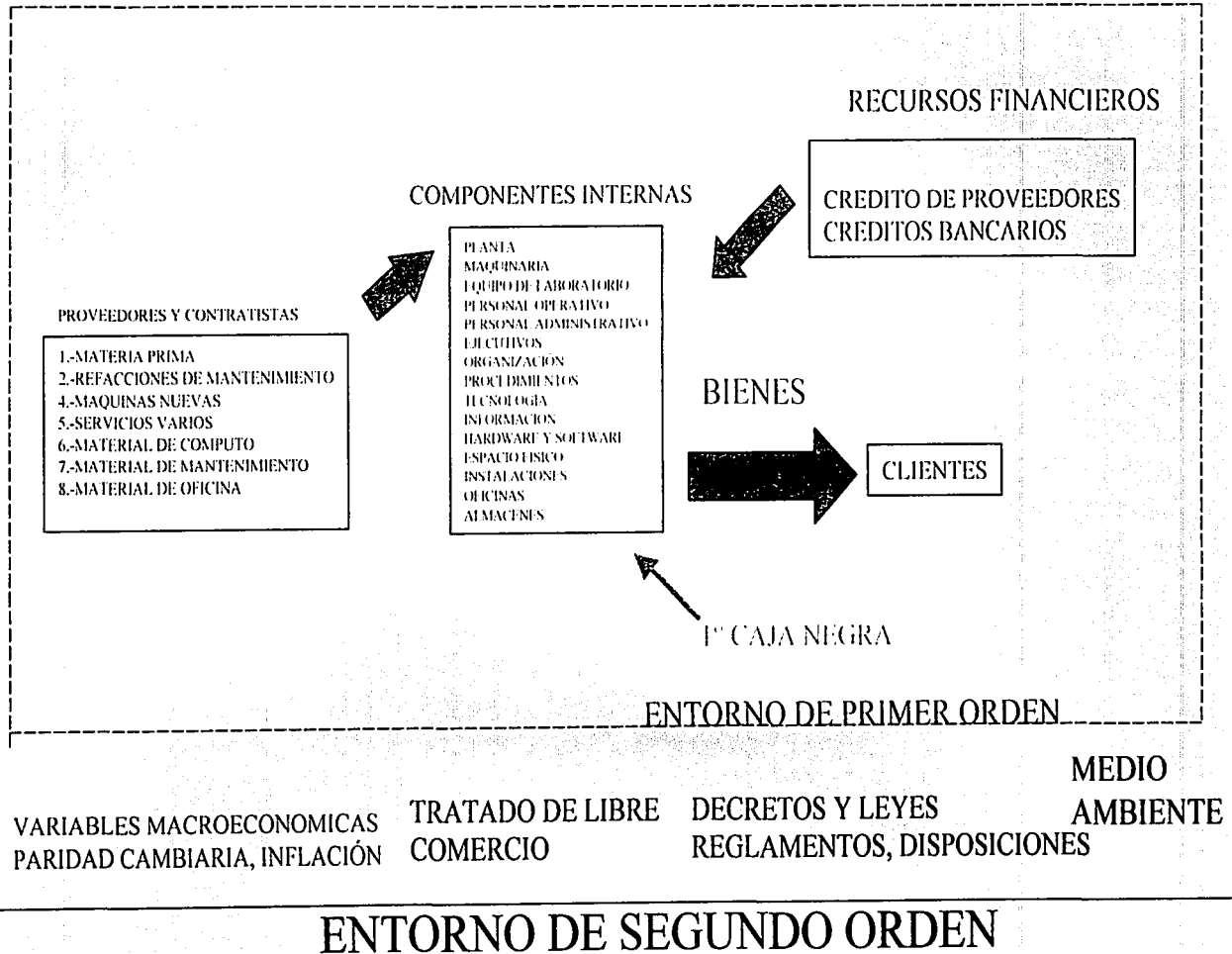


FIGURA 3.2

b.2 Primero se debe hacer un mapa conceptual poniendo en un solo bloque a todos los departamentos de la empresa, dibujando en bloques separados a proveedores y clientes. Es importante también colocar en el mapa conceptual, los agentes externos que afectan a la empresa, tales como económicos, sociales, políticos e incluso ambientales.

b.3 En el 2º mapa conceptual se debe representar la “cadena de valor” de la empresa, donde aparecen los diferentes Departamentos que afectan el flujo de materiales, donde obviamente debe aparecer el Departamento de Compras.

b.4 En el 3º mapa conceptual se debe mostrar a todos los miembros del Departamento de compras, mostrando las interacciones que tienen con todos los demás departamentos de la empresa, así como con proveedores, clientes, agentes aduanales, organismos gubernamentales, etc.

De esta manera al enfocar el problema de suministros ya tendremos visualizado a todos los actores que participan en dicho problema.

3.5 Selección de Stakeholders y tormenta de Ideas:

- a. **Objetivo:** Los Stakeholders nos ayudan a encontrar las causas y posibles soluciones a los problemas.
- b. **¿Cómo se hace?.** Todas las personas que tengan un grado de influencia en el sistema de suministros, se considera un Stakeholder incluso si no pertenecen a la empresa, para identificarlos se recomienda lo siguiente:

b.1. Se elabora una lista de todos los Stakeholders que tienen que ver con el sistema de suministro, identificándolos a partir del diagrama de “Vensim” (Figura 3.3). Cabe señalar que en los sistemas de suministros, los proveedores, agentes aduanales, transportistas e incluso los clientes, se les debe considerar como Stakeholders, por lo que hay que incluirlos en la lista.

b.2 Posteriormente se diseña un mapa de Stakeholders como el mostrado en la figura 3.3, con el objetivo de mostrar las relaciones de cooperación y conflicto entre los diferentes Stakeholders. Lo anterior es importante para ubicar quienes pueden ayudar / perjudicar a implantar una solución, y a que grupos de poder se estaría afectando al implantar dicha solución. Por ejemplo, si después de haber hecho todos los análisis se llega a la conclusión de que la solución es cambiar de proveedores, al implantarla ciertos Stakeholders se podrían oponer a dicha solución, por lo que es conveniente antes de llegar a alguna conclusión, siempre tomar en cuenta a todos los Stakeholders, sobre todo a aquellos que tengan un grado de poder de mediano a alto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

b.3 Por lo tanto es importante también hacer una tabla de ponderación de Stakeholders, como se muestra en la figura 3.4, para determinar quienes son los que tienen más poder, y cuáles son los que ayudarían o perjudicarían a la implantación de la solución. Dicha ponderación debe hacerse tomando en cuenta los siguientes factores:

- Grado de poder
- Cooperación
- Grado de conocimientos y experiencia laboral por años de antigüedad.

De esta manera se asigna en la escala de 1 a 10 un puntaje a cada Stakeholder por cada uno de los tres factores anteriores, tal y cómo se indica en la figura 3.4

b.4 El objetivo de ponderar a cada "Stakeholder es para clasificarlos en las cuatro (4) categorías siguientes:

- I. Los de mayor poder de influir y mayor cooperación (Con estos hay establecer alianzas).
- II. Los de mayor poder de influir y menor cooperación (Con estos hay que negociar y tener precaución).
- III. Los de menor poder de influir y mayor cooperación
- IV. Los de menor poder de influir y menor cooperación

La clasificación anterior se realiza de acuerdo a la figura 3.5

c. Tormenta de ideas

Se reúne a todos los Stakeholders para que entre todos construyan una lista de las causas que originan el problema de suministros. Una vez realizado lo anterior, definen el diagrama de relaciones de las causas.

3.6 Determinación de las causas utilizando el diagrama de relaciones

- a. **Objetivo:** Mostrar las relaciones que existen entre las diferentes causas del problema de suministros, que nos ayuden a determinar hipótesis de solución.
- b. **¿Cómo se hace?** A diferencia del diagrama de Ishikawa, que hace una separación entre las causas directas e indirectas, el diagrama de relaciones muestra todas las posibles interacciones entre los diversos factores que afectan el problema de suministro, no importando si son directas o indirectas, por lo que se puede determinar de manera más fácil, que factor es el que tiene más relación o interacción con los demás, para tratar de enfocarnos en él. En la figura 3.6 se observa un ejemplo de cómo se construye el diagrama de relaciones.

EJEMPLO DE TABLA DE PONDERACION DE STAKEHOLDERS

Puesto	Nombre	Poder de influir	Cooperación	Experiencia antigüedad
• Líder de de compras y Tráfico	xxxxxxx	10	10	10
• Comprador A	xxxxxxx	9	10	8
• Comprador B	xxxxxxx	8	5	5
• Gerente de Mantenimiento	xxxxxxx	10	5	8
• Almacenista	xxxxxxx	5	5	10
6. Agente Aduanal		5	10	N/A

37

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

37

Figura 3.4

EJEMPLO DE CLASIFICACION DE STAKEHOLDERS

Mayor poder de influir y
Mayor Cooperación.

Mayor poder de influir y
Menor cooperación.

Líder de compras y Tráfico
Comprador "A"

Gerente de Mantenimiento
Comprador "B"

Menor poder de influir y
Mayor cooperación

Menor poder de influir y
Menor Cooperación.

Agente Aduanal

Almacenista

Figura 3.5

W
8

EJEMPLO DEL DIAGRAMA DE RELACIONES DERIVADO DE LA JUNTA DE STAKE HOLDERS

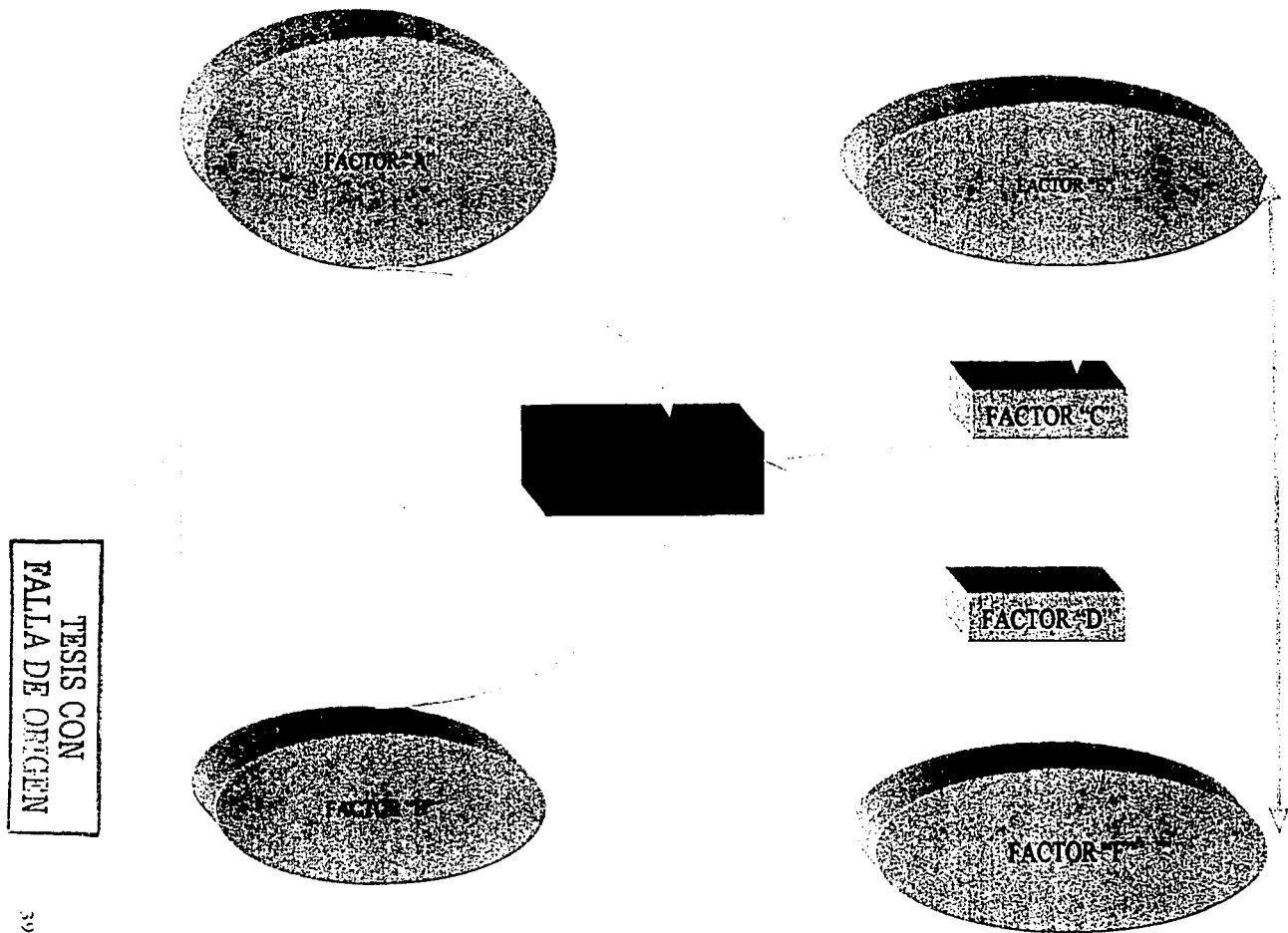


Figura 3.6

Todos los pasos anteriormente descritos facilitan la comprensión del problema de suministros como parte de un Sistema, y cuales son las componentes que mas influyen en el mismo. Lo anterior es indispensable para representar el sistema de suministros en un software de simulación como “Vensim”, el cuál demanda un buen entendimiento del sistema a modelar.

3.7 Simulación en “Vensim” del sistema de suministros:

- a. **Objetivo:** Identificar de manera rápida cuáles son los factores más sensibles del sistema, que al moverlo, cambian drásticamente su comportamiento, con la ventaja de que con “Vensim” no hay la necesidad de experimentar con la realidad.
- b. **¿Cómo se hace?:** “Vensim” es un Software que para aplicaciones académicas es gratuito, y se puede obtener de la página de Internet <http://www.vensim.com>. Cabe señalar que el sitio de Internet también cuenta con manuales para aprender a usar este software. Sin embargo si el software ya va a ser utilizado de manera regular por una empresa, entonces sí se recomienda comprarlo.

Para desarrollar un modelo de simulación en computadora, es necesario conocer lo siguiente:

1. Variables del modelo
2. Ecuaciones del modelo
3. Manual de operación del software

1. Variables del modelo de suministros en “Vensim”:

Variables de estado: Son las variables que definen a un atributo del sistema en un tiempo determinado, deben ser cuantificables y medibles. Al definir los atributos del sistema, automáticamente se definen las variables de estado.

Variables de decisión: Son las que nos interesa medir para observar si el sistema de suministros esta funcionando correctamente.

Variables simuladas: Son las calculadas por “Vensim” a través de las corridas de simulación, “Vensim” efectúa operaciones matemáticas para calcular dichas variables. Las operaciones matemáticas son ejecutadas a través de ecuaciones asignadas previamente a la corrida de simulación.

Variables paramétricas: Son valores calculados estadísticamente por el Departamento de compras, los cuáles “Vensim” los toma como constantes.

2. Ecuaciones del modelo:

El modelo de simulación de “Vensim” y cualquier otro software de simulación, requiere de llevar a cabo operaciones matemáticas y lógicas para determinar las

variables simuladas y con ello determinar el estado del sistema, en nuestro caso supóngase que se desea determinar el tiempo total de suministro:

$$TTS = TGM + TGO + TSP$$

Donde:

TTS = Tiempo total de suministro

TGM = Tiempo para que el solicitante genere una requisición de compra

TSP = Tiempo del proveedor para surtir un material

TGO = Tiempo para que el comprador genere la orden de compra

Sin embargo ésta es sólo una de las muchas ecuaciones que puede tener un modelo en "Vensim", y en nuestro estudio de caso del capítulo IV, se definirán todas.

3. Manual de operación del Software:

En la página de Internet de "Vensim" <http://www.vensim.com>, aparecen los manuales de operación del software, para las versiones gratuitas, además de contener ejemplos para poder aprender a usarlo de manera más efectiva.

Brevemente se explica como construir un modelo de simulación en Vensim:

Primero. Se procede a la construcción de variables. Vensim maneja los siguientes tipos de variables:

- a. De nivel, representadas gráficamente por un rectángulo, y son variables que tienen un valor inicial que se va incrementando o decreciendo en función de tasas de crecimiento o reducción.
- b. Tasas de variación, representadas gráficamente por válvulas, y son variables que hacen crecer o decrecer a las variables de nivel.
- c. Auxiliares, son variables que afectan el desempeño de las variables de nivel o de las tasas de variación, pueden ser constantes, variables analíticas, look up (funciones tabulares), variables aleatorias, o incluso funciones lógicas.

Segundo. Se relacionan entre sí todas las variables de acuerdo a lo que corresponda con la realidad, dicha relación se establece con flechas.

Tercero. Se escriben las ecuaciones haciendo click en cada variable. Al hacer click sobre la variable Vensim trae de manera automática todas las variables que se relacionaron previamente con flechas. Al terminar de escribir cada ecuación es recomendable verificar la sintaxis haciendo click en "equation ok".

Cuarto. Se corre el modelo haciendo click en el menú de "Model", y luego "Simulate". Cabe señalar que si el modelo no fue construido correctamente en su estructura matemática y secuencia lógica, Vensim reportará el error de manera

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

específica en una caja de diálogo, y no reportará resultado alguno hasta que se haya(n) corregido.

En la figura 3.7 se muestra mi propuesta de cómo debe de representarse en "Vensim" el problema de suministros, y más adelante en el Capítulo IV, se mostrará los resultados de las corridas de simulación al aplicarlo en el estudio de caso de BEISA.

3.8 Verificación y validación del modelo de "Vensim":

- d. **Objetivo:** Asegurar que el modelo diseñado en Vensim, funciona de manera correcta y sus resultados corresponden con la realidad.
- e. **¿Cómo se hace?:** En el caso de Vensim, la verificación se realiza de manera automática al correr el modelo, de hecho el modelo no correrá si tiene errores de lógica o estructura. Sin embargo el proceso de validación corresponde a un análisis para determinar si el modelo simula resultados lo suficientemente parecidos a la realidad, para que nos dé la confianza de trabajar en él, y a partir de ese momento entonces proponer cambios para observar su comportamiento.

Hoover y Perry, en su libro "Simulation", editorial Addison Wesley, 1990, proponen los siguientes métodos de validación:

- Comparación de los resultados con el sistema real:

Este primer método consiste en comparar la realización del modelo de simulación contra la ejecución del sistema real, con medias equivalentes. Para realizar la comparación se utilizan pruebas de igualdad de medias y varianzas, o algunas pruebas no paramétricas como la Ji-cuadrada o la de Kolmogorov Smirnov. Debido a su robustez matemática y a que para el caso de la presente tesis se cuenta con información histórica suficiente, éste será el método de validación que se utilizará para validar nuestro modelo de Vensim del Capítulo IV siguiente. Sin embargo vale la pena mencionar el resto de los métodos de validación, debido a que no se pueden descartar en otras aplicaciones:

- Método Delphi:

El método Delphi se desarrolló como una aproximación a la solución de problemas con poca información cuantitativa. Para llevar a cabo éste método, se selecciona cuidadosamente un grupo de expertos que forman un panel que deberá llegar a un consenso sobre la decisión analizada. Dentro de la simulación, el panel deberá formarse por los usuarios del sistema y gerentes o administradores del sistema real en cuestión.

EJEMPLO DE DISEÑO DEL MODELO DE SUMINISTROS EN "VEN-SIM"

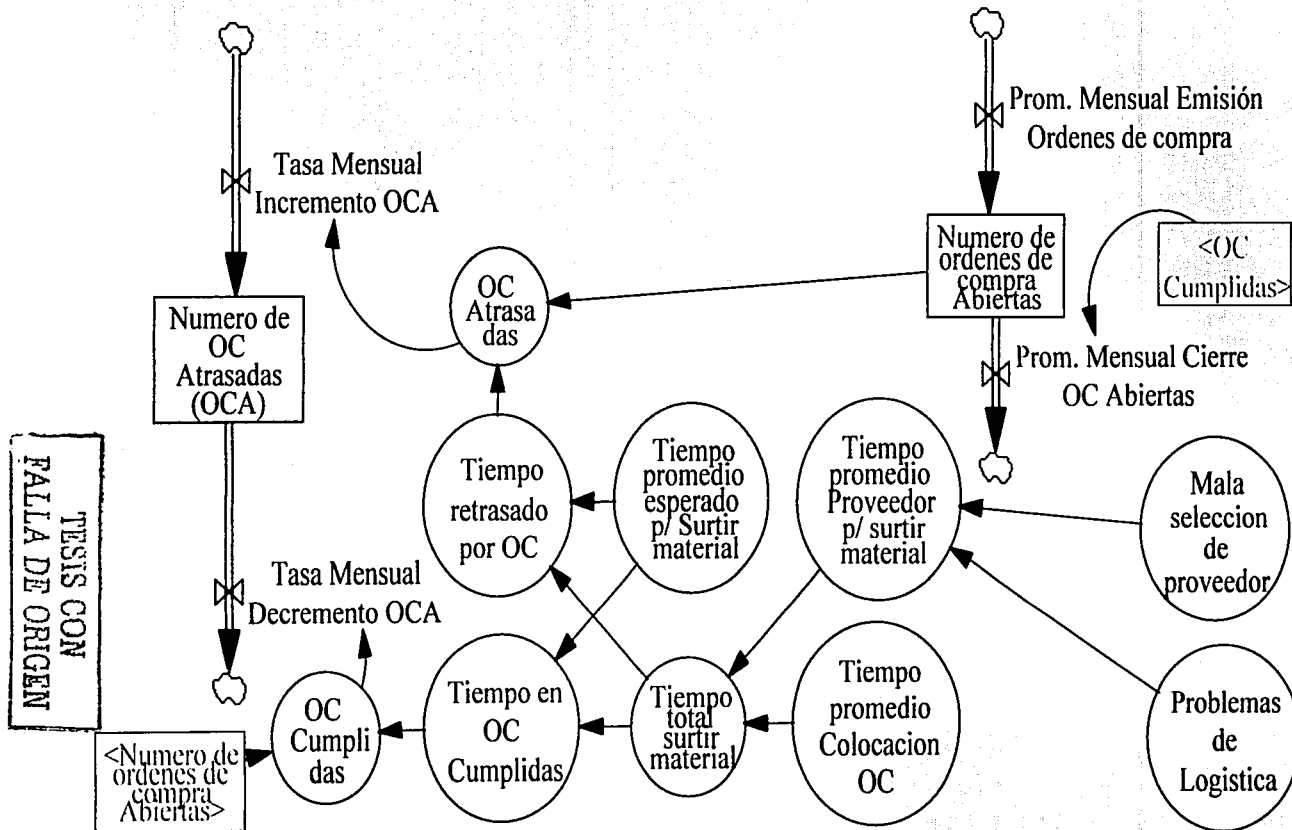


Figura 3.7

El punto importante de esta metodología se basa en que los expertos nunca discuten el problema en grupo. Generalmente se envía un cuestionario a cada uno de ellos con las preguntas adecuadas para la validación. Utilizando esta información obtenida en la primera ronda, sin aclarar el origen de las opiniones.

La ventaja de este procedimiento es que se evitan los posibles enfrentamientos personales que, en muchas ocasiones provocan que las respuestas se sesguen y se demoren.

- La prueba de Turing:

Esta prueba la sugirió Alan Turing como una prueba de inteligencia artificial. En esta prueba nuevamente se forma un panel de expertos, a los cuales se presenta un reporte con la descripción del sistema real, y el sistema simulados, sin indicar cuál es cuál. Si los expertos no pueden distinguir entre ambos, significa que los resultados de la simulación realmente son válidos.

- La conducta en casos extremos:

Esta prueba consiste simplemente en llevar el modelo a los casos extremos, o casos donde las condiciones se exageran al máximo; donde las situaciones reales serían fácilmente previsibles. Si el modelo sigue el comportamiento esperado, tendrá buenas probabilidades de ser válido.

3.9 Análisis de sensibilidad.

- a. **Objetivo:** Determinar cuáles son los factores que incrementan exponencialmente el problema, y por otro lado cuáles son los que frenan el crecimiento del problema. De esta manera al identificar los factores principales del problema, se pueden formular soluciones al mismo.
- b. **¿Cómo se hace?:** Con ayuda de "Vensim" se pueden mover fácilmente los parámetros, para observar cómo se afecta el comportamiento, hasta llegar a un comportamiento deseado. En el capítulo IV identificaremos cuáles son esos parámetros sensibles que afectan el comportamiento deseado del sistema de suministro de compras, pero cabe señalar que cada empresa puede tener otros parámetros diferentes que pueden afectar el comportamiento del sistema de suministros.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.10 Análisis de decisiones utilizando el método de “Kepner & Tregoe”, para elegir la mejor hipótesis de solución.

- a. **Objetivo:** Seleccionar la hipótesis más factible entre todas las que se hayan determinado al momento de correr las simulaciones en “Vensim”, que resolverá el problema de suministros.
- b. **¿Cómo se hace?** Se enlistan todas las hipótesis de solución derivadas de las corridas en “Vensim”, tal y cómo se muestra en la tabla 3.1. Una vez hecho lo anterior, se enuncian objetivos obligatorios y objetivos deseados con los que deberán cumplir dichas hipótesis de solución. Cabe señalar que de no cumplir con los objetivos obligatorios, la hipótesis de solución es desechada inmediatamente. La hipótesis de solución que deberemos elegir, será la que cumpla de mejor manera los objetivos deseados.

TABLA 3.1

ALTERNATIVAS	CUMPLEN CON LOS OBJETIVOS OBLIGATORIOS
Hipótesis 1	Cumple
Hipótesis 2	No cumple
Hipótesis 3	Cumple
Hipótesis 4	No cumple

En el ejemplo de la tabla 3.1, las alternativas 2 y 4 son desechadas inmediatamente, y no son llevadas a analizarse si cumplen con los objetivos deseados.

Así mismo, los objetivos deseados deberán ser ponderados, ya que por lo general unos tienen más peso que otros. Dicha ponderación deberá ser efectuada siempre con la ayuda de los stakeholders. En la figura 3.8 se muestra un ejemplo de cómo se realiza una ponderación de objetivos deseados, y cómo se califican las hipótesis de solución en cuanto al cumplimiento de los objetivos deseados.

Deberíamos de seleccionar la hipótesis de solución que tenga más puntuación, sin embargo antes de seleccionarla, conviene hacer primero un análisis del riesgo y gravedad que conlleva el seleccionar una hipótesis contra otra.

Del ejemplo de la figura 3.8, la hipótesis de solución a seleccionar sería la Hipótesis “1” por tener más puntuación, pero podría ser la más riesgosa-grave de entre las dos, por lo que a continuación se da un ejemplo de cómo hacer una evaluación de riesgo-gravedad:

Tabla 3.2

HIPOTESIS	BENEFICIO	RIESGO	GRAVEDAD
Hipótesis “1”	282 pts	Alto	Alta
Hipótesis “2”	219 pts	Bajo	Baja

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

EJEMPLO DE PONDERACION DE OBJETIVOS Y CALIFICACION DE LAS HIPOTESIS DE SOLUCION

OBJETIVOS DESEADOS	PESO	HIPOTESIS 1 INFORMACIÓN	PUNTAJE	PUNTAJE PONDERADO	HIPOTESIS 3 INFORM.	PUNTAJE	PUNTAJE PONDERAD
MENOR COSTO DE IMPLANTACIÓN	9	A LA LARGA ES MAS BRATO	8	72	EN EL CORTO PLAZO ES MÁS BARATO PRO A LA LARGA ES MÁS CARO.	6	54
MENOR PAPELEO	7	AL LLEVAR REGISTROS ELECTRÓNICOS GENRA MENOS PAPEL.	10	70	LLEVA REGISTROS EN CARPETAS Y GENERA MÁS PAPEL.	5	35
EXACTITUD Y VERACIDAD DE LA INFORMACIÓN	10	SI LOS PARAMETROS ALIMENTADOS AL SISTEMA SON CORRECTOS, GENERAN MAYOR EXACTITUD.	10	100	SUJETO AL ERROR HUMANO	5	50
MENOR RESISTENCIA A LA IMPLANTACION	8	SIEMPRE LOS SOFTWARES GENERAN RESISTENCIA	5	40	MAS GENTE MAS PODER	10	80
TOTAL				282			219

GANA LA HIPOTESIS 1

FALTA DE ORIGEN
 TESIS CON

TABLA 3.8

Por lo tanto, deberíamos escoger la hipótesis “2” a pesar de traer menos beneficios, pero es menos riesgosa para la empresa.

3.11 Modelo conceptual “el deber ser” (solución al problema)

- a. **Objetivo:** Implantar la solución a nivel del modelo diseñado en “Vensim” en el punto 3.7, para poder observar mejor sus implicaciones y realizar ajustes, antes de implantarlo en la realidad.
- b. **¿Cómo se hace?** Se utiliza el software “Vensim” el cuál tiene las herramientas necesarias para incorporar nuevos factores y / o parámetros al modelo original y poder simular como trabajaría el sistema con la solución implantada. La ventaja de lo anterior, es que no habrá necesidad de invertir dinero en la implantación de solución, para observar si funcionará o no. Cabe señalar que uno de los factores claves y más importantes para que todo esto funcione, es haber diseñado de manera correcta el modelo en “Vensim”, y que no hayamos omitido ninguna componente o factor del sistema de suministros, ya que de esto depende la exactitud del análisis para haber encontrado las hipótesis de solución, y cómo estas realmente solucionan el problema de suministros. En la figura 3.9 se muestra un ejemplo de un modelo conceptual del deber ser, con la solución implantada, así como en la figura 3.10 se observa el modelo de “Vensim” modificado con la solución implantada.

3.12 Sistema de monitoreo y control

Objetivo: Definir medidas de desempeño que nos permitan monitorear si la solución implantada, esta funcionando adecuadamente a lo esperado. Las medidas de desempeño se construyen a partir de registros históricos que muestran una tendencia negativa o no deseada cuando existe un problema, por lo que a partir de la solución implantada, se debe vigilar si la medida de desempeño se acerca a la meta deseada.

Para poder determinar si una solución ha sido adecuada, se deben evaluar si dicha solución cumple con lo siguiente:

- a. **Eficacia:** ¿La solución implantada produce resultados satisfactorios?
- b. **Efectividad:** ¿Que tanto contribuye la solución implantada en los logros a de los objetivos a largo plazo?
- c. **Eficiencia:** ¿Se producen los resultados satisfactorios con un mínimo de recursos?
- d. **Ética:** La solución implantada es moralmente correcta.
- e. **Estética:** La solución implantada es estéticamente correcta.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EJEMPLO DEL MODELO CONCEPTUAL DEL "DEBER SER"

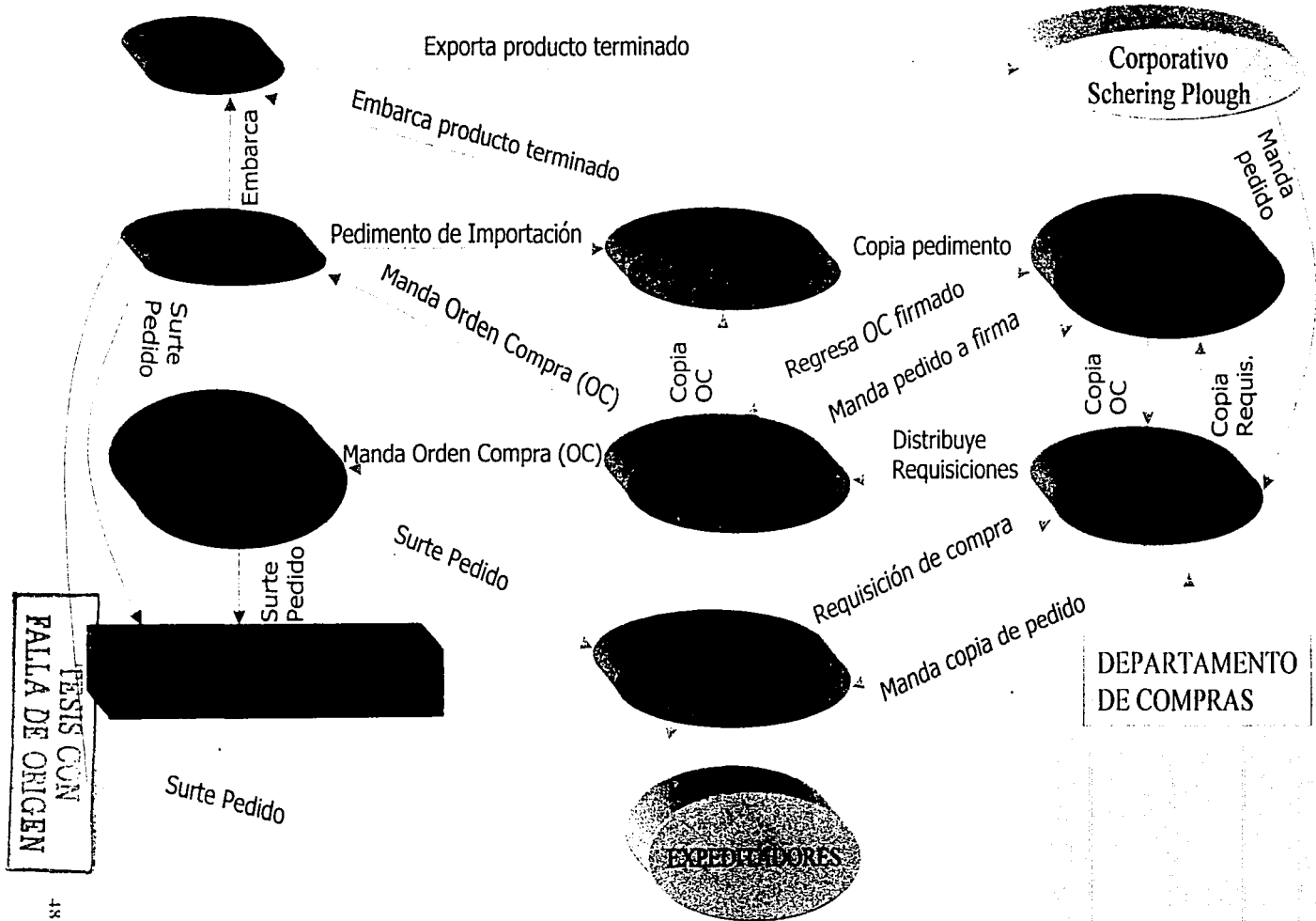


FIGURA 3.9

EJEMPLO DEL MODELO DE SUMINISTRRO EN "VENSIM" CON LA SOLUCION IMPLANTADA

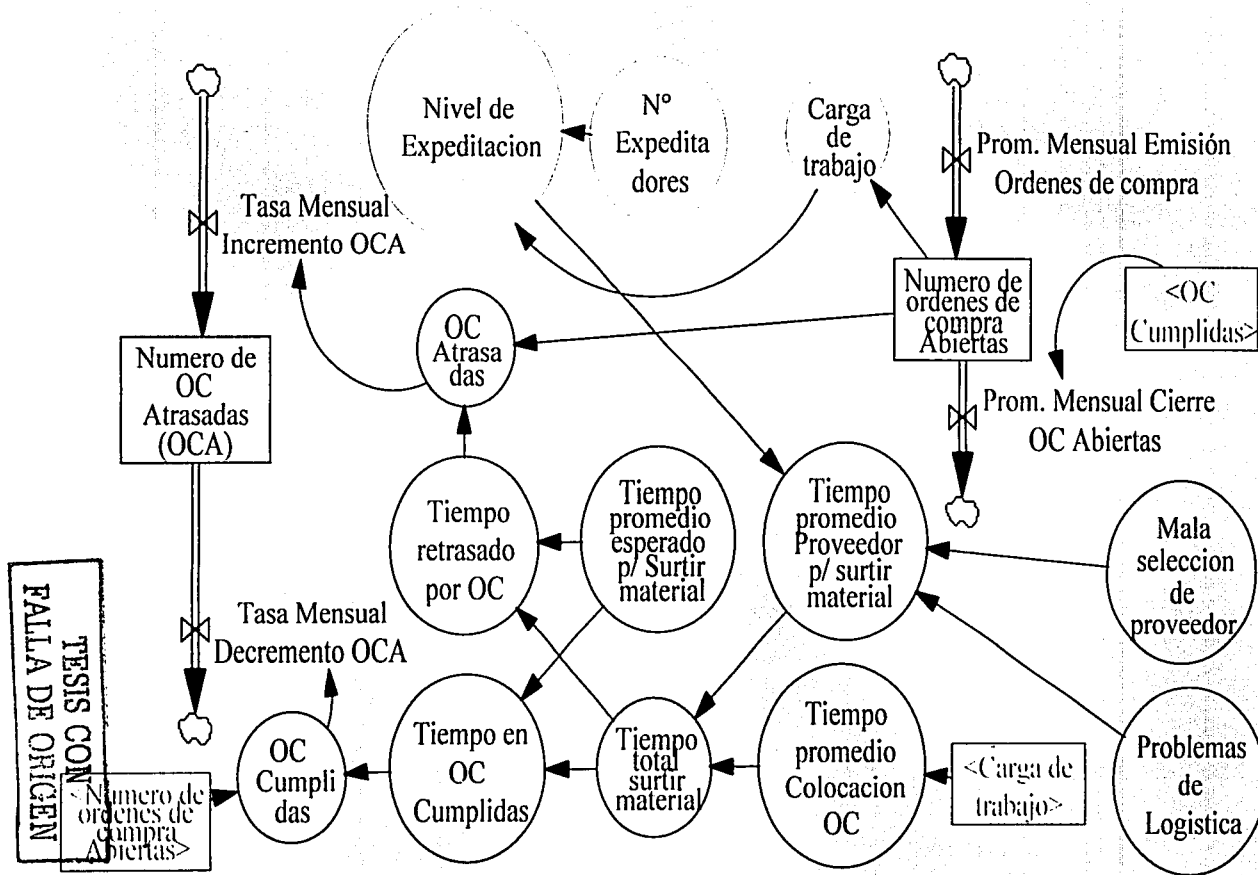


Figura 3.10

Para poder cumplir con el punto de eficacia y observar si los medios utilizados son los adecuados, el parámetro a elegir para determinar si un sistema de suministros es satisfactorio, es la tasa o número de ordenes de compra atrasadas, ya que esto es lo que ocasiona mayor problemas a las empresas de manufactura. De hecho no importa que tan barato sea un material, incluso aunque sea gratis, si no llega a tiempo, puede ocasionar costos excesivos por mano de obra detenida y máquinas detenidas. Por lo tanto el parámetro más importante para determinar si un sistema de suministro es eficaz, es el número de ordenes de compra atrasadas.

3.12.1 Registro histórico de ordenes de compra atrasadas.

Es importante e indispensable para determinar si la solución es eficiente, tener un registro del pasado de las ordenes de compra atrasadas para obtener un promedio y su tendencia. El promedio del pasado nos servirá para establecer una meta de reducción de ordenes de compra atrasadas, por ejemplo, si durante los últimos tres años tengo una tasa mensual promedio de 20% de ordenes atrasadas, se podría definir una meta de reducción al termino de dos años del 5% (este tiempo y tasa de reducción dependerá de lo complejo del sistema de suministros de la empresa, y de la naturaleza misma de la solución a implantar). Por lo tanto si al cabo de dos años llegamos a esa tasa del 5%, podremos concluir que la solución implantada fue eficiente. Si no llegamos a la meta, pero si hubo una reducción importante, entonces podríamos concluir que la solución no fue eficiente, y que falto mayor análisis y no contemplamos todos los factores del sistema de suministro, o también que nos falta más tiempo para llegar a esa meta.

3.12.2 Pronóstico de ordenes de compra atrasadas.

La finalidad de éste análisis es mostrar a la Gerencia o Dirección de la empresa, que de no implantarse la solución, habría un incremento en las ordenes de compra atrasadas o por lo menos estable (al referirme estable no significa que sea satisfactorio, sino que la tasa de ordenes de compra atrasadas se mantendría igual a lo largo del tiempo).

Existen diversos métodos de pronósticos, pero se recomienda utilizar varios y escoger el que arroje menor promedio de residuos.

Los métodos de pronóstico se dividen en dos grupos, el primer grupo es el que se denomina como series de tiempo, y el segundo grupo es el de econométricos. Para seleccionar adecuadamente los métodos de pronóstico a utilizar se deben observar los siguientes factores de selección de métodos de pronósticos que se enuncian en la tabla 3.3:

Tabla 3.3

Factores de selección del método de pronóstico	Métodos Econométricos	Métodos de series de tiempo
Horizonte de tiempo del pronóstico	Eficiente en periodos largos de tiempo de pronóstico	Eficiente en periodos cortos de tiempo de pronóstico
Costo del pronóstico	Caro por el tiempo a emplearse por mayor investigación de variables	Barato al sólo tener que investigar un solo histórico de una variable a pronosticar
Complejidad	Elevada	Sencillo (con la ayuda de Excel)
Tiempo de planificación del método	Requiere mayor cantidad de tiempo para planear	Requiere menor cantidad de tiempo para planear
Número de variables a emplear	Varias (entre más variables independientes tenga un modelo econométrico, la exactitud es mayor)	Dos (2), la variable a medir, y el tiempo.
Reacción a eventos que producen variaciones abruptas en la variable a medir	Aceptable debido a que incorpora mayor información de variables independientes que causan cambios en la variable a medir	Poco sensible y sólo muestra tendencias del pronóstico, mas no cambios abruptos en el futuro a pronosticar. Cabe señalar que el que mejor refleja cambios de este tipo de métodos es el de promedios móviles
Información para su construcción	Requiere de muchos datos históricos	Requiere de pocos datos históricos, aunque cabe mencionar, que para mayor exactitud es recomendable obtener mayores datos históricos.

Tabla construida a partir de características definidas por Markridakis y Wheelwright, Métodos de pronóstico, Editorial Limusa Noriega -IPN

Para nuestro caso del pronóstico de número de ordenes de compra atrasadas, utilizaremos los métodos de series de tiempo por lo siguiente:

- a. El horizonte de tiempo a pronosticar es corto (de uno a tres años).
- b. No se tiene información de variables macroeconómicas que tengan relación o correlación con el número de ordenes de compra atrasadas.
- c. Se requiere poca información histórica para construir el pronóstico.
- d. Es menos costoso y fácil de utilizar (actualmente en Excel se tienen varias herramientas para éste propósito).

Entre los métodos de pronóstico de series de tiempo se tienen los siguientes:

- a. Regresión lineal
- b. Promedios móviles
- c. Suavizamiento exponencial
- d. Box & Jenkins
- e. Montecarlo

Para nuestro caso del pronóstico de número de ordenes de compra atrasadas recomiendo utilizar los primeros tres, debido a su sencillez de aplicación en Excel, mientras que los otros dos son complicados en su aplicación pero arrojan mayor exactitud. Sin embargo nosotros no requerimos para nuestro caso tanta exactitud, sino más bien mostrar una tendencia, para lo cual los primeros tres métodos cumplen para tal propósito.

En el Capítulo IV del Estudio de Caso, describiré cómo aplicar los citados métodos de pronósticos, para obtener nuestra tendencia de ordenes de compra atrasadas.

3.12.3 Prueba de hipótesis sobre el pronóstico:

El objetivo de realizar esta prueba es para dar más seguridad y solidez a la Gerencia o Dirección de la empresa acerca de nuestro pronóstico obtenido en el punto anterior. El método de prueba de hipótesis que se debe utilizar en este tipo de casos, es el de la prueba de "t" de student, debido a las siguientes razones:

1. La "t" de student es el estadístico recomendado, cuando se trata de inferir sobre una media (Irwin Miller, John E. Freund, Probabilidad y Estadística para Ingenieros, capítulo VIII, primera edición, cuarta reimpresión)
2. La Desviación estándar poblacional se desconoce
3. El tamaño de la muestra "n", es normalmente menor a 30 (en caso de que el tamaño de la muestra "n" sea mayor a 30, entonces se debe usar el estadístico "z", sin embargo se deberá calcular la desviación poblacional

En el capítulo IV del Estudio de Caso, describiré cómo aplicar el estadístico "t", para la prueba de hipótesis.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.13 Sistema de monitoreo y control en "Vensim" para medir la efectividad de la solución.

Una vez implantada la solución propuesta, y definida una meta de mejora, el software "Vensim" nos ayudará a monitorear de manera continua si la solución se acerca a la meta fijada, alimentando periódicamente (se recomienda mensualmente) el número de ordenes de compra atrasadas al modelo de "Vensim" diseñado en el punto 3.7 y modificado en el punto 3.10. Como ya se mostró en el punto 3.7, este Software "Vensim" es capaz de reportar los resultados de manera instantánea, con tan sólo modificar los parámetros de entrada más actuales al momento de que la gerencia solicite un reporte de resultados.

3.14 Procedimientos y reorganización del trabajo.

Antes de implantar la solución que arroje el presente modelo, es necesario modificar los procedimientos actuales de la compañía, para determinar cuáles se deben de modificar, a fin de hacerlos compatibles con la solución arrojada por el modelo. La anterior tarea también se simplifica con la ayuda de "Vensim", el cual ayuda a identificar las áreas que requieren del cambio de procedimiento.

Si el gestor de la solución que utiliza el presente modelo, es alguien externo a la empresa, recomendando que sea la misma empresa la que deba modificar sus procedimientos, y el gestor sólo señalar que se debe realizar dicha tarea, sin embargo, si el gestor pertenece a la empresa, entonces necesariamente debe participar en la modificación de procedimientos.

3.15 Conclusiones del capítulo:

Podemos concluir de éste capítulo, que se definió el modelo que permitirá encontrar la solución a nuestro Estudio de Caso, del capítulo IV, y que servirá de consulta para las empresas que tengan un problema similar.

También se concluye que se pueden combinar las metodologías de los sistemas suaves, con los sistemas duros, al haber usado métodos como el de Kepner & Tregoe, y métodos de pronóstico y pruebas de hipótesis, mostrando que ambos sistemas se complementan entre sí, y que no deben utilizarse en forma separada.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO IV

APLICACION DEL MODELO A UN ESTUDIO DE CASO.

INDICE DE CAPÍTULO

- 4.1 Objetivos de éste capítulo
- 4.2 Introducción del capítulo
- 4.3 Aplicación del modelo al caso particular de BEISA
- 4.4 Implantación de la Solución propuesta por el modelo.
- 4.5 Conclusiones del capítulo

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

4.1 Objetivos de este capítulo:

4.1.1 Aplicar el modelo desarrollado en el capítulo III, a un estudio de caso.

4.1.2 Hallar una solución al problema particular de suministro de materiales indirectos de BEISA.

4.2 Introducción del capítulo:

En este capítulo usaré el modelo definido en el capítulo anterior observando cada uno de sus pasos y recomendaciones, para obtener una solución al problema de suministros de BEISA.

Antes de aplicar el modelo, primero se definirán los antecedentes de BEISA, explicando cuál es el rol de la empresa dentro del corporativo de Schering-Plough, al cuál pertenece, y así entender mejor la magnitud del problema de suministros de materiales indirectos.

Es importante señalar que para aplicar el modelo, se requiere conocer a la empresa, ya sea trabajando en ella, o a través de varias entrevistas de consultoría si la empresa es que desea resolver el problema a través de un tercero. Así mismo en todo problema de suministros que se pretenda resolver, es indispensable tener la siguiente información histórica (mínimo dos años para tener una certeza estadística de las tendencias) relativa a los suministros:

1. Promedio mensual de requisiciones de compra
2. Promedio mensual de ordenes de compra emitidas
3. Tasa promedio de ordenes de compra "abiertas" (una orden de compra se define cómo "abierta", cuando no se ha surtido en el almacén). Una orden de compra abierta no necesariamente quiere decir que este retrasada, ya que puede estar sin surtir en el almacén, pero no se ha rebasado el tiempo pactado con el proveedor para surtir el material.
4. Tasa promedio de ordenes de compra retrasadas
5. Tiempo promedio para surtir el material
6. Tiempo promedio de retraso de ordenes de compra atrasadas.

Sin la anterior información no será posible la aplicación del modelo descrito en el capítulo III. En el caso particular de la presente Tesis, la obtención de la información citada en los puntos anteriores, la pude obtener gracias a que pertenezco a BEISA.

4.3 Aplicación del modelo al caso particular de BEISA

4.3.1 Antecedentes de BEISA:

Se procede a hacer la ubicación de BEISA en tres dimensiones:

a. Ubicación espacial y geográfica:

Se encuentra ubicada en el Estado de México, en el municipio de Ecatepec, en la calle de Guanajuato N° 22, Col. Santa Clara (para mayor detalle ver mapa en la figura 4.1).

b. Ubicación temporal:

BEISA es una planta de beneficio fundada por Schering Plough en 1952, dedicada a la producción de esteroides que se extraen de la semilla de la flor de Yuca. BEISA produce estos esteroides a nivel farmacéutico intermedio (es decir, que todavía no se puede vender al público), para embarcarlos posteriormente a otras plantas del corporativo de Schering Plough, principalmente la que se ubica en Puerto Rico, en donde se realizan pasos de manufactura posteriores para producir con estos esteroides antihistamínicos que tienen diversas aplicaciones medicinales.

c. Como parte de la economía nacional:

Sin tomar en cuenta al corporativo, BEISA se clasifica como empresa de mediana a grande con 150 empleados y ventas de hasta 15 millones de dólares.

Dentro de la Industria de la Transformación, pertenece al sector de la Industria farmoquímica.

Su región de influencia es internacional, ya que exporta sus productos a 4 continentes, a países como Puerto Rico, Singapur, Brasil e Irlanda.

4.3.2 Problema particular de suministros de materiales indirectos de BEISA:

4.3.2.1 Mapa conceptual de BEISA:

Para ubicar el problema particular de BEISA de suministros de materiales indirectos, empezaremos por aplicar el modelo del capítulo III, el cual indica en su primer paso que debemos definir el mapa conceptual de BEISA (ver figura 4.2), para ubicar sus entornos y sus principales componentes, posteriormente en la figura 4.3 se describe el diagrama de suministro de cadena de valor, donde se podrá observar los principales departamentos que conforman la organización. Finalmente en la figura 4.4 encontraremos como opera actualmente el proceso de suministros de BEISA dentro del departamento de compras, y las principales relaciones de éste, con sus clientes internos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Mapa de localización de BEISA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PLANO 59

110

11

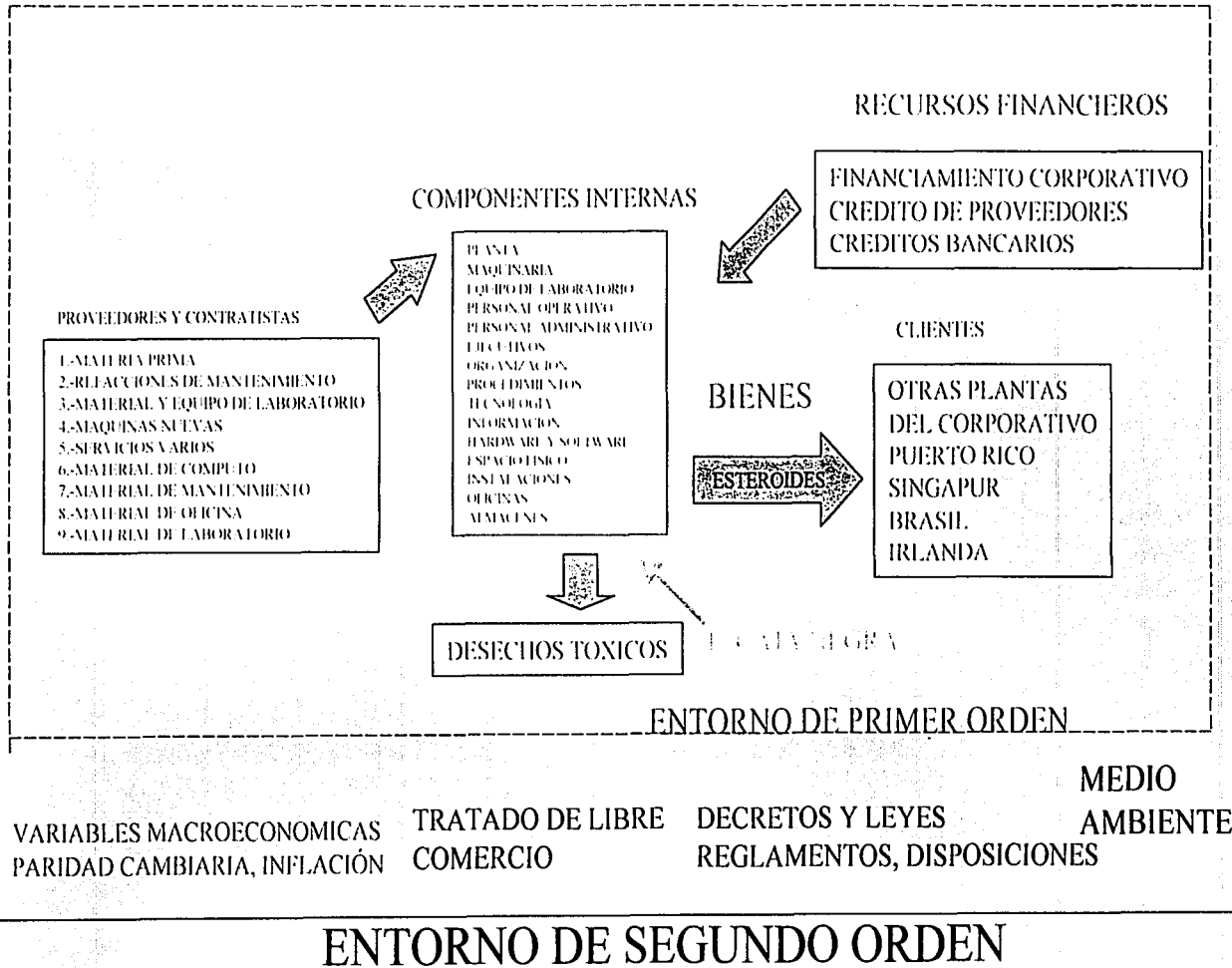


BEISA

FIGURA 4.1

57

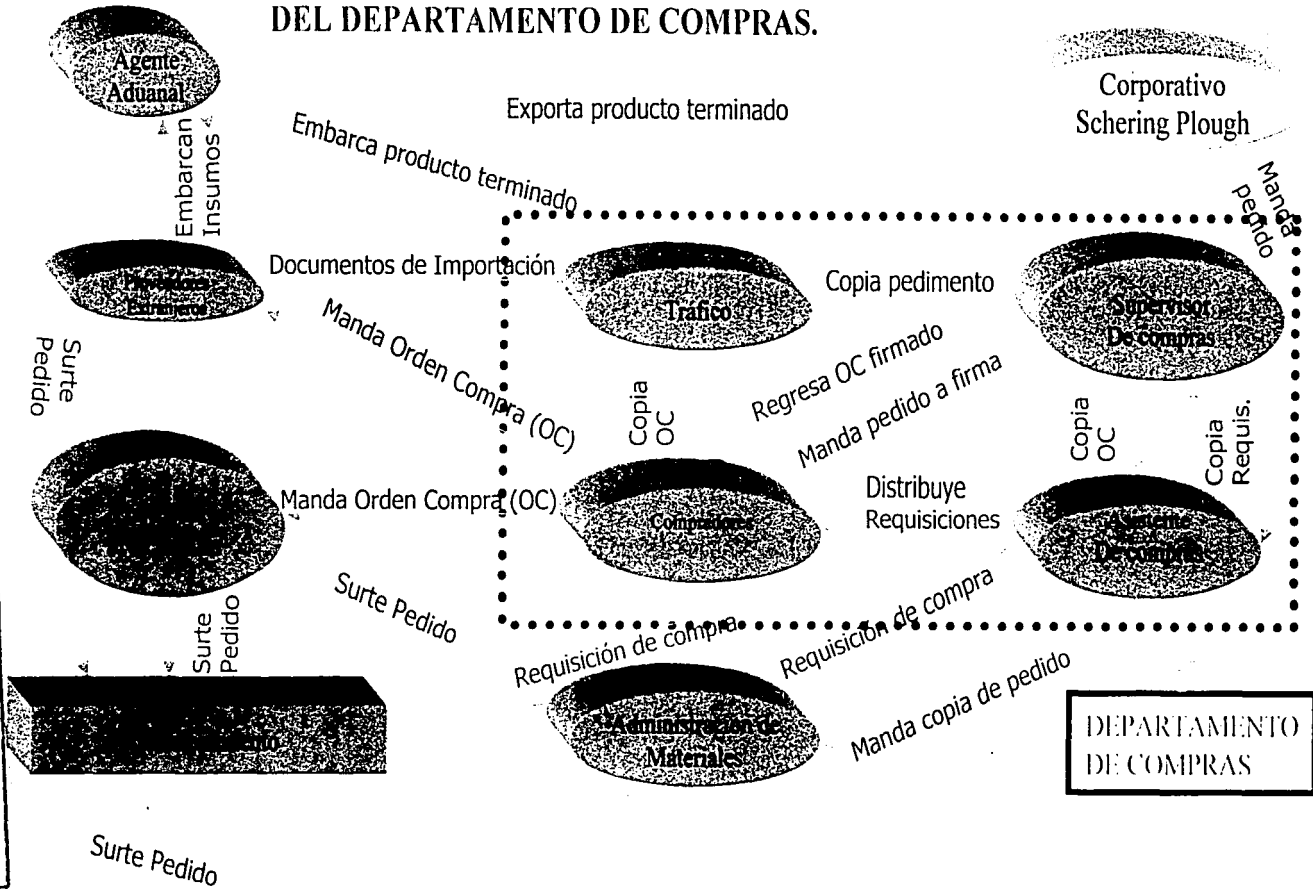
Modelo Conceptual de BEISA



TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

FIGURA 4.2

DESARROLLO DE LA 3° CAJA NEGRA DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACION DEL DEPARTAMENTO DE COMPRAS.



El proceso se inicia en el momento en que Mantenimiento o el Departamento de Administración de Materiales emite la Requisición de compra, la cual es recibida por la Asistente de Compras, quien distribuye las requisiciones a los compradores. Los compradores colocan las ordenes de compra a los proveedores quienes surten el material a Mantenimiento o al Departamento de Administración de Materiales, o bien al Agente Aduanal en el caso de materiales importados. Los agentes Aduanales sin controlados por el asistente de tráfico, quien también reporta al Supervisor de Compras.

FIGURA 4.4

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.3.2.2 Mapa de Stakeholders:

En la figura 4.5 se podrá observar cómo se desarrolló el mapa de Stakeholders, de acuerdo a las recomendaciones señaladas en el capítulo III. Posteriormente en la figura 4.6 se describe cómo se ponderó a los Stakeholders para finalmente clasificarlos en la figura 4.7.

4.3.2.3 Tormenta de ideas:

Se llevó a cabo una junta entre los Stakeholders de mayor cooperación y grado de influencia, en dónde se realizó una tormenta de ideas, con el fin de determinar las causas de retrasos en los suministros de materiales indirectos. Dichas causas determinadas fueron:

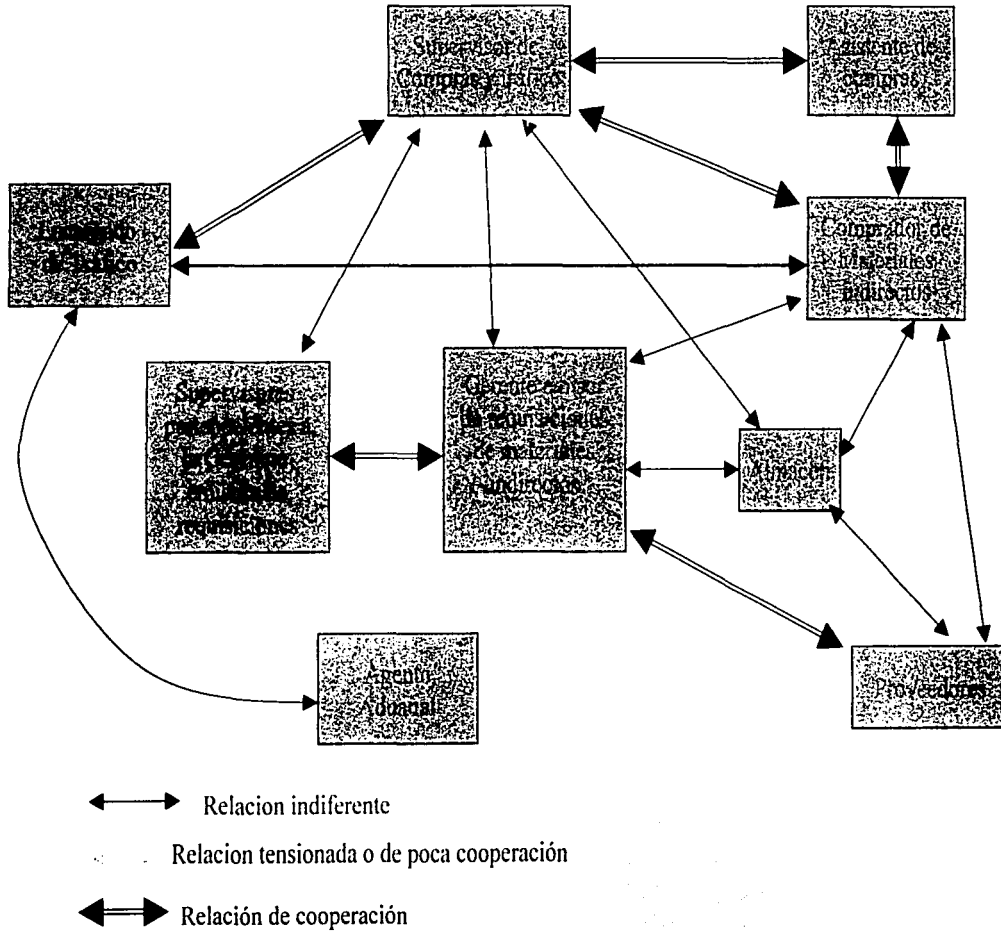
- a. El departamento de mantenimiento (DM) no generó a tiempo la requisición de compra, por lo que a pesar de que el departamento de compras (DC) colocó la orden de compra rápidamente, el material indirecto no pudo llegar a tiempo.
- b. DM nunca se dio cuenta de que no tenía inventario del material indirecto.
- c. DM sí tenía inventario y también generó la requisición de compra con la debida anticipación, pero DC no colocó la orden de compra a tiempo.
- d. Idem a la anterior, pero DC sí colocó a tiempo la orden de compra, pero el proveedor no entregó a tiempo.

Sin embargo las causas por las que puede fallar el proveedor son muy diferentes tales como:

- d.1 El proveedor no colocó a tiempo su orden interna de trabajo.
- d.2 Al proveedor no le llegó a tiempo sus materias primas.
- d.3 Al proveedor no le llegó a tiempo sus materiales indirectos.
- d.4 Se le descompusieron máquinas o herramientas.
- d.5 Huelgas
- d.6 Accidentes o incidentes durante la transportación.
- d.7 Mal clima, lo que ocasiona paros en la producción, o en el tránsito de materiales.
- d.8 Demasiada mercancía en la aduana lento movimiento para el cruce de la misma
- d.9 Leyes recientes que restrinjan la importación de mercancías.
- d.10 Errores del agente aduanal que ocasionan la retención de mercancías.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MAPA DE STAKEHOLDERS QUE SE RELACIONAN CON LA PROBLEMÁTICA DE SUMINISTROS DE MATERIALES INDIRECTOS



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

FIGURA 4.5

TABLA DE PONDERACION DE STAKEHOLDERS

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Empleado	Poder de influir	Grado de Cooperación	Experiencia y Antigüedad
Supervisor de Compras	10	10	8
Comprador Materiales Indirectos	8	8	6
Asistente de Compras	3	7	8
Encargado de Tráfico	8	7	8
Gerente Emisor de Requisiciones	9	6	9
Supervisores pertenecientes a la Gerencia emisora de requisiciones	7	6	8
Almacén	2	7	8
Proveedor	6	5	7
Agente Aduanal	5	4	7

Esta podendarión fue efectuada por el Supervisor de Compras

FIGURA 4.6

63

CLASIFICACION DE STAKEHOLDERS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Mayor poder de influir y
Mayor Cooperación.

Supervisor de Compras y tráfico
Comprador de materiales indirectos
Encargado de Tráfico

Mayor poder de influir y
Menor cooperación.

Gerente emisor de requisiciones de materiales
Indirectos.
Supervisores pertenecientes a la Gerencia
Emisora de requisiciones.

Menor poder de influir y
Mayor cooperación

Asistente de Compras
Almacén

Menor poder de influir y
Menor Cooperación.

Agente aduanal
Proveedor

Figura 4.7

64

4.3.2.4 Correlación de causas utilizando el Diagrama de Relaciones:

En la figura 4.8 se observa cómo desarrollé el diagrama de relaciones, con base a las recomendaciones de los Stakeholders, mostrando cómo se interrelacionan todas las causas entre sí y originan el problema de suministros de materiales indirectos.

4.3.2.5 Elaboración del modelo de suministros de BEISA en “Vensim”:

Una vez visualizado a todos los actores que participan en el problema de suministros a través de los mapas conceptuales y mapas de stakeholders, la simulación en “Vensim” (o cualquier otro software de simulación) es mas sencilla, recordando que para diseñar el modelo de suministros es indispensable la comprensión de como opera un sistema de suministros y las causas probables que pueden originar un problema de suministros, las cuáles fueron señaladas en la tormenta de ideas y Diagrama de correlación de causas

Para efectos de diseño del modelo en “Vensim” conviene por simplificación clasificar las causas citadas en la tormenta de ideas en las siguientes agrupaciones:

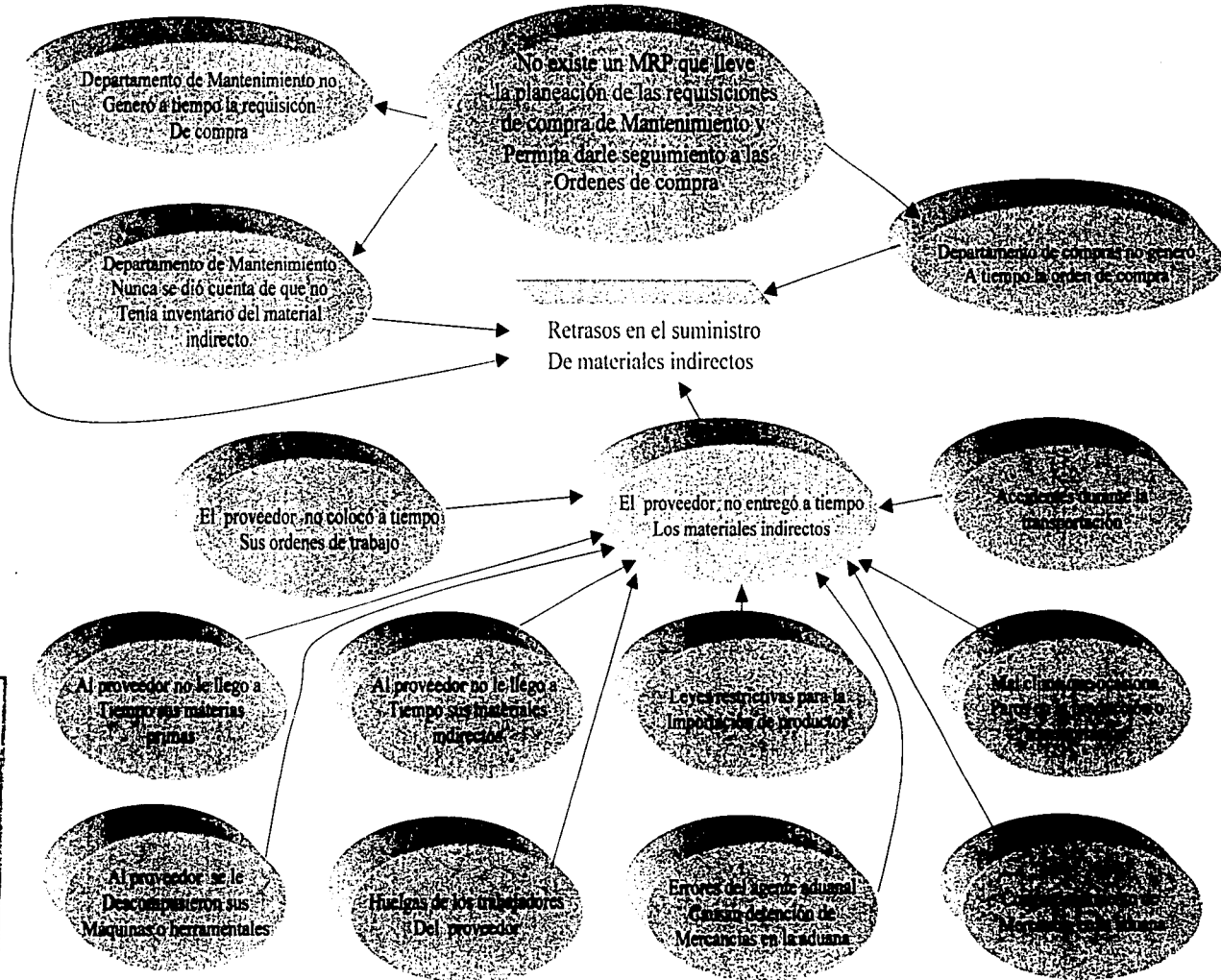
1. Problemas ligados al generador de requisiciones de compra (Mantenimiento): Aquí agrupamos a las causas **a** y **b** (véase página 61).
2. Problemas ligados al departamento de compras: En este grupo entra la causa **c**.
3. Problemas del proveedor: En esta clasificación entran las causas **d.1**, **d.2**, **d.3**, **d.4** y **d.5**.
4. Problemas de logística: En esta agrupación quedan las causas **d.6**, **d.7**, **d.8**, **d.9** y **d.10**.

El grupo uno (1) de problemas ligados al generador de requisiciones de compra lo dejaremos fuera del modelo de simulación en “Vensim”, dado que la solución para eliminar dichas causas, radica fuera del Departamento de Compras ó de su responsabilidad. Sin embargo es muy importante no perder de vista dichas causas, cuya solución es llevar a cabo una adecuada planeación de inventarios mínimos de materiales indirectos, con sus respectivos puntos de re-orden, tal y cómo se lleva a cabo en la planeación de materias primas con un MRP. Cabe mencionar que en el mercado existen softwares especiales para planeación de materiales indirectos, tales cómo el “Proteus”, el cual incluso lo tiene contratado BEISA, más sin embargo no utiliza el modulo de planeación de inventarios de materiales indirectos, que permitiría generar las requisiciones de compra a tiempo, a fin de eliminar las causas **a** y **b**.

Por lo tanto el primer supuesto del modelo de “Vensim” es que Mantenimiento genera las requisiciones de compra a tiempo y se enfocará a ubicar que tanto afectan las otras causas y hallar una solución para eliminarlas, o en su defecto para aminorar los efectos de dichas causas a fin de que no ocasionen graves problemas, ya que existen causas totalmente aleatorias que no se pueden eliminar tales como el mal clima, incidentes durante el transporte, leyes restrictivas hacia la importación, etc.

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

DIAGRAMA DE CORRELACION DE CAUSAS
DEL PROBLEMA DE SUMINISTRO DE MATERIALES INDIRECTOS



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 4.8

4.3.2.5.1 Variables de estado:

Son todas aquellas que definen el estado del sistema de suministros en un tiempo determinado:

1. Problemas de logística (causas d.6, d.7, d.8, d.9 y d.10).
2. Problemas del proveedor (causas d.1, d.2, d.3, d.4 y d.5).
3. Tiempo promedio del departamento de compras para colocar una orden de compra.
4. Nivel de expedición (tiempo que le dedica el comprador para darle seguimiento a la orden de compra).
5. Número de compradores.
6. Carga de trabajo (tiempo dedicado por comprador, a la generación de ordenes de compra).
7. Tiempo promedio del proveedor para surtir material.
8. Tiempo promedio requerido por Mantenimiento para que se surta el material (desde que genera la requisición de compra hasta que cuando deba llegar al almacén).
9. Tiempo promedio requerido para el proveedor para que surta el material (fecha de entrega de la orden de compra).
10. Tiempo promedio real para surtir el material (desde que llega la requisición de compra hasta que el material llega al almacén).
11. Tiempo promedio de retraso de ordenes de compra retrasadas.
12. Tiempo promedio de ordenes de compra cumplidas
13. Número de ordenes de compra atrasadas
14. Número de ordenes de compra abiertas
15. Número de ordenes de compra cumplidas
16. Promedio mensual de generación de ordenes de compra

4.3.2.5.2 Variables de decisión:

En nuestro caso será el número de ordenes de compra atrasadas, el cuál es el que me interesa medir para determinar el desempeño del Departamento de Compras.

4.3.2.5.3 Variables Paramétricas:

Son datos históricos calculados estadísticamente con promedios de datos obtenidos de registros a través del tiempo. Así mismo, también pueden ser variables cuyos valores son determinados por el usuario del software haciendo consideraciones cómo que un problema de logística se puede presentar una vez cada 30 días.

4.3.2.5.4 Variables simuladas:

Son las que son calculadas por el software de simulación, en éste caso por “Vensim”.

En la tabla 4.1 se muestra la clasificación de las variables del modelo de simulación de suministros en “Vensim”, en simuladas y en paramétricas.

Tabla 4.1

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE
Problemas de logística (causas d.6, d.7, d.8, d.9 y d.10).	Paramétrica
Problemas del proveedor (causas d.1, d.2, d.3, d.4 y d.5).	Paramétrica
Tiempo promedio del departamento de compras para colocar una orden de compra.	Simulada
Nivel de expedición (tiempo que le dedica el comprador para darle seguimiento a la orden de compra).	Simulada
Número de compradores	Paramétrica
Carga de trabajo (tiempo dedicado por comprador, a la generación de ordenes de compra).	Simulada
Tiempo promedio del proveedor para surtir material	Simulada
Tiempo promedio esperado para surtir el material (desde que genera la requisición de compra hasta que cuando deba llegar al almacén).	Paramétrica
Tiempo promedio requerido para el proveedor para que surta el material (fecha de entrega de la orden de compra).	Paramétrica
Tiempo promedio real para surtir el material (desde que llega la requisición de compra hasta que el material llega al almacén).	Simulada
Tiempo promedio de retraso de ordenes de compra retrasadas.	Simulada
Tiempo promedio de ordenes de compra cumplidas	Simulada
Número de ordenes de compra atrasadas	Simulada
Número de ordenes de compra abiertas	Simulada
Número de ordenes de compra cumplidas	Simulada
Promedio mensual de generación de ordenes de compra	Paramétrica

4.3.2.5.5 Obtención de los valores de las variables paramétricas del modelo de "Vensim".

Estos valores fueron tomados de los registros históricos de los últimos dos años que se han llevado a cabo:

Tabla 4.2

VARIABLE PARAMETRICA	VALOR	FUENTE
Problemas de logística	Función pulso que se activa una vez cada 30 días	Los problemas de logística incrementan en promedio hasta 30 días el tiempo de suministro, pero estos problemas también son esporádicos, y se les representan por medio de una función pulso esporádica.
Problemas del proveedor	Función pulso que se activa una vez cada 30 días	La mala selección de un proveedor puede retrasar un pedido en promedio hasta 30 días, se representa por una función pulso periódica, debido a que no siempre fallan los proveedores, sino más bien esporádicamente.
Número de compradores de materiales indirectos	2	Dato fijo y conocido de antemano
Tiempo promedio esperado para surtir el material (desde que genera la requisición de compra hasta que cuando deba llegar al almacén).	18 días	Parámetro fijado por el emisor de la requisición de compra
Tiempo promedio requerido para el proveedor para que surta el material (fecha de entrega de la orden de compra).	6 días	Promedio histórico (Ver tabla 4.3)
Promedio mensual de generación de ordenes de compra	223.92	Promedio histórico (Ver tabla 4.3). Debido a su variabilidad se le representará con una función aleatoria Random, con un mínimo de 220 y máximo de 225

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

REGISTROS HISTORICOS DE LAS VARIABLES PARAMETRICAS

MES	ORDENES DE COMPRA EMITIDAS	TIEMPO PROMEDIO P/ SURTIR MATERIAL (DIAS)	ORDENES DE COMPRA ATRASADAS
Ene-00	221	8.78	No hay registro
Feb-00	220	4.17	No hay registro
Mar-00	223	6.00	No hay registro
Abr-00	223	4.33	No hay registro
May-00	227	4.37	No hay registro
Jun-00	224	5.10	No hay registro
Jul-00	229	6.71	No hay registro
Ago-00	228	5.00	No hay registro
Sep-00	223	6.81	62
Oct-00	225	5.11	61
Nov-00	222	7.81	64
Dic-00	221	5.89	57
Ene-01	224	4.44	63
Feb-01	229	6.28	67
Mar-01	226	7.78	66
Abr-01	229	6.58	67
May-01	221	5.28	63
Jun-01	222	6.17	65
Jul-01	225	3.78	62
Ago-01	221	5.22	61
Sep-01	227	5.17	64
Oct-01	223	5.44	57
Nov-01	221	5.00	63
Dic-01	231	10.50	67
Ene-02	224	6.38	66
Feb-02	223	6.08	67
Mar-02	228	5.76	63
Abr-02	235	7.67	65
May-02	214	6.91	62
Jun-02	223	5.16	61
Jul-02	221	5.56	64
Ago-02	215	7.36	57
Sep-02	229	7.56	63
Oct-02	239	5.31	67
Nov-02	201	10.42	66
Dic-02	228	8.78	67
Ene-03	224	4.44	63
Feb-03	220	5.61	65
Media	223.92	6.18	63.50

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 4.3

4.3.2.5.6 Ecuaciones del modelo:

Las ecuaciones del modelo se muestran en la tabla 4.4

4.3.2.5.7 Resultados de las corridas del modelo de simulación en “Vensim”.

De acuerdo a los pasos señalados en el capítulo III anterior, se procedió a construir el modelo de simulación en Vensim del sistema de suministros de materiales indirectos de BEISA (ver figura 4.9).

Posteriormente se corrió el modelo y podemos observar el comportamiento de las variables en las gráficas 4.1 a la 4.6 así como en los reporte de resultados 4.1.

4.3.2.5.8 Validación y verificación del modelo:

Verificación: Es el proceso de comprobar si el modelo está correctamente elaborado en la lógica de sus ecuaciones y definición de variables. Afortunadamente, el software “Vensim” tiene la función de señalar si el modelo fue construido correctamente, y de hecho, no presenta corridas, si el modelo está mal construido, por lo que al momento de mostrar los resultados de las corridas, automáticamente hemos comprobado que el modelo está verificado.

Validación: Es el proceso de comprobar si los resultados del modelo de simulación corresponden a la realidad, esto se logra si al alimentar al modelo con datos reales, los resultados de las variables simuladas muestran resultados similares a los históricos.

Podemos concluir que el presente modelo ha sido validado debido a lo siguiente:

De acuerdo a lo expuesto en el capítulo III anterior, seleccionamos el método de validación comparativo entre la media de datos históricos y la media de datos simulados, realizando una prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Se toma como la media del histórico de las ordenes de compra atrasadas como la media poblacional “mp”, la cuál se contrastará contra la media de las ordenes de compra atrasadas simuladas “ms”. Por lo tanto la hipótesis nula H_0 : se enuncia como que “ms” es igual a “mp” con nivel de confianza $\alpha = 95\%$ contra la hipótesis alternativa de que son diferentes.

Se empleará la prueba de hipótesis con el estadístico “t” de student, por que la muestra $n=30$ (ver tabla 4.5):

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ECUACIONES DEL MODELO DE VENSIM

- 1 -1 Carga de trabajo=
Units: **undefined**
Por cada orden de compra abierta se requiere 0.5 días hombre
- 2 -2 FINAL TIME = 100
Units: Month
The final time for the simulation.
- 3 -3 INITIAL TIME = 0
Units: Month
The initial time for the simulation.
- 4 -4 Mala seleccion de proveedor=
PULSE TRAIN(30 , 1 , 30 , 1000)
Units: Dmnl
La mala selección de un proveedor puede retrasar un pedido en promedio hasta 30 días, se representa por una función pulso periódica, debido a que no siempre fallan los proveedores, sino más bien esporadicamente.
- 5 -5 N° Compradores de materiales indirectos=
2
Units: **undefined**
- 6 -6 N° Expeditadores=
1
Units: **undefined**
Los expeditadores son los que le dan seguimiento a la orden de compra, para que el proveedor no se retrase. En muchas ocasiones el expeditador es el mismo comprador
- 7 -7 Nivel de Explotación=
+N° Expeditadores/Carga de trabajo
Units: Dmnl
El nivel de explotación depende del número de expeditadores y la carga de trabajo.
- 8 -8 Numero de OC Atrasadas (OCA)=
Tasa Mensual Incremento OCA-Tasa Mensual Decremento OCA
Units: **undefined**
Son las ordenes de compra que no se alcanzaron a surtir conforme a los esperado por el usuario
- 9 -9 Numero de ordenes de compra Abiertas= INTEG (
""Prom. Mensual Emisión Ordenes de compra""-""Prom. Mensual Cierre OC Abiertas""
0)
Units: **undefined**
Las ordenes de compra abiertas son la diferencia entre el promedio mensual de emisión de ordenes de compra y el promedio de ordenes cumplidas en tiempo
- 10 -10 OC Atrasadas=
Numero de ordenes de compra Abiertas*Tiempo retrasado por OC
Units: **undefined**
- 11 -11 OC Cumplidas=

ECUACIONES DEL MODELO DE VENSIM

- Numero de ordenes de compra Abiertas*Tiempo en OC Cumplidas
- Units: **undefined**
- 12 -12 Problemas de Logistica=
PULSE TRAIN(30 , 1 , 30 , 1000)
Units: Dmnl
Los problemas de logística incrementan en promedio hasta 30 días el tiempo de suministro, pero estos problemas también son esporádicos, y se les representan por medio de una función pulso esporádica.
- 13 -13 Prom. Mensual Cierre OC Abiertas=
OC Cumplidas+162
Units: **undefined**
- 14 -14 Prom. Mensual Emisión Ordenes de compra=
RANDOM UNIFORM(220 , 225 , 0)
Units: **undefined**
- 15 -15 SAVEPER =
TIME STEP
Units: Month [0,?]
The frequency with which output is stored.
- 16 -16 Tasa Mensual Decremento OCA=
OC Cumplidas
Units: **undefined**
- 17 -17 Tasa Mensual Incremento OCA=
OC Atrasadas
Units: **undefined**
- 18 -18 Tiempo en OC Cumplidas= INTEG (
IF THEN ELSE(Tiempo total surtir material<"Tiempo promedio esperado p/ Surtir material"
, Tiempo en OC Cumplidas=1 , Tiempo en OC Cumplidas=0),
0)
Units: Dmnl
- 19 -19 Tiempo promedio Colocacion OC=
6+Carga de trabajo/N° Compradores
Units: Dmnl
El tiempo promedio de colocación de pedidos es de 6 días, pero se puede ver incrementado por la carga de trabajo
- 20 -20 Tiempo promedio esperado p/ Surtir material=
18
Units: Dmnl
El usuario o cliente interno espera a que sea surtido en promedio su material en 18 días
- 21 -21 Tiempo promedio Proveedorp/ surtir material=
RANDOM NORMAL(1 , 30 , 13 , 7 , 0)+Mala seleccion de proveedor+Problemas de Logistica
Units: días
El tiempo promedio de un proveedor para surtir materiales es de 6 días, pero se puede ver incrementado por una mala selección de proveedores, por problemas de logística, sin embargo se puede reducir si el nivel de expedición es bueno.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ECUACIONES DEL MODELO DE VENSIM

- 22 Tiempo retrasado por OC= INTEG (IF THEN ELSE(Tiempo total surtir material>"Tiempo promedio esperado p/ Surtir material" , Tiempo retrasado por OC=1 , Tiempo retrasado por OC=0) , 0)
Units: Dmnl
- 23 Tiempo total surtir material= Tiempo promedio Colocacion OC+"Tiempo promedio Proveedorp/ surtir material"
Units: dias
- 24 TIME STEP = 1
Units: Month [0,?]
The time step for the simulation.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DIAGRAMA DE SIMULACION EN VENSIM

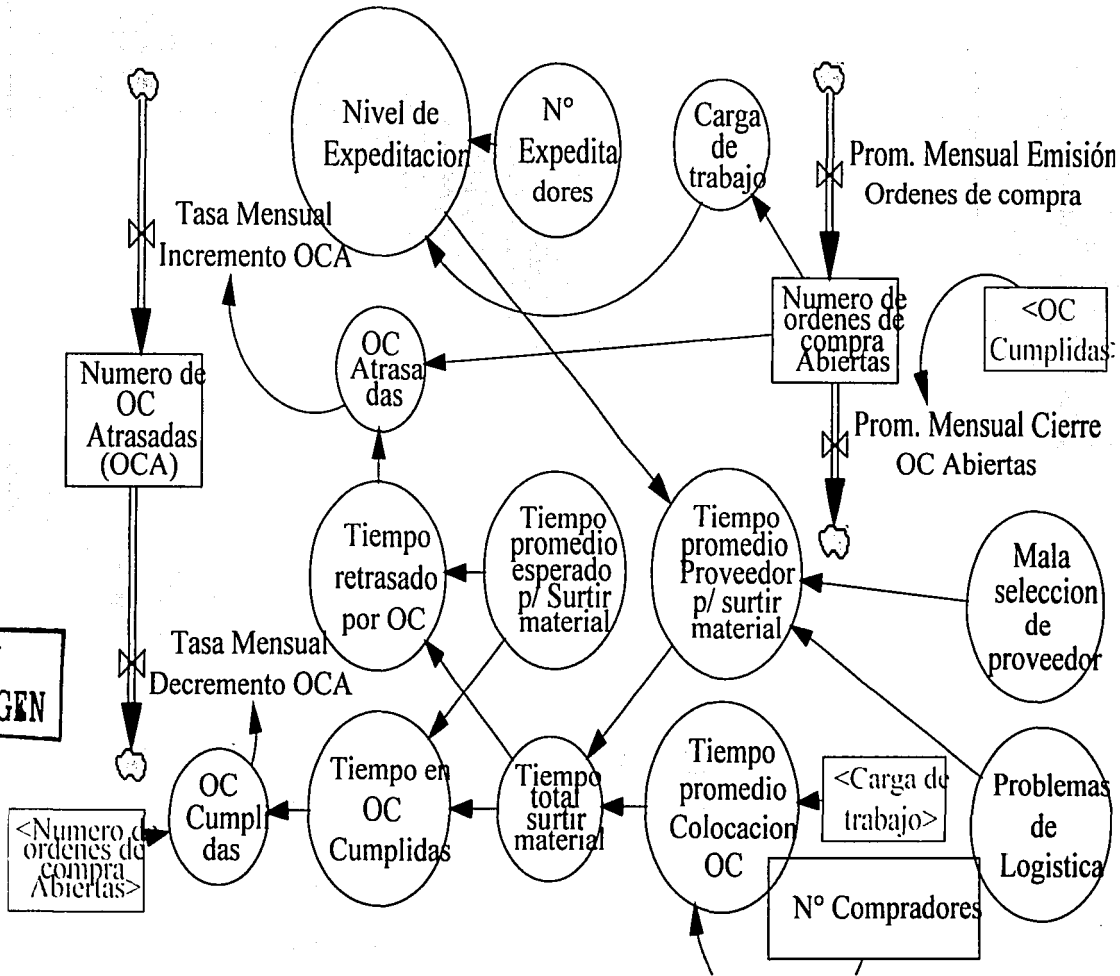
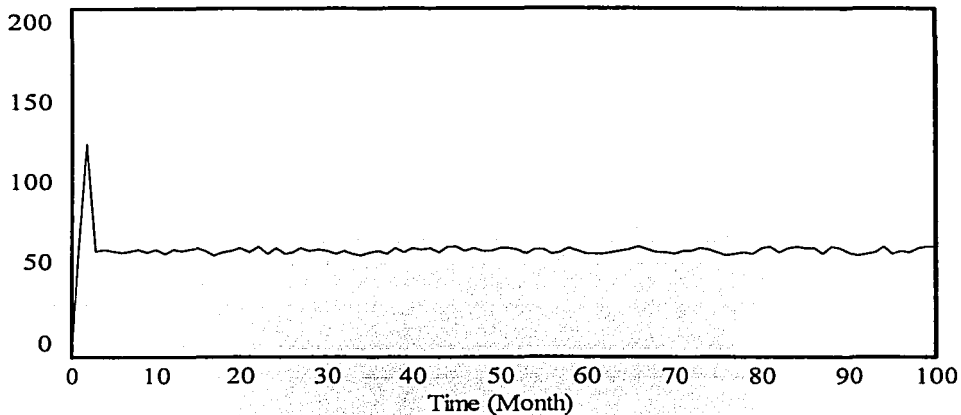


Figura 4.9

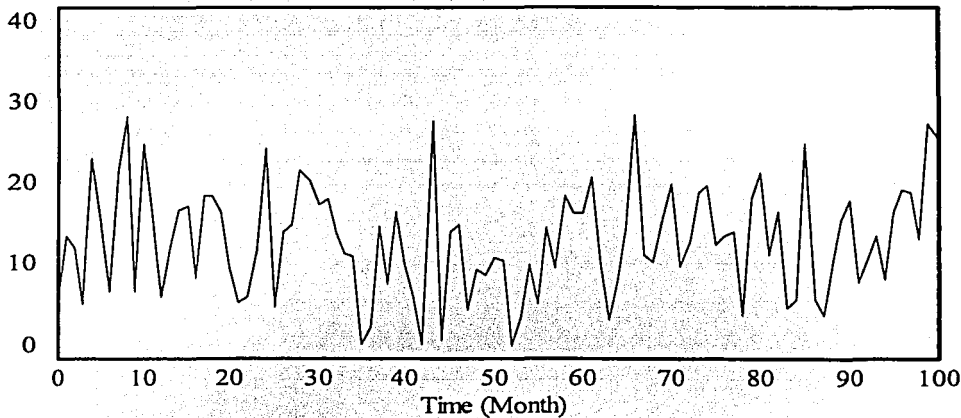
Numero de OC Atrasadas (OCA)



"Numero de OC Atrasadas (OCA)" : Corrida final

GRAFICA 4.1

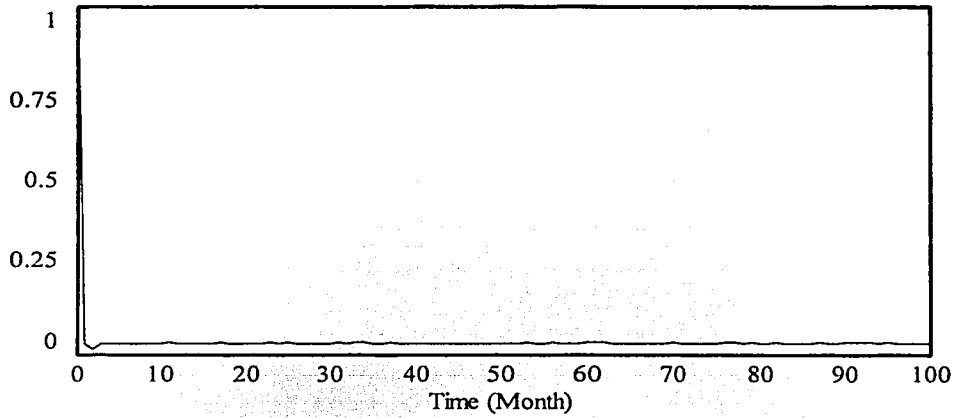
Tiempo promedio Proveedor/ surtir material



"Tiempo promedio Proveedor/ surtir material" : Corrida final dias

GRAFICA 4.2

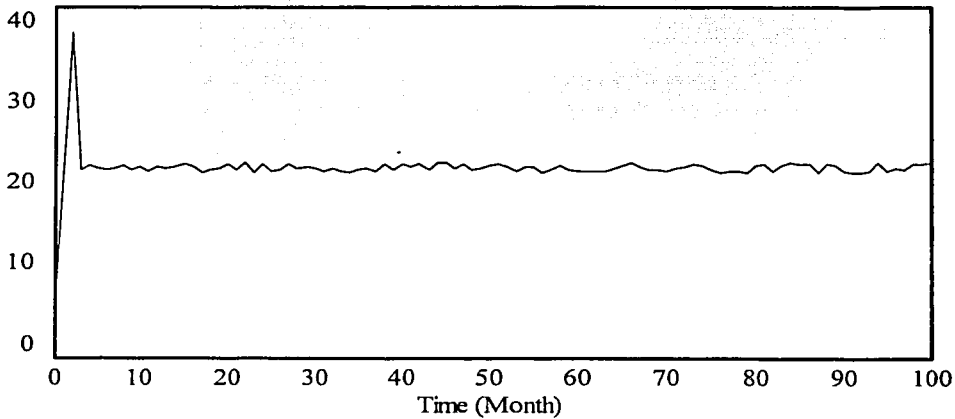
Nivel de Expeditacion



Nivel de Expeditacion : Corrida final ————— Dmnl

GRAFICA 4.3

Tiempo promedio Colocacion OC

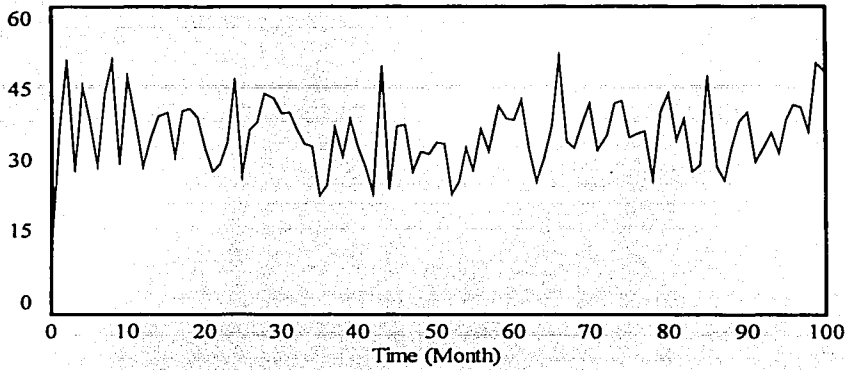


Tiempo promedio Colocacion OC : Corrida final ————— Dmnl

GRAFICA 4.4

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

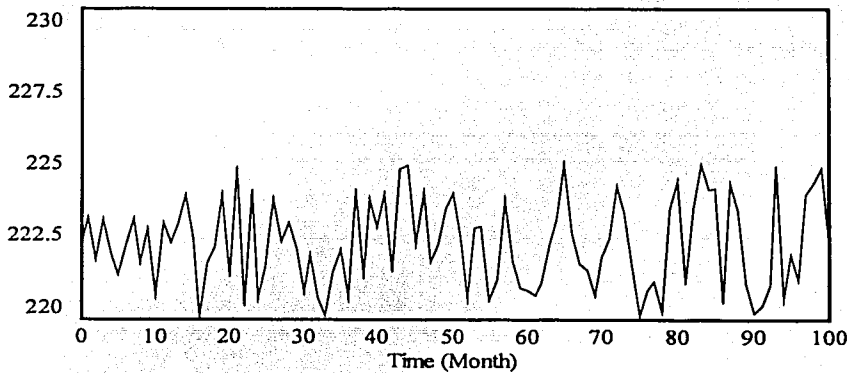
Tiempo total surtir material



Tiempo total surtir material : Corrida final _____ dias

GRAFICA 4.5

Prom. Mensual Emisión Ordenes de compra



"Prom. Mensual Emisión Ordenes de compra" : Corrida final _____

GRAFICA 4.6

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

REPORTE DE RESULTADOS 4.1 DE VARIABLES SIMULADAS DE VENSIM

Time (Month)	"Numero de OC Atrasadas (OCA)"	"Tiempo promedio Proveedor p/ surtir material" (Días)	Nivel de Expeditacion	Tiempo promedio Colocacion OC (Días)	Tiempo total surtir material	"Promedio mensual emisión de ordenes de compra"
0	0	6.77550411	1	6.33333349	13.1088371	222.463898
1	60.46389771	13.7808399	0.032018494	16.4106483	30.1914883	223.25528
2	121.7191772	12.5600014	0.016165642	26.6198635	39.179863	221.886856
3	59.88685608	6.13813829	0.032317039	16.314476	22.4526138	223.233185
4	61.23318481	22.6399593	0.031628963	16.5388641	39.1788254	222.152618
5	60.15261841	15.9016809	0.032178853	16.3587685	32.2604485	221.406265
6	59.40626526	7.61979008	0.032569967	16.2343788	23.8541679	222.36116
7	60.36116028	21.3425179	0.032071244	16.393528	37.7360458	223.225693
8	61.22569275	27.403595	0.03163271	16.5376167	43.9412117	221.782761
9	59.78276062	7.63425636	0.032371491	16.2971268	23.9313831	222.876831
10	60.87683105	24.3532982	0.03180822	16.4794731	40.8327713	220.762436
11	58.76243591	16.6650238	0.032915074	16.1270714	32.7920952	223.087845
12	61.08784485	6.95257187	0.031701829	16.5146408	23.4672127	222.435349
13	60.43534851	12.5081196	0.032033134	16.4058914	28.914011	223.062805
14	61.06280518	16.7558289	0.031714417	16.5104675	33.2662964	223.976334
15	61.97633362	17.2787857	0.03126156	16.6627235	33.9415092	222.550018
16	60.55001831	9.09249592	0.031974413	16.4250031	25.517498	220.017792
17	58.01779175	18.3637009	0.033323452	16.002964	34.3666649	221.762756
18	59.76275635	18.5034523	0.032381974	16.2937927	34.797245	222.335251
19	60.33525085	16.7173958	0.032084573	16.3892097	33.1066055	224.010132
20	62.01013184	10.2955809	0.031245053	16.668354	26.9639359	221.341614
21	59.34161377	6.24550629	0.032604292	16.2236023	22.4691086	224.909088
22	62.90908813	6.91894627	0.030812327	16.8181801	23.7371254	220.38649
23	58.38648987	12.2033691	0.033119991	16.064415	28.2677841	224.159485
24	62.15948486	23.816515	0.03117232	16.6932487	40.5097656	220.629059
25	58.62905884	5.8661952	0.032987483	16.1048431	21.9710388	221.707397
26	59.70739746	14.2838926	0.032411024	16.284565	30.5684586	223.859848
27	61.85984802	15.199646	0.031318583	16.6433067	31.8429527	222.469971
28	60.4699707	21.4135666	0.032015383	16.4116631	37.8252296	223.109253
29	61.10925293	20.1682034	0.031691074	16.5182076	36.686409	222.25882
30	60.25881958	17.4582939	0.032123964	16.3764687	33.8347626	220.85434
MEDIA	62.46467285	14.8693722	0.031521818	16.7441121	31.6134843	222.395558

TESIS CON
FALSA DE COPIA EN

ESTADO DE CALIFORNIA
DE LA BIBLIOTECA

4.3.2.5.9 Análisis de sensibilidad:

Este análisis también se realizó con la ayuda de Vensim, utilizando el modulo en el menú "Start Synthesim" el cual permite mover el valor de las variables con el "mouse" de la computadora, y de esta manera identificar de manera fácil que variable es la que afecta en mayor medida a la de "Número de ordenes de OC atrasadas OCA".

Se movieron todos los valores de las variables paramétricas y se concluyó que la variable mas sensible que afecta el número de ordenes de compra atrasadas es la de "tiempo promedio esperado para surtir el material" (es la expectativa que tiene el usuario o solicitante para que sea surtido el material desde que se genera la requisición de compra hasta que cuando deba llegar al almacén), y en segundo lugar tenemos a la variable que corresponde al número de compradores de **materiales indirectos**. El sistema también es muy sensible a la variable del promedio mensual de generación de ordenes de compra, sin embargo esta variable no la podemos tomar en cuenta, ya que en el plano de la realidad el Departamento de Compras no la puede modificar, debido a que depende del número de solicitudes o requisiciones de compra generadas por el Departamento de Mantenimiento.

Por lo tanto estas dos variables son las que tendremos que enfocarnos para determinar una solución que resuelva el problema de suministros de materiales indirectos de BEISA. Nuevamente se reúnen a los Stakeholders para elaborar propuestas que ayuden a modificar las dos variables que ocasionan mayor sensibilidad hacia el sistema mencionadas anteriormente, para encontrar soluciones. De la junta de Stakeholders se definieron las siguientes posibles soluciones:

Alternativa 1: Ampliar el tiempo requerido por mantenimiento para surtir el material, es decir, pedir con mayor anticipación los materiales indirectos

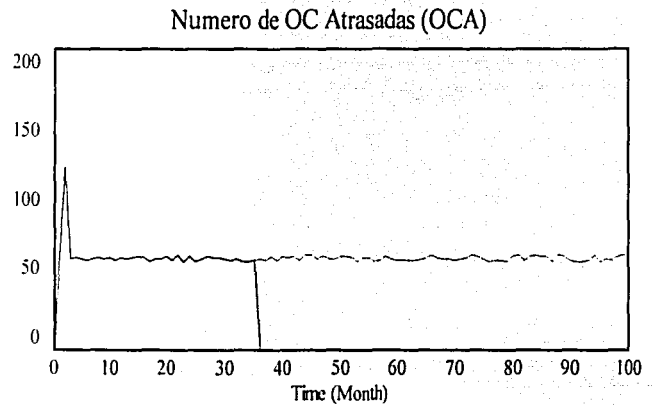
Alternativa 2: Contratar otro comprador de materiales indirectos, para que le de mayor seguimiento las ordenes de compra, y con ello, mejorar la variable de el nivel de expedición.

Se volvió a correr el modelo de "Vensim", pero ahora cambiando la variable paramétrica del tiempo requerido por Mantenimiento para surtir el material de 18 a 23 días. Cuyos resultados los podemos ver en el reporte de resultados 4.2 y gráfica 4.7, observando como se **eliminan** las ordenes de compra atrasadas a partir del mes 36 (cabe mencionar que los meses del 1 al 30 corresponden al pasado que también fue simulado, y a partir del mes 31 es el "futuro" simulado. **El mes 30 correspondió a Febrero del 2003 que es la fecha cuando se hizo el análisis**, y el mes 36 correspondería a Agosto del 2003 en el futuro simulado que sería el mes donde ya no habria ordenes de compra atrasadas, de acuerdo al pronóstico del modelo de simulación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**REPORTE DE RESULTADOS 4.2, MODIFICANDO LA VARIABLE PARAMETRICA DEL TIEMPO REQUERIDO
POR MANTENIMIENTO PARA SURTIR EL MATERIAL DE 18 A 23 DIAS**

Time (Month)	"Numero de OC Atrasadas (OCA)" Runs:	"Numero de OC Atrasadas (OCA)"	
0	Corrida final	0	0
1	C:\Vicente\Maestria\Simulacion Digital\Corrida final	60.4638977	60.4638977
2		121.719177	121.719177
3		59.8868561	59.8868561
4		61.2331848	61.2331848
5		60.1526184	60.1526184
6		59.4062653	59.4062653
7		60.3611603	60.3611603
8		61.2256927	61.2256927
9		59.7827606	59.7827606
10		60.8768311	60.8768311
11		58.7624359	58.7624359
12		61.0878448	61.0878448
13		60.4353485	60.4353485
14		61.0628052	61.0628052
15		61.9763336	61.9763336
16		60.5500183	60.5500183
17		58.0177917	58.0177917
18		59.7627563	59.7627563
19		60.3352509	60.3352509
20		62.0101318	62.0101318
21		59.3416138	59.3416138
22		62.9090881	62.9090881
23		58.3864899	58.3864899
24		62.1594849	62.1594849
25		58.6290588	58.6290588
26		59.7073975	59.7073975
27		61.859848	61.859848
28		60.4699707	60.4699707
29		61.1092529	61.1092529
30		60.2588196	60.2588196
31		58.8543396	58.8543396
32		60.0615082	60.0615082
33		58.659668	58.659668
34		58.0948792	58.0948792
35		59.4850006	59.4850006
36		0	60.2379913
37		0	58.6802216
38		0	62.187912



"Numero de OC Atrasadas (OCA)": Corrida final _____
 "Numero de OC Atrasadas (OCA)": C:\Vicente\Maestria\Simulacion Digital\Corrida final _____

GRAFICA 4.7

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**REPORTE DE RESULTADOS 4.2, MODIFICANDO LA VARIABLE PARAMETRICA DEL TIEMPO REQUERIDO
POR MANTENIMIENTO PARA SURTIR EL MATERIAL DE 18 A 23 DIAS**

Time (Month)	"Numero de OC Atrasadas (OCA)" Runs:	"Numero de OC Atrasadas (OCA)"	
39		0	59.3078613
40		0	61.8847961
41		0	60.9184723
42		0	62.0519867
43		0	59.4850616
44		0	62.8097687
45		0	62.957016
46		0	60.3857574
47		0	62.062088
48		0	59.8371887
49		0	60.4089813
50		0	61.5649261
51		0	62.0215302
52		0	60.6587677
53		0	58.6229095
54		0	60.9131165
55		0	60.958725
56		0	58.5749969
57		0	59.2358398
58		0	61.8422241
59		0	59.8479462
60		0	58.9885254
61		0	58.9188538
62		0	58.7742615
63		0	59.1631775
64		0	60.3557739
65		0	61.2011719
66		0	62.9722137
67		0	60.7858124
68		0	59.7735901
69		0	59.5819702
70		0	58.7498169
71		0	59.9748993
72		0	60.6139221
73		0	62.269928
74		0	61.4242859
75		0	59.7179413
76		0	58.0904236
77		0	58.9107819
78		0	59.221405
79		0	58.2167664
80		0	61.5359039
81		0	62.4407196

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**REPORTE DE RESULTADOS 4.2, MODIFICANDO LA VARIABLE PARAMETRICA DEL TIEMPO REQUERIDO
POR MANTENIMIENTO PARA SURTIR EL MATERIAL DE 18 A 23 DIAS**

Time (Month)	"Numero de OC Atrasadas (OCA)" Runs:	"Numero de OC Atrasadas (OCA)"	
82		0	59.1395264
83		0	61.5860748
84		0	62.9593048
85		0	62.166748
86		0	62.200531
87		0	58.5090027
88		0	62.368042
89		0	61.4893646
90		0	59.1209412
91		0	58.1708221
92		0	58.4165344
93		0	59.0791626
94		0	62.9200134
95		0	58.6245575
96		0	60.0721741
97		0	59.266983
98		0	61.9759979
99		0	62.3725739
100		0	62.8525848

**TESIS CON
FALLA DE CALLEN**

Posteriormente se hizo otra corrida del modelo "Vensim", regresando el tiempo requerido por Mantenimiento para surtir el material a 18 días, pero incrementando el número de compradores de materiales indirectos a tres (3), agregando uno más. El resultado de las corridas con éste cambio lo podemos observar en el reporte de resultados 4.3 y gráfica 4.8, donde también podemos concluir que se **eliminan** totalmente las ordenes de compra atrasadas, además de que éstas se eliminan desde el mes número 35 correspondiente al "futuro" simulado, es decir de Julio del 2003.

Por lo tanto las dos alternativas demuestran en el modelo de simulación que elimina ordenes de compra atrasadas, por lo que procede su análisis para ver cuál de las dos alternativas tomar.

4.3.2.6 Análisis de Decisiones con el método de "Kepner & Tregoe":

Se utilizó el método expuesto en el capítulo III de Kepner & Tregoe para tomar la decisión de cuál solución tomar, entre las diferentes arrojadas por el análisis de sensibilidad al momento de correr el modelo de simulación de suministros de materiales indirectos de BEISA en "Vensim".

Los resultados de aplicar dicho método se muestran en la figura 4.10, la cuál arroja que la mejor solución es la de seleccionar la alternativa (1) de ampliar el tiempo requerido por mantenimiento para surtir el material de 18a 23 días, es decir, solicitar los materiales indirectos con mayor anticipación (cinco días mas).

Por lo tanto esta es nuestra hipótesis de solución al problema de suministros de materiales indirectos en el estudio de caso de BEISA.

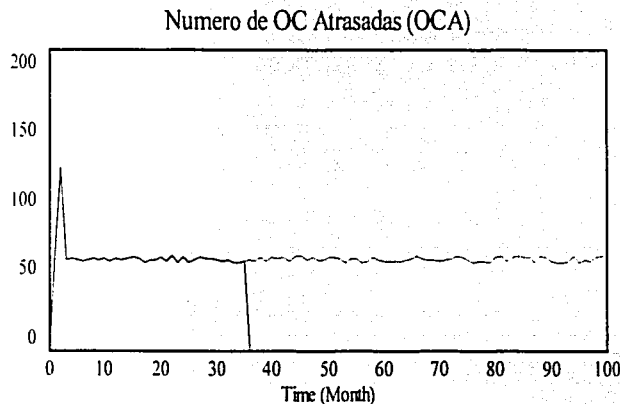
4.3.2.7 Modelo conceptual del "deber ser":

Se observa en la figura 4.11 el modelo conceptual del "deber ser". Cabe señalar que para éste caso el modelo conceptual del "deber ser" es igual gráficamente al Diagrama de flujo actual del proceso del departamento de Compras, ya que la solución no incorpora un ente nuevo o proceso nuevo, sino únicamente solicita cambiar un parámetro.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

REPORTE DE RESULTADOS 4.3, MODIFICANDO LA VARIABLE PARAMETRICA DEL TIEMPO REQUERIDO POR MANTENIMIENTO PARA SURTIR EL MATERIAL DE 18 A 23 DIAS

Time (Month)	"Numero de OC Atrasadas (OCA)" Runs:	"Numero de OC Atrasadas (OCA)"	
0	Corrida final	0	0
1	C:\Vicente\Maestria\Simulacion Digital\Corrida final	60.4638977	60.4638977
2		121.719177	121.719177
3		59.8868561	59.8868561
4		61.2331848	61.2331848
5		60.1526184	60.1526184
6		59.4062653	59.4062653
7		60.3611603	60.3611603
8		61.2256927	61.2256927
9		59.7827606	59.7827606
10		60.8768311	60.8768311
11		58.7624359	58.7624359
12		61.0878448	61.0878448
13		60.4353485	60.4353485
14		61.0628052	61.0628052
15		61.9763336	61.9763336
16		60.5500183	60.5500183
17		58.0177917	58.0177917
18		59.7627563	59.7627563
19		60.3352509	60.3352509
20		62.0101318	62.0101318
21		59.3416138	59.3416138
22		62.9090881	62.9090881
23		58.3864899	58.3864899
24		62.1594849	62.1594849
25		58.6290588	58.6290588
26		59.7073975	59.7073975
27		61.859848	61.859848
28		60.4699707	60.4699707
29		61.1092529	61.1092529
30		60.2588196	60.2588196
31		58.8543396	58.8543396
32		60.0615082	60.0615082
33		58.659668	58.659668
34		58.0948792	58.0948792
35		59.4850006	59.4850006
36		0	60.2379913



"Numero de OC Atrasadas (OCA)": Corrida final _____
 "Numero de OC Atrasadas (OCA)": C:\Vicente\Maestria\Simulacion Digital\Corrida final _____

GRAFICA 4.8

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**REPORTE DE RESULTADOS 4.3, MODIFICANDO LA VARIABLE PARAMETRICA DEL TIEMPO REQUERIDO
POR MANTENIMIENTO PARA SURTIR EL MATERIAL DE 18 A 23 DIAS**

Time (Month)	"Numero de OC Atrasadas (OCA)" Runs:	"Numero de OC Atrasadas (OCA)"	
37		0	58.6802216
38		0	62.187912
39		0	59.3078613
40		0	61.8847961
41		0	60.9184723
42		0	62.0519867
43		0	59.4850616
44		0	62.8097687
45		0	62.957016
46		0	60.3857574
47		0	62.062088
48		0	59.8371887
49		0	60.4089813
50		0	61.5649261
51		0	62.0215302
52		0	60.6587677
53		0	58.6229095
54		0	60.9131165
55		0	60.958725
56		0	58.5749969
57		0	59.2358398
58		0	61.8422241
59		0	59.8479462
60		0	58.9885254
61		0	58.9188538
62		0	58.7742615
63		0	59.1631775
64		0	60.3557739
65		0	61.2011719
66		0	62.9722137
67		0	60.7858124
68		0	59.7735901
69		0	59.5819702
70		0	58.7498169
71		0	59.9748993
72		0	60.6139221
73		0	62.269928
74		0	61.4242859
75		0	59.7179413
76		0	58.0904236
77		0	58.9107819
78		0	59.221405

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**REPORTE DE RESULTADOS 4.3, MODIFICANDO LA VARIABLE PARAMETRICA DEL TIEMPO REQUERIDO
POR MANTENIMIENTO PARA SURTIR EL MATERIAL DE 18 A 23 DIAS**

Time (Month)	"Numero de OC Atrasadas (OCA)" Runs:	"Numero de OC Atrasadas (OCA)"	
79		0	58.2167664
80		0	61.5359039
81		0	62.4407196
82		0	59.1395264
83		0	61.5860748
84		0	62.9593048
85		0	62.166748
86		0	62.200531
87		0	58.5090027
88		0	62.368042
89		0	61.4893646
90		0	59.1209412
91		0	58.1708221
92		0	58.4165344
93		0	59.0791626
94		0	62.9200134
95		0	58.6245575
96		0	60.0721741
97		0	59.266983
98		0	61.9759979
99		0	62.3725739
100		0	62.8525848

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Análisis de Decisión

Aclarar el Propósito

Enunciar la decisión

¿Cuál es el propósito de la decisión? ¿Cuál es el nivel de decisión apropiado? Incluir una palabra que implique seleccionar un resultado y 1 a 2 modificadores importantes.
 Seleccionar entre la alternativa (1) y (2) para solucionar parcialmente el problema de suministros de materiales indirectos de BEISA

Desarrollar Objetivos

¿Qué resultados buscamos a corto y a largo plazo?
 ¿Qué recursos debemos utilizar o ahorrar?
 ¿Qué restricciones influirán en la decisión?
 ¿Qué objetivos necesitan aclararse haciéndolos más específicos?

Clasificar objetivos

Si el objetivo es manuable y medible y realista, márcalo como obligatorio

Dar Peso a los deseos

Establezca la importancia relativa asignando un peso

Evaluar Alternativas

Generar Alternativas

¿Cuáles son las diferentes opciones disponibles?

Eliminar a través de Obligatorios/Comparar contra deseos

¿Cómo esta alternativa satisface este objetivo?

Desempeño

Obligatorios - Elimine la alternativa que no cumple con cualquier Objetivo Obligatorio

Deseado - Califique en forma relativa cada objetivo deseado. Refleje esa calificación con base en el peso de los Objetivos Deseados

Objetivos	Desempeño	Calificación	alternativa 1	Desempeño	Calificación	alternativa 2
Resuelve parcialmente el problema de los suministros de materiales indirectos en	Obligatorio	CUMPLE	Ampliar el tiempo requerido por Mantenimiento	CUMPLE		Contratar a otro comprador / expedidor
Cumple no rebasando el presupuesto de BEISA	10	10	No ocasiona ningun costo adicional	1	10	No hay presupuesto previsto para contratar a otro comprador, se tendría que tomar dinero de otros presupuestos.
Se puede implantar en menos de 1 mes	8	6	Estaría en el límite de 1 mes, ya que se requiere cambiar la mentalidad de los que generan las requisiciones con mayor anticipación	10	80	Es de rápida implantación, incluso de 10 días.
Ofrece poca resistencia del personal para su implantación.	6	0	Se prevé que el personal de mantenimiento ofrezca una resistencia alta para implantar la solución.	8	48	Muy poca resistencia al cambio, e incluso se vería con mucho agrado por parte de varios Stakeholders
CALIFICACION TOTAL						
			148		138	
			MAYOR DESEMPEÑO			
			ALTERNATIVA 1			

PROBLEMAS POTENCIALES AL IMPLANTAR LAS ALTERNATIVAS

Alternativa de mayor desempeño ALTERNATIVA (1)	Probabilidad	Gravedad	Segunda alternativa de mayor desempeño ALTERNATIVA (2)	Probabilidad	Gravedad
Si Implanto la alternativa (1) Entonces	Alta	Existiría mayor presión a los compradores por cumplir el tiempo de entrega	Si Implanto la alternativa (2) y el comprador contratado no fuera eficaz Entonces	Alta	Alta
		Media	habría posible recriminación por gastos ejercidos que no fueron productivos		

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



MODELO CONCEPTUAL DEL "DEBER SER"

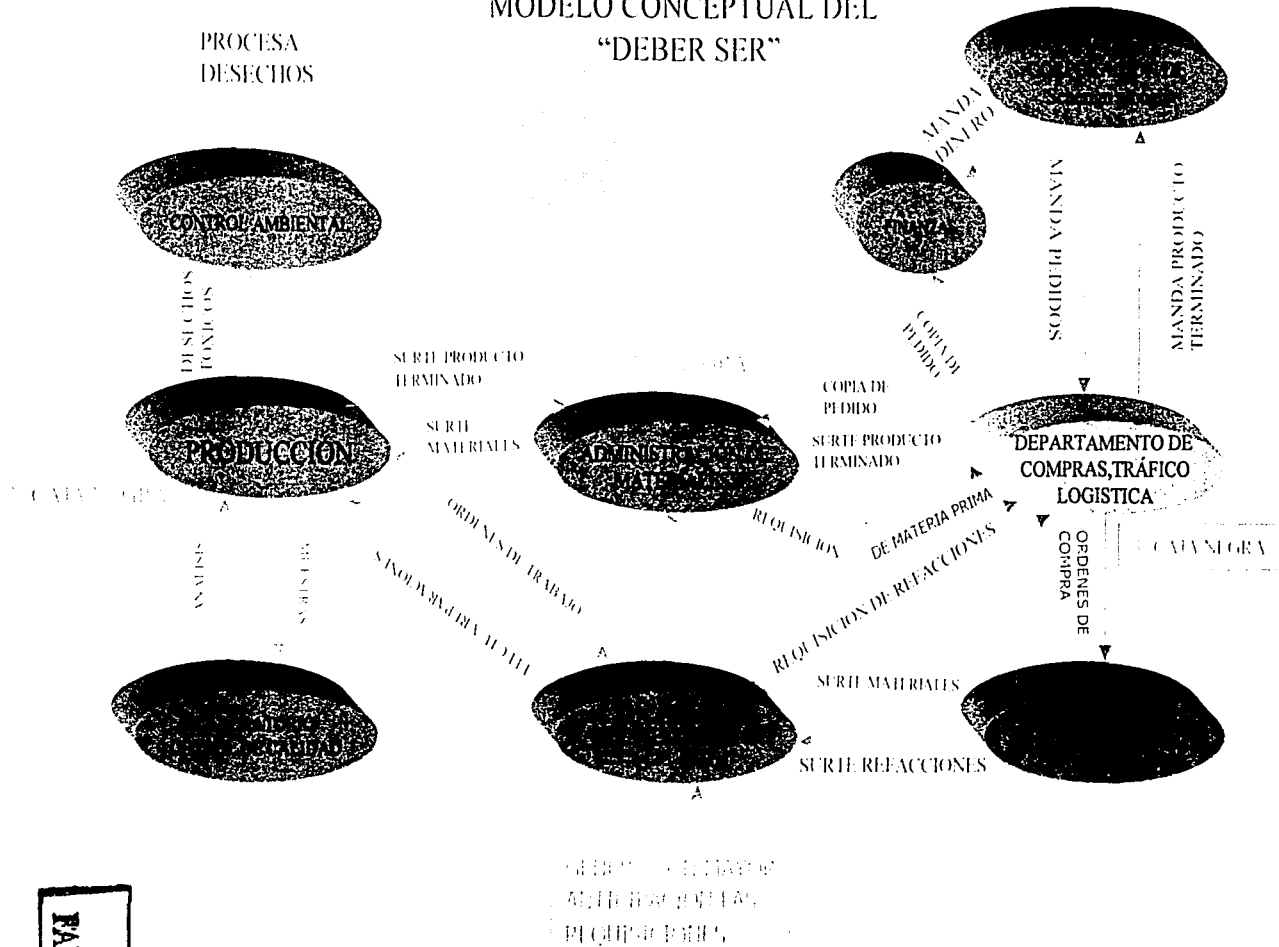


FIGURA 4.11

TESIS CON
PALLA DE ORIGEN

4.4 Implantación de la solución propuesta por el modelo:

Para nuestro estudio de caso, el modelo arrojó una solución fácil de implantar, pero cabe señalar, que para otros casos, el modelo puede arrojar otras soluciones.

Por otro lado es importante mencionar que una de las utilidades que otorga el modelo, es un pensamiento estructurado que nos ayude a vender más fácil las soluciones propuestas a la Dirección de la empresa, otorgando análisis y soportes que ayuden a la toma de decisiones.

De esta manera lo que se debe hacer es solicitar con el apoyo de la Dirección General, que el Departamento de Mantenimiento genere las requisiciones de compra de materiales indirectos con 23 días de anticipación en lugar de 18.

4.4.1 Eficacia de la solución propuesta:

Para ver la eficacia de la solución propuesta, es necesario establecer parámetros que nos indiquen si el sistema de suministros esta mejorando o empeorando. En éste caso, el parámetro a observar es el de número de ordenes de compra atrasadas por mes.

A partir de los datos históricos de las ordenes de compra atrasadas mostrados en la tabla 4.3, se realizó un pronóstico de las mismas para los siguientes meses, mostrando que la tendencia es a mantenerse igual en un promedio de 64 ordenes de compra atrasadas (ver tabla 4.5 y grafica 4.10 .

Es decir, si no se implanta ninguna solución, el problema no se eliminaría por si sólo y se estabilizaría en 64 ordenes de compra atrasadas. A partir de dicho número de 64 ordenes atrasadas se establece un límite superior, y una vez implantada la solución que es la de incrementar el tiempo requerido por mantenimiento para que se surta el material de 18 a 23 días, dicho número debe de bajar hasta reducirse hasta prácticamente "cero". Por lo tanto se concluiría que la solución fue **eficiente** si las ordenes de compra se reducen a niveles cercanos a "cero". Además es eficiente, por que reporta beneficios sin tener que realizar inversión alguna en recursos monetarios o recursos humanos.

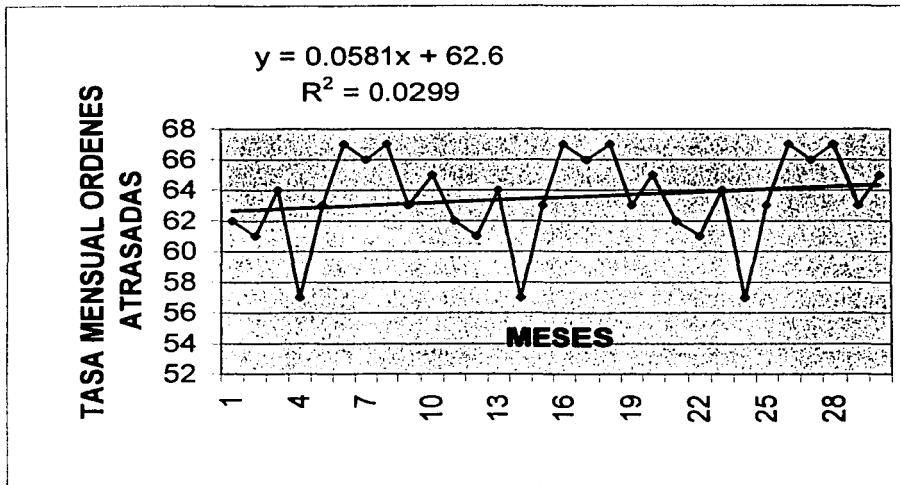
4.4.2 Sistema de monitoreo y control de la solución:

Una vez implantada la alternativa (1), se deberá llevar mes a mes el registro de ordenes de compra atrasadas, para monitorear el avance de nuestra propuesta.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 4.3 HISTORICO DE ORDENES ATRASADAS

MES	ORDENES DE COMPRA ATRASADAS
Sep-00	62
Oct-00	61
Nov-00	64
Dic-00	57
Ene-01	63
Feb-01	67
Mar-01	66
Abr-01	67
May-01	63
Jun-01	65
Jul-01	62
Ago-01	61
Sep-01	64
Oct-01	57
Nov-01	63
Dic-01	67
Ene-02	66
Feb-02	67
Mar-02	63
Abr-02	65
May-02	62
Jun-02	61
Jul-02	64
Ago-02	57
Sep-02	63
Oct-02	67
Nov-02	66
Dic-02	67
Ene-03	63
Feb-03	65
Media	63.60



GRAFICA 4.9

GRAFICA 4.13 se muestra una tendencia ciclica si no implantamos la solución

UTILIZANDO REGRESION LINEAL CON EXCEL

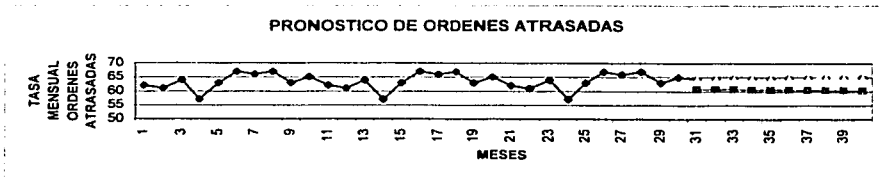
$y = 0.0581x + 62.6$
 $R^2 = 0.0299$

Dado que la R^2 es muy baja, nos conviene utilizar mejor promedios móviles

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TABLA 4.5 PROYECCION DE ORDENES DE COMPRA ATRASADAS

ITEM	MES	HISTÓRICO	PRONOSTICO	
		ORDENES DE COMPRA ATRASADAS	REGRESION LINEAL	PROMEDIOS MOVILES
1	Sep-00	62		
2	Oct-00	61		
3	Nov-00	64		
4	Dic-00	57		
5	Ene-01	63		
6	Feb-01	67		
7	Mar-01	66		
8	Abr-01	67		
9	May-01	63		
10	Jun-01	65		
11	Jul-01	62		
12	Ago-01	61		
13	Sep-01	64		
14	Oct-01	57		
15	Nov-01	63		
16	Dic-01	67		
17	Ene-02	66		
18	Feb-02	67		
19	Mar-02	63		
20	Abr-02	65		
21	May-02	62		
22	Jun-02	61		
23	Jul-02	64		
24	Ago-02	57		
25	Sep-02	63		
26	Oct-02	67		
27	Nov-02	66		
28	Dic-02	67		
29	Ene-03	63		
30	Feb-03	65		
31	Mar-03	64.40	60.80	64.40
32	Abr-03	64.46	60.74	64.46
33	May-03	64.52	60.68	64.52
34	Jun-03	64.57	60.62	64.57
35	Jul-03	64.63	60.57	64.63
36	Ago-03	64.69	60.51	64.69
37	Sep-03	64.75	60.45	64.75
38	Oct-03	64.81	60.39	64.81
39	Nov-03	64.86	60.33	64.86
40	Dic-03	64.92	60.28	64.92
MEDIA		63.78	60.54	64.66
DESV STD		2.60	0.18	0.18



GRAFICA 4.10

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Dado que en un sistema de suministros existen varios factores que hacen muy aleatorio su desempeño, se recomienda observar el sistema durante por lo menos un (1) año para determinar su efectividad y haya llegado a una estabilidad favorable con un número cercano a las “cero” ordenes de compra atrasadas.

La solución fue implantada en Marzo del 2003, solicitando a la Gerencia de Mantenimiento que se generaran con mayor anticipación las solicitudes de compra de materiales indirectos, cambiando el parámetro de 18 a 23 días, a lo cual accedieron al mostrarles los resultados del modelo de simulación. Así mismo de acuerdo al pronóstico del modelo de simulación, las ordenes de compra atrasadas deberían llegar a “cero” durante el mes 36, es decir Agosto del 2003.

4.4.3 Procedimientos y reorganización del trabajo:

Para nuestro caso la solución no afecta ningún procedimiento, pero si debe haber reorganización en el trabajo, por parte de la Gerencia de Mantenimiento, para establecer sus puntos de re-orden a 23 días, en lugar de 18 días.

Sin embargo para que el Departamento de Mantenimiento pueda solicitar las requisiciones de compra con mayor anticipación, es recomendable sistematizar sus puntos de re-orden vigilando con un software sus niveles mínimos de inventario de materiales indirectos.

Para lograr lo anterior el Gerente de Mantenimiento solicitó al Departamento de Sistemas que comprará el modulo de generación de requisiciones de compras del software Proteus, que es un software especializado para aplicaciones de mantenimiento. Hasta ese momento BEISA sólo utilizaba los módulos de control de ordenes de trabajo de mantenimiento del sistema Proteus, pero el software cuenta con un modulo de control de requisiciones de compra, que permite la generación de manera automática de las requisiciones de compra y el control de inventarios. La razón por la que no se había comprado este modulo del software era por que no existía una justificación para la inversión del mismo. Sin embargo el análisis realizado en la presente tesis proporcionó la justificación de la compra de este modulo del software Proteus, mostrando el impacto que tiene el no generar con mas tiempo las requisiciones de compra de materiales indirectos.

Al momento de desarrollar la presente tesis, se programó la compra de este modulo para el cuarto trimestre del 2003, y su aplicación será inmediata, sin embargo se acordó con la Gerencia de Mantenimiento, que al menos “manualmente” se generará con mayor anticipación las requisiciones de compra de materiales indirectos a partir de marzo del 2003.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.5 Conclusiones del capítulo:

Se concluye que el modelo presentado en el capítulo III nos permitió encontrar una solución al problema particular de suministros de materiales indirectos de BEISA, llegando a dicha solución, con un pensamiento sistémico, que proporciona una metodología estructurada y ordenada para encontrar soluciones a problemas.

En lo que se refiere al análisis de la efectividad de la solución, en la tabla 4.6 y gráfica 4.11 se puede observar que si se han disminuido los ordenes de compra atrasadas hasta llegar a una media de 22 ordenes atrasadas por mes, lo que representa una efectividad hasta el momento del 65% con respecto a la meta de “cero” ordenes de compra atrasadas.

Lo anterior se debe a que la Gerencia de Mantenimiento aún genera las requisiciones de compra de manera manual, por lo que en muchas ocasiones no se solicitan con un mínimo de 23 días, lo que ocasione que se surtan con “retraso”, sin embargo se espera que con la compra del modulo de control de requisiciones de Proteus para el cuarto trimestre del 2003, se logre que el Departamento de Mantenimiento genere las requisiciones de compra con un mínimo de 23 días.

Otra conclusión importante es que la presente tesis presento las bases de la justificación de la compra del modulo de control de requisiciones de Proteus.

Análisis costo – beneficio:

Por un lado el modulo de control de requisiciones del software Proteus tiene un costo de adquisición de US \$60,000 dólares, con un costo de mantenimiento anual y actualizaciones de US \$1,500 dólares anuales. Por otro lado es difícil calcular el beneficio que reportaria la eliminación de ordenes de compra atrasadas, ya que depende mucho del material indirecto que no llegue a tiempo, y si éste pueda ocasionar el paro de la producción, sin embargo podemos considerar que en caso de que se llegue a retrasar un material indirecto que ocasione el paro de producción, BEISA dejaria de facturar US \$720,000 por cada dos semanas de paro de producción (éste importe se obtiene del valor de una factura de uno de los productos principales que se embarca cada dos semanas a Puerto Rico). Cabe señalar que BEISA es una planta que trabaja los 365 días del año, las 24 horas al día.

El hecho que BEISA deje de ingresar US \$720,000 aunque sea por un periodo de dos semanas implica en poner en riesgo el pago a proveedores y acreedores, por lo que *si se* justifica el hecho de realizar la inversión de los US \$60,000 dólares. Además por otro lado el hecho de retrasarse en la entrega de producto final, provoca un impacto en el costo del cliente, y por consiguiente la determinación de que el cliente (aunque sea BEISA parte de Schering Plough), tome la determinación de cerrar la planta.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Con esto no quiero decir que cada vez que se presenta un atraso en una orden de compra, existe el riesgo de parar la planta dos semanas, incluso puede haber artículos que lleguen con retraso que no tengan ningún impacto en BEISA, sin embargo de no resolverse el problema de ordenes de compra atrasadas, existe potencialmente el peligro de que un material indirecto *clave* no llegue a tiempo, y ocasione el problema del paro de producción, con las consecuencias anteriormente descritas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO V

CONCLUSIONES

INDICE DE CAPÍTULO

- 5.1 Conclusiones sobre los objetivos
- 5.2 Conclusiones adicionales

TESIS CON
FALLA DE CUBIEN

5.1 Conclusiones sobre los objetivos:

Se concluye que el modelo que diseñé en el capítulo III, me permitió encontrar una solución que resuelve el problema particular de suministros de materiales indirectos de BEISA, por lo que se cumplió el objetivo principal de la presente tesis, si bien no se ha alcanzado el objetivo de eliminar totalmente las ordenes de compra atrasadas, el hecho que se hayan reducido en un 65% a una media de 22 ordenes retrasadas por mes, representa de cualquier manera un beneficio importante para la empresa.

Así mismo también se cumplió otro de los objetivos planteados en esta tesis, al probar que en el caso particular de problemas de suministros de materiales indirectos, se deben utilizar tanto las herramientas de los sistemas "duros", como las metodologías de los sistemas "suaves" para encontrar una solución efectiva, mostrando que ambos sistemas se complementan entre sí, debido a que el modelo de solución a los problemas de suministros presentado en el capítulo III, utiliza herramientas de los sistemas "duros" (Simulación, pruebas de hipótesis, Pronósticos), así como herramientas de los sistemas "suaves" (mapas conceptuales, diagramas de relaciones, mapas de stakeholders y análisis de decisiones).

De hecho los sistemas de simulación conjugan los sistemas suaves con los sistemas duros para la solución de problemas, por un lado el pensamiento sistémico me ayudo a comprender mejor el sistema, requisito indispensable para poder emplear métodos de simulación, los cuáles se consideran herramientas de los sistemas duros.

5.2 Conclusiones adicionales:

Desde mi punto de vista, al menos en el caso particular de la Industria Manufacturera, es indispensable la aplicación de las herramientas de los sistemas "suaves" para analizar el problema adecuadamente, antes de empezar a aplicar las herramientas de los sistemas "duros." Incluso hoy en la actualidad los sistemas "duros" tienden a hacer varias consideraciones del tipo factor "humano" o aleatorio en sus modelos, dejando a un lado el comportamiento determinista de los sistemas. Con esto no quiero decir que existan problemas que no se puedan resolver de manera determinística, pero entre mas complejo sea el sistema a estudiar, los modelos deterministas no lo pueden resolver de manera integral, por lo que se deben emplear modelos mas estocásticos con el involucramiento de varias variables aleatorias y haciendo consideraciones como fijar ciertas variables o eliminarlas del sistema para que matemáticamente no sea tan complejo de resolver.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Es aquí cuando la simulación digital ha cobrado auge dentro de la solución de problemas dentro de la industria y administración de negocios, ya que permite incorporar varias variables incluso aleatorias, las cuáles arrojan resultados parecidos al sistema real.

Por ejemplo, en el caso particular de la presente tesis, no existe una función matemática probada científicamente que represente un sistema de suministros, que contemple las variables de problemas con agentes aduanales, problemas de logística, “nivel de expeditación”, etc, en su lugar existe la teoría de inventarios que no contemplan los retrasos del proveedor, si no que dan por hecho, que el tiempo de entrega del proveedor siempre es el mismo y constante, lo cuál no es cierto para ningún tipo de industria. Por lo tanto es recomendable mejor representar el sistema de suministro a través de un modelo de simulación que permita tomar mejores decisiones.

Así mismo los modelos de simulación permiten “vender” mejor la idea a la Dirección General, ya que en muchas ocasiones el que pretenda resolver el problema puede intuir la solución, pero no puede convencer a la Dirección General o comité con la simple creencia o fe de que la posible solución sea eficaz.

Otra herramienta indispensable para poder tomar decisiones en la actualidad, es el uso adecuado de la estadística y sus múltiples aplicaciones como las pruebas de hipótesis, Pronósticos, tratamiento de datos, etc. De hecho para alimentar cualquier modelo de simulación son indispensables estas herramientas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFIA

1. Irwin Miller, John E. Freund, Probabilidad y Estadística para Ingenieros Prentice-Hall, Inc., Edición 1973.
2. Joseph G. Monks, Administración de Operaciones, Mc Graw Hill, Edición 1991.
3. Charles H. Kepner, Benjamin. Tregoe, El nuevo directivo racional, Mc Graw Hill, Edición 1989.
4. Hillier, Lieberman, Investigación de Operaciones, Mc Graw Hill, Edición 1989.
5. Markridakis, Wheelwright, Métodos de Pronóstico, Editorial Limusa Noriega – IPN, 1995.
6. Yossi Aviv, The effect of Colaborative Forecasting on Supply Chain Performance, Management Science, Vol. 47, N° 10, October 2001. (Bibliografía utilizada solo para investigar sobre las últimas investigaciones sobre los sistemas de suministros).
7. Gary D. Eppen, Ananth V. Iyer, Improved Fashion Buying with Bayesian Updates, Operations Research Journal, Vol. 45, N° 6, November – December 1997. (Bibliografía utilizada solo para investigar sobre las últimas investigaciones sobre los sistemas de suministros).
8. Ackoff, Russell L. Rediseñando el futuro, Limusa – Wiley, México, 1974.
9. Checkland, Peter B., Systems Thinking, Systems Practice, John Wiley, New York, 1981.
10. Wilson, Brian, Sistemas: conceptos, metodología y aplicaciones, Limusa, México, 1993.
11. Checkland, Peter, Model Validation in Staff Systems Practice, Systems Research, Vol. 1, N° 1, 1995.
12. Checkland, Peter, Techniques in Soft Systems Practice Part 1: Systems Diagrams – Some Tentative Guidelines, Journal of applied systems, analysis, Vol. 6, 1979
13. Checkland and Scholes, Soft Systems Methodology in action, John Wiley, 1990.

14. Food & Jackson, Creative Problem Solving: Total Systems Intervention, John Wiley & Sons 1991.
15. Richard E. Nance, Robert G. Sargent, Perspectives on the evolution of simulation, Operations Research, Vol. 50, N° 1, January – February 2002.
16. Shapiro, G., M. Rogers, Prospects for simulation and simulators of Dynamic Systems, Spartan Books.
17. Tocher, K. D., The Art of Simulation, The English Universities Press LTD, London UK, 1963
18. Seilger, B.P., Towards a formal theory of modeling and simulation: Structure preserving morphisms, J. Assoc. Comput Mach, 1972
19. F. E. Cellier, Verification and Validation of simulation models, Ed: Progress in modeling and simulation, Academic Press, London UK, 1981.
20. Banks, John S. Carson, discrete – Event Simulation, Prentice Hall, New Jersey, 1984.
21. Mújica Miguel, Apuntes de Simulación Digital, UNAM, 2003.
22. Mújica Miguel, La simulación como herramienta de análisis y optimización en los procesos de manufactura, Tesis de Maestría, 2002.
23. Robert G. Sargent, Proceedings of the 1999 winter simulation conference.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ADMINISTRACION AVANZADA DE INVENTARIOS

1. LA PRODUCCION ACTUAL DE SU INVENTARIO

- Cómo medir a fondo el funcionamiento presente de su inventario
- Aveniguación del nivel óptimo del inventario
- Cómo decidir la clasificación y localización de productos

2. LOS COSTOS Y EL RENDIMIENTO DEL INVENTARIO

- El inventario en su organización
- Cómo medir efectivamente el "índice-de-productividad" del inventario
- Proyección de los costos de acarreo
- Medición de la administración de inventarios
- Cómo identificar, controlar, y eliminar el inventario excesivo
- Cómo mejorar el servicio al cliente con menos inventario

3. TECNICAS DE PRONOSTICOS

- ¿Qué necesita pronosticarse? ¿Cuándo deben cambiar los pronósticos?
- ¿Fabricar según el pronóstico o según los pedidos?
- Cálculo de los requisitos del "colchón de seguridad"

Ejercicio: Como mejorar la precisión de sus pronósticos de inventario

4. LOS NIVELES DE INVENTARIO "CORRECTOS"

- El "punto de orden" y cuándo debe usarse
- Aplicación de MRP y MRP II
- Uso de MRP en empresas de servicios
- Técnicas directas para reducir inventarios
- Pedidos electrónicos para eliminar órdenes impresas
- Impacto del comercio electrónico en la reducción de inventarios

5. REDUCCION DEL PLAZO DE ENTREGA

- La relación de inventarios con el plazo de entrega
- Establecimiento de controles efectivos de tiempos de entrega
- Cómo reducir drásticamente los plazos de entrega

Ejemplo: Desarrollo de un plan de acción para reducir el plazo de entrega

6. EL ENLACE DE PROVEEDORES Y EL JUSTO A TIEMPO (JIT)

- JIT en la reducción de inventarios

- Los componentes del sistema JIT
- ¿Cuándo es ventajoso asociarse con proveedores? ¿Cómo seleccionarlos?
- Enlace con proveedores para entregas JIT
- Enlace con proveedores y clientes para el control de tiempo real

7. LA DISTRIBUCION EN LA ADMINISTRACION DE INVENTARIOS

- Temas clave para los distribuidores
- Estrategias de distribución de inventarios
- Planificación de requisitos de distribución
- Enfoques avanzados para minimizar los costos de distribución y mejorar el servicio
- Cómo medir el rendimiento de la distribución

8. MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO DE LOS ALMACENES

- Procesamiento rápido de todo lo recibido
- Verificación contra facturas
- Mejoramiento de las operaciones de almacén
 - Personal y asignación de trabajo
 - Manejo de materiales y almacenamiento
 - Localización y selección de órdenes
 - Sistemas de empaquetado

9. MANEJO DE REGISTROS DE INVENTARIO

- Como mejorar significativamente la precisión de su inventario
- Organización y ejecución de un método efectivo para la cuenta de ciclos
- Desarrollo de registros exactos para eliminar inventarios físicos
- Herramientas y técnicas que usted necesita para medir en forma efectiva el desempeño

10. CODIGO DE BARRAS: MAXIMO CONTROL

- El código de barras y sus limitaciones
- Beneficios y desventajas en el uso del código de barras para controlar inventarios
- Guías para implementar el código de barras

11. DESARROLLO DE UN PLAN EFECTIVO PARA ADMINISTRAR INVENTARIOS

- La administración de inventarios como parte integral de su estrategia
- Integración de estrategias cliente / proveedor
- Puntos clave de la política de inventarios
- Ejecución del plan: las prioridades claves

Ejemplos: Inventarios exitosos

www.TechnologyTraining.com.mx

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

102

CURSO AVANZADO DE EXCELENCIA EN COMPRAS 2003

OBJETIVOS:

Revisar la función de compras y actualizar sus conceptos al año 2003, desde la perspectiva de la "excelencia" y con los objetivos de modernizar su visión, adaptándola a lo que seguramente nos encontraremos en ese excitante y competitivo año

DIRIGIDO A:

Toda el área de logística de los abastecimientos en la empresa, con énfasis en el ejecutivo de Compras sobre el cual cae la principal responsabilidad de su buena marcha

EXPOSITOR

DR. e ING. ALEJANDRO SALAZAR CANALES:

- Ingeniero Industrial, egresado de la Universidad Nacional de Lima Perú. Maestro en Ciencias, con especialidad en Investigación de Operaciones en Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Doctorado en Ciencias y Administración.
- Catedrático de postgrado en las materias de Evaluación de Proyectos y Control de la Producción.
- Asesor de importantes empresas como Campbell's, Johnson Controls I.M.S.S. y la Secretaría de Educación Pública en manejo de materiales, producción y operaciones, control y programas de calidad.
- Reconocido experto en PCP, Distribución, Logística, Proyectos Industriales, Administración de Operaciones y Administración Estratégica, entre otras materias

TEMARIO

• 1.- ORIGEN Y EXPECTATIVAS DE LA FUNCION:

- 1-1 Repaso de conceptos y principios
- 1-2 Repaso del significado de la "Excelencia"

1-3 Elementos presentes y futuros de la función de Compras. Perspectivas y expectativas 2003

• 2.- LA EMPRESA Y LOS SISTEMAS

- 2-1 Compras como eje del sistema logístico de la Empresa
- 2-2 La nueva relación Cliente Interno de Compras y su responsabilidad Cliente Externo
- 2-3 Metodologías de la Excelencia en la logística

• 3.- LA NUEVA ADMINISTRACION DE LA FUNCION

- 3-1 Adquisiciones. Outsourcing y otras opciones.
- 3-2 Los Proveedores y la nueva relación "auto responsable" Modelo de Ewing
- 3-3 La administración del abastecimiento



• 4.- EL SISTEMA DE PLANES Y LA ELABORACION DEL PLAN DE COMPRAS

- 4-1 El Comprador: planeador del 2003
- 4-2 Supervisión avanzada de los Inventarios
- 4-3 La NEGOCIACION en Compras Plan 2003

• 5.- FORMULACION DE PROGRAMAS

- 5-1 Requerimientos de materiales
- 5-2 Evaluación de materiales y procesos
- 5-3 Programas de Calidad.

• 6.- TECNICAS ESPECIALES DE COMPRAS

- 6-1 Misión Logística 2003
- 6-2 Análisis de la Excelencia.
- 6-3 Incrementos en la productividad a resultas de la Excelencia.
- 6-4 Costos de la calidad y costos de la mala calidad

• 7.- ENFOQUE MODERNO DE COMPRAS

- 7-1 La oferta y la demanda. Pronósticos.
- 7-2 El análisis ABC
- 7-3 La Calidad, factor definitivo en la competitividad. Papel de Compras

• CASOS PRACTICOS:

Durante todo el seminario se analizarán un mínimo de dos a tres casos prácticos reales para la aplicación de lo aprendido

FECHAS: Marzo 10, 11 y 12 de 2003

HORARIO: Mar. 10 y 11 de 9:00 A 18 Hrs. Mar. 12 de 9:00 a 13:00 Hrs.

DURACION: 20 Hrs.

LUGAR: Hotel Galeria Plaza, Zona Rosa, D.F.

COSTO: \$ 6,550 + IVA, incluye comidas ambos días

• Si lo desea puede depositar o transferir en **BANAMEX** a la cta: 7473275 Suc. 349, a nombre de **INTERTRAINING, S.C.**

TEL. 525.11.11
FALT. 525.11.11
CGM

TESIS CON
PATA DE ORIGEN

103