



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL DISEÑO DE UN MODELO
ESTADÍSTICO PARA PRONOSTICAR EL INVENTARIO DE CUERO
CURTIDO, EN UNA INDUSTRIA DE CINCHOS**

Jorge Luis Almengor Cifuentes

Asesorado por el Msc. Ing. Neri Cruz Saravia

Guatemala, febrero de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL DISEÑO DE UN MODELO
ESTADÍSTICO PARA PRONOSTICAR EL INVENTARIO DE CUERO
CURTIDO, EN UNA INDUSTRIA DE CINCHOS**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JORGE LUIS ALMENGOR CIFUENTES
ASESORADO POR EL MSC. ING. NERI CRUZ SARAVIA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

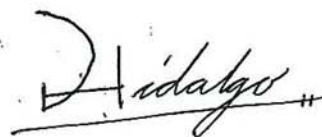
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
MEDIANTE UNA BICICLETA ESTACIONARIA EN UN GIMNASIO DEL MUNICIPIO
DE VILLANUEVA, Y SU IMPACTO EN EL AMBIENTE**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado, con fecha 6 de febrero de 2013.



Diego Arturo Hidalgo Gramajo

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por la vida, salud y sabiduría
Mis padres	Pedro Moisés Almengor González y Florinda Yolanda Cifuentes Godínez, como un agradecimiento a sus esfuerzos, desvelos, apoyo, consejos, comprensión y porque siempre creyeron en mi.
Mis abuelos	Narciso Almengor (q.e.p.d.) y Elodia González (q.e.p.d.); Edmundo Cifuentes (q.e.p.d.) y Rosalia Godínez.
Mi esposa	Zulma Morales, por su amor y paciencia.
Mis hijos	Dylan Moisés y bebé en camino, mis fuentes de inspiración.
Mis hermanas	Alba Elizabeth y Carmen Lucrecia Almengor Cifuentes, por su apoyo y ayuda.
Mis tíos (as)	Elsa Almengor, Moisés Navarro, Lionel, Esteban, Edilzar, Haroldo, Sergio, Natividad, Adilia Cifuentes, por apoyarme, motivarme e interesarse en mi superación.
Mis sobrinos	Para que se esfuercen y se superen.

AGRADECIMIENTOS A:

**La Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Grande entre las grandes.

Facultad de Ingeniería

Por los gratos momentos vividos.

**Mis amigos de la
facultad**

Principalmente a mis compañeros de la maestría.

**Msc. Ing. Neri Cruz
Saravia**

Por ser mi maestro y un gran amigo, Dios lo puso en mi camino en momentos realmente difíciles, gracias por sus sabios consejos y motivación, que Dios lo bendiga grandemente.

Terna examinadora

Por esa experiencia inolvidable que viví.

Asesores y revisores

Por sus conocimientos, tiempo y ayuda.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
RESUMEN.....	V
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	5
3. OBJETIVOS	7
4. JUSTIFICACIÓN.....	9
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
6. ALCANCES.....	13
7. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	15
7.1 Gestión de inventarios.....	15
7.2 Sector de manufactura e inventarios.....	19
7.3 Planeación de la producción y herramientas computacionales.....	26
7.4 Plan Maestro de Producción.....	27
7.5 Programación de producción.....	28
7.6 Pronósticos de inventario.....	28
7.7 Políticas empresariales que pueden mejorar los resultados del pronóstico.....	31
8. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	39

9.	CONTENIDO PROPUESTO.....	41
10.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
11.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	47
12.	RECURSOS NECESARIOS.....	49
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	51
14.	APÉNDICE.....	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Elementos de un experimento por simulación para analizar inventarios.....	30
2.	Actividades planificadas.....	47

TABLAS

I.	Detalle de recursos.....	49
----	--------------------------	----

RESUMEN

Esta investigación trata del diseño de una herramienta práctica, que sea de gran utilidad en empresas industriales, como en este caso, pero también para empresas comerciales y agrícolas, para predecir requerimientos óptimos de materia prima o productos terminados, que sean necesarios para desarrollar sus actividades sin incurrir en pérdidas o gastos por almacenamiento, manejo o falta de los mismos, como también por tener capital invertido e improductivo.

Para tal efecto se realizará un análisis cuantitativo de variables que miden el nivel de inventario de cuero curtido, que se usa para elaborar cinchos de cuero, empezando por describir las generalidades de esta industria, para comprender la obtención y análisis de los datos.

Con la ayuda de los registros históricos de cuero curtido, se realizan pruebas con los diferentes métodos de pronóstico para observar ventajas y desventajas de los mismos, que ayuden a determinar el que mejor se ajuste a nuestro requerimiento. Luego se realiza un análisis profundo del método elegido, buscando determinar los componentes del mismo según demanda, efectos y ajuste.

Con la información obtenida previamente y con ayuda de una hoja electrónica, se procede a realizar la secuencia de pasos que servirán para construir el modelo estadístico, por ejemplo, las variables, ajustes, recolección, tabulación y realización de cálculos.

A continuación, el resultado obtenido se pone a prueba tanto en su facilidad de uso como su utilidad, usando gráficos e indicadores, en la búsqueda de que se convierta en una herramienta de uso habitual, que reciba retroalimentación constante para mejorar la calidad de la predicción y tomar mejores decisiones.

1. INTRODUCCIÓN

En un mundo altamente competitivo con condiciones cambiantes en los negocios y rápido cambio tecnológico, se requiere que las empresas busquen mejorar los programas de producción e inventario, un adecuado y preciso sistema de pronósticos puede ser de gran ayuda, ya que puede reducir los tiempos de entrega de producción y los niveles de inventario, así como también permitir que los programadores utilicen en forma eficiente la capacidad de las máquinas.

Los pronósticos se pueden realizar a través de dos tipos de análisis, el cualitativo dentro del cual figuran los métodos de juicio y el cuantitativo dentro de éste figuran los métodos de regresión simple o múltiple, así como el análisis de series de tiempo.

El análisis de regresión consiste en estimar una ecuación en donde una o más variables independientes o exógenas, explican el comportamiento de una variable dependiente. Por lo tanto, los parámetros de la ecuación estimada y valores futuros de las variables independientes proyectarán el valor futuro de la variable dependiente.

Fue ampliamente reconocida sobre la importancia de la predicción en la toma de decisiones, y se han encontrado evidencias de que uno de los métodos más efectivos es el ajuste de los pronósticos obtenidos, a partir de modelos matemáticos, usando juicios informados.

No obstante, existe una amplia cantidad de factores que pueden afectar la calidad y credibilidad de las predicciones; en esta investigación se examinan aquellos factores relacionados con las políticas organizacionales, y se proponen varias estrategias para su mitigación.

Dentro de la estructura organizacional de una empresa, la importancia de cada cargo es medida a través del impacto empresarial de las decisiones que enfrenta, de manera, que cada vez se presta una mayor atención a la forma en que se realizan las decisiones, y a los insumos de información requeridos para tomarlas.

Dentro de este contexto, la predicción ha jugado un rol fundamental en aspectos como el *marketing*, la planeación de la producción, la definición de niveles de inventario, la programación de compras; por lo cual existe una presión creciente por tener cada vez pronósticos más precisos en respuesta a la competitividad del mercado, por lo que la capacidad para obtenerlos se ha vuelto más una tarea crítica que una ventaja competitiva.

Esta presión ha impulsado el desarrollo de métodos cada vez más sofisticados, especialmente en el campo de la estadística y la econometría, aunque existe poca comprensión por parte de los gerentes y administradores sobre las técnicas de predicción, y el proceso de construcción de pronósticos, que es una tarea compleja cuyo éxito depende de una adecuada integración de sus diferentes fases, entendiéndola como una aproximación científica que busca construir una suposición sobre un evento futuro, a partir de eventos pasados y otras evidencias.

En el sentido contrario, los pronosticadores toman una posición lejana respecto a las necesidades de información de los administradores y gerentes, y del problema real de la predicción desde un punto de vista empresarial.

Esta investigación presenta la problemática de la predicción de variables económicas y financieras desde un punto de vista gerencial y administrativo, buscando ganar una comprensión global sobre los diferentes aspectos prácticos que influyen de forma crítica sobre su calidad; asimismo, que se tenga una mayor comprensión sobre las ventajas y limitaciones de la opinión experta y el modelado matemático, así como de las formas más efectivas en que pueden ser integrados.

Este documento se abordó a través de cinco capítulos, cuya secuencia permite de una manera práctica comprender: la necesidad, los beneficios del uso de pronósticos y la creación de un modelo de pronóstico.

El capítulo uno muestra los aspectos de creación, organización y perspectivas de la fábrica, describiendo los productos que comercializa, las materias primas que utiliza, la situación actual de elementos de la cadena de suministros y el uso de pronósticos.

En el capítulo dos, se presenta una investigación bibliográfica y analítica de los métodos de pronóstico considerando sus requerimientos, descripción y sus distintos efectos.

En el capítulo tres, se realizó un análisis de la demanda de cuero curtido, desde distintas perspectivas, para determinar los diversos efectos que produce.

En el capítulo cuatro, se usaron los registros históricos de la empresa, que con ayuda de software, sirvieron para crear el modelo estadístico de pronóstico, que se usará para manejar el inventario de cuero curtido.

En el capítulo cinco, se realizó un análisis de los resultados, usando el modelo estadístico de pronóstico creado previamente, mostrando gráficamente los resultados e interpretando los mismos, como también verificando los indicadores.

2. ANTECEDENTES

Achurra (2005), en Gestión de la cadena de suministro de la Bodega de Licores Quinta Normal, resalta la importancia de comprender la integración y ejecución de las estrategias de una organización, ya que la gestión de abastecimiento en una cadena de suministro debe ser planificada, a partir de la información que entrega el pronóstico de demanda.

Hanke (2006), en la necesidad de los pronósticos, menciona que las organizaciones se encuentran inmersas en un cambio constante donde siempre han sido necesarios los pronósticos, pero en años recientes, se ha incrementado la dependencia de los métodos que implican técnicas sofisticadas de manipulación de datos, surgiendo nuevas tecnologías y disciplinas que intensifican la competencia por el aumento de comercio internacional en las industrias creando un clima organizacional más complejo, rápido y competitivo que en el pasado. Por lo tanto, indica que las organizaciones deben adoptar una capacidad de reacción inmediata ante las condiciones cambiantes para predecir el futuro con un cierto grado de precisión o condenarse a extinguirse.

Zeissig (2010), en el manejo de inventario de materiales, menciona que es necesario obtener previamente el pronóstico de requerimientos y el análisis de la capacidad de la planta de producción para programar la obtención, uso y manejo de los materiales requeridos en el plan de producción. Con ello se confirma que el pronóstico debe ser el punto de partida para que la producción no se interrumpa, se cumpla con los plazos de entrega y los costos sean lo más bajos posibles.

Hurtarte (2008), en justificación del rediseño del proceso de elaboración de pronósticos, menciona la necesidad de buscar una mejora continua en los métodos de elaboración de pronósticos, para que los sistemas de planificación e inventarios sean más eficientes, obteniendo una mayor competitividad. Con ello se destaca la importancia de la mejora continua, analizando procesos como los pronósticos, para que las organizaciones sean más productivas, competitivas, crezcan y sean líderes en el mercado.

Gómez (2004), en su análisis y propuesta de control de inventario en bodega de pintura de Alinsa, destaca que en sus procesos hacen uso de *Kardex*, manual para calcular la existencia y administración del inventario. Actualmente, dicho proceso puede mejorarse significativamente con uso de herramientas de software, especializado en el control de inventarios con mayor rapidez, con un mínimo de errores y en tiempo real, que incluso integren cálculos estadísticos para el cálculo de pronósticos.

3. OBJETIVOS

General

Diseñar un modelo estadístico para pronosticar el inventario de cuero curtido, en una industria de cinchos.

Específicos

1. Analizar el historial de las distribuciones de compra de cuero curtido y producción de cinchos de cuero.
2. Estimar el pronóstico usando una prueba de bondad de ajuste, de acuerdo a distribuciones teóricas seleccionadas.
3. Construir una herramienta informática usando un método estadístico, para calcular los pronósticos de requerimiento de cuero curtido.

4. JUSTIFICACIÓN

La importancia de la elaboración de pronóstico radica en la obtención de los siguientes beneficios: sirve para determinar inversiones de capital a largo plazo, para esta empresa industrial, tanto en el interior del país como en el extranjero, con el fin de obtener ganancias, ya que una inversión de capital aumenta el valor del capital efectivo y contribuye a incrementar el capital ficticio.

Con el pronóstico se logra hacer campañas de mercadeo más eficientes y eficaces, para lograr la lealtad del cliente, ofreciéndole una mejor combinación de segmentación, posicionamiento, eventos y combos.

Un buen pronóstico también ayuda en la planificación de niveles de servicio, para determinar la asignación de recursos, realizar los catálogos, elección de herramientas para la monitorización de la calidad del servicio, para analizar e identificar las necesidades del cliente, para elaborar los requisitos de nivel de servicio, las hojas de especificación y el plan de calidad del servicio.

Otro aspecto importante es que sirve para estimar la cantidad de personas que se necesitan para el manejo de los inventarios. Un pronóstico es de mucha ayuda cuando se requiere estimar la expansión de la planta de producción, tanto por los volúmenes de producto que se manejan como por la diversidad de los mismos.

La negociación de transporte en sus distintas vías, puede contratarse logrando un entendimiento de mayor beneficio mutuo para el contratante y el contratista, tomando en consideración que el costo del mismo representa un

promedio del 40 por ciento del total de la operación logística. Usando pronósticos se puede lograr un mejor diseño de las redes de transporte considerando la infraestructura existente, la elección del vehículo, operador del transporte y los servicios que permitan que se lleve a cabo de forma segura y a tiempo.

Otro aspecto es que un pronóstico permite mejorar grandemente la negociación con proveedores, que son la base en que se fundamenta todo el proceso productivo.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La inversión más grande de capital en una industria lo constituyen principalmente dos cosas: los activos fijos y el inventario de materia prima, de éste último, es necesario establecer su nivel óptimo.

La acumulación de materia prima provoca el uso de espacio necesario y corre el riesgo de dañarse, mientras que al capital circulante debe llevarse un control estricto en su movilidad, disponibilidad y acceso, para lograr una producción a tiempo y de calidad.

La mayoría de empresas en Guatemala, no lleva un registro de la rotación y evaluación de su inventario que ayude a minimizar la costosa inversión en inventarios que afronte con la demanda sin incurrir en faltantes, las que llevan un control computarizado es usando software genérico y en menor proporción se usa uno personalizado, pero la mayoría no lleva registros de su inventario o a lo sumo lo implementan con un *kardex* manual.

Resulta oportuno mencionar que en una mayor proporción, las industrias no usan un control estadístico que les ayude a analizar su inventario y tomar decisiones para optimizar la producción y cumplir a los clientes que es lo más importante, porque desde un principio es muy difícil ganarse la confianza de ellos y es más costoso adquirir un nuevo cliente que mantenerlo.

Por ello el presente estudio busca determinar un nivel apropiado de inventario, seleccionando la opción que genere los mayores beneficios, pero sin incurrir en faltantes y disminuyendo el costo de mantenimiento de inventario.

También se enfoca en estimar el nivel de ventas proyectadas, su longitud según la naturaleza del proceso de producción de cinchos, estimando la durabilidad, la facilidad de abastecimiento y las consecuencias de carecer de la materia prima, en este caso del cuero.

A raíz de esto surgen las siguientes preguntas de investigación; otro aspecto que se consideró es calcular el nivel real del inventario, definiendo los niveles de precaución, inventario funcional, inventario de seguridad, inventario de anticipación que permitan cubrir las expectativas de crecimiento futuras.

- ¿Qué tendencia tienen las distribuciones de compra de cuero, para analizar la producción de cinchos de cuero?
- ¿Qué parámetros, frecuencia y método es el ideal para estimar el inventario del cuero curtido?
- ¿Cómo pronosticar el requerimiento de cuero, de manera que sea fácil de calcular y que los valores obtenidos tengan un alto grado de confiabilidad?

6. ALCANCES

Los alcances de la presente investigación están enfocados específicamente a nivel de una pequeña y mediana empresa de tipo:

- Industrial
- Agroindustrial
- Comercial

Esta metodología de pronósticos puede aplicarse a un conjunto de productos diversos o a un conjunto de productos del mismo tipo, debiendo realizar adaptaciones mínimas.

7. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

La base teórica de la investigación para el estudio se presenta a continuación:

7.1. Gestión de inventarios

El vocablo inventario es de uso común en la vida cotidiana. Según el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua se trata del asiento de los bienes y demás cosas pertenecientes a una persona o comunidad, hecho con orden y precisión.

De una manera muy general, la existencia de los inventarios surge de la necesidad de aumentar el nivel del servicio al cliente. El inventario es uno de los muchos elementos que conforman un Sistema de Suministro. Lo que se denomina Sistemas de Suministro es un área muy amplia de estudio pues aglutina diversas disciplinas. Hay muchos conceptos que se encuentran asociados a estos sistemas, como por ejemplo, logística, transporte, pronóstico, cadena de suministro, cadena de valor, inventario, procura, almacenamiento, localización, redes, etc.

Hay autores que hablan de abastecimiento en lugar de suministro. En la práctica, ambos vocablos son sinónimos. Existen otros autores que denominan Redes de Distribución a lo que en la literatura inglesa suele llamar Cadenas de Suministro, y son un caso particular de los Sistemas de Suministro.

En líneas generales, los inventarios son acumulaciones de materia prima, componentes, trabajo en proceso, productos terminados, etc., que pueden eventualmente aparecer en varios puntos del Sistema de Suministro, (Alonso (2005).

En la gestión de inventarios, se presentan objetivos en conflicto permanente. Por un lado, se desea maximizar el nivel de servicio al cliente gracias a la disponibilidad de productos y por otro lado, se pretende minimizar la inversión total en inventarios. Algunos consideran que las decisiones en torno a la gestión de inventarios son de naturaleza operativa. Sin embargo, las mismas deben ser analizadas en un contexto estratégico para poder lograr los resultados deseados.

Existen muchos trabajos en la literatura especializada sobre los aspectos cuantitativos y cualitativos de los inventarios. Sin embargo, se estudia el manejo de inventarios en nuestro contexto nacional, enfocado en manufactura y comercio detallista.

En el contexto nacional se poseen elementos culturales propios que diferencian de otras culturas. Resulta interesante medir el impacto de cuatro circunstancias económicas que afectan el manejo de los inventarios, tales como, el sistema cambiario; un control de precios que afecta diferentes productos de consumo masivo; los costos financieros (tasas de interés de los préstamos bancarios) que eventualmente inciden en los niveles de inventario; y la clasificación de la población por estrato social.

En otras economías, por ejemplo, la estrategia asociada a la gestión de inventarios debe tomar en cuenta cuatro elementos: el pronóstico de los requerimientos (productos), decisiones sobre políticas de inventarios,

decisiones de procura y decisiones sobre los sistemas de almacenamiento y manejo donde las actividades de almacenamiento y manejo de materiales son responsables de prácticamente una cuarta parte de los gastos de logística, (Ballou, 2004).

Existen fundamentalmente dos enfoques en la literatura especializada. El primero, apunta a la resolución de situaciones estructuradas haciendo alusión al uso de técnicas cuantitativas y modelos matemáticos para asistir en la toma de decisiones. El segundo, apunta a la resolución de situaciones menos estructuradas o carentes de estructura, y hace alusión al uso de ciertas metodologías de naturaleza más cualitativa, que en algunas ocasiones incluye la intuición, los modelos clásicos de revisión periódica y revisión continua, donde se desea saber cuánto y cuándo pedir o producir, (Narasimhan, 1996), (Render & Heizer, 2004), (Chase, 2005).

Existe una marcada diferencia entre inventarios sujetos a demanda dependiente e inventarios sujetos a demanda independiente. Los modelos referenciados en la literatura suelen tener una aplicación general, suponen condiciones ideales y con frecuencia se omiten condiciones propias del contexto donde se desenvuelve la organización, para efectos de simplificación del modelo.

Un problema constante a la hora de tratar de aplicar alguno de los modelos que aparecen en la literatura especializada consiste en no contar con los datos precisos, es decir, no se dispone de algunos parámetros del modelo que se desea aplicar, aunque sea posible calcularlos.

Más aún, la estimación de dichos parámetros no suele ser sencilla. Ejemplos de algunos de ellos son el costo de escasez de producto, el costo

unitario de almacenamiento, la estimación de la demanda, el tiempo de reabastecimiento, etc.

Existen muchos factores que pueden afectar la gestión de inventarios tales como el entorno económico, el entorno político, el entorno social, las barreras legales, los problemas culturales, los controles cambiarios, la inflación, la capacidad de producción, la disponibilidad de materia prima, los programas de producción, las restricciones particulares del reabastecimiento, el elevado número de presentaciones que se pueden llegar a manejar en un inventario, etc.

La mayoría de los modelos prescriptivos considera a los inventarios como sistemas casi cerrados, es decir, la interacción con el medio ambiente que lo rodea se reduce a la simple consideración de un solo parámetro, la demanda de los productos en inventario. En síntesis, para una gestión eficaz de los inventarios se debe analizar el contexto específico donde se desenvuelva la organización, (Gaither & Frazier, 2000).

Evidentemente, existen un sin número de características y restricciones que suceden en la vida real pero que son difíciles (por no decir imposibles) de contemplar por los modelos que aparecen en la literatura especializada.

Sin embargo, no se debe olvidar el propósito de los modelos. Las decisiones inteligentes requieren del empleo adecuado de muchos modelos concebidos con propósitos específicos y no de la simple utilización de un único y amplio modelo del mundo (sistema bajo estudio).

La principal función de la construcción de modelos debe ser más bien para efectos de aprendizaje que para efectos de predicción. Los modelos no deben

ser usados como sustituto del pensamiento analítico y crítico sino como una herramienta para mejorar el juicio y la intuición, (Sterman, 1991).

Una consideración adicional a la hora de establecer una política adecuada de inventarios consiste en revisar los sistemas de registro y control con que cuenta la empresa. Cualquier cambio o implementación debe ser razonable en términos de costos. De igual manera debe ser fácil de implementar para que no interfiera de forma negativa con el desarrollo normal de los procesos.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta el personal que ejecuta tales procesos. Una herramienta no tiene mucha utilidad si no se usa adecuadamente. Los impulsores de desempeño en toda Cadena de Suministro son tres: procesos business process, gente social system y una tecnología que habilite la integración de los dos primeros elementos. El orden de los impulsores de desempeño, según el grado de importancia, es el siguiente: Gente (50 por ciento), Procesos (30 por ciento) y Tecnología (20 por ciento). El sistema social es considerado por los autores como el lado oculto de una Cadena de Suministro. Cuando se habla de sistema social se hace referencia tanto a las personas como a la cultura. Es difícil, por no decir imposible, desligar una cosa de la otra y conocer ¿cómo funciona la cultura? siempre ha sido una tarea complicada, (Zaklad, 2004).

7.2. Sector de manufactura e inventarios

Este sector se caracteriza en base a:

- El pronóstico de la demanda de producto terminado
- La política empleada para el manejo de la materia prima y/o de los insumos necesarios para la producción.

- La manera de controlar el inventario del producto terminado
- Consideraciones varias que la empresa formula en el cuestionario correspondiente.

En cuanto al pronóstico de la demanda de producto terminado, el sector manufactura posee las siguientes características:

- La mayoría de las empresas utiliza algún método formal de pronóstico. Es de notar que algunas empresas afirman utilizar algún ERP (Enterprise Resource Planning), como método formal de pronóstico lo que constituye un error. Los ERP no son métodos formales de pronóstico en sí mismos. En líneas generales, se trata de un sistema de información que persigue la integración de todos los datos y procesos que maneja una misma organización. Dichos sistemas de información emplean, en ciertos módulos del software, métodos estadísticos y modelos matemáticos para realizar la estimación de la demanda. Algunas empresas responden directamente haciendo mención a métodos estadísticos o a metodologías para lograr consenso entre expertos, como por ejemplo, el método Delphi.
- Las empresas que admiten no utilizar un método formal para estimar la demanda, utilizan métodos empíricos haciendo diferentes consideraciones tales como tomar en cuenta el comportamiento del mercado de una manera más cualitativa, asumir demanda constante y/o trabajar a máxima capacidad, pues venden todo lo que pueden producir o trabajan sobre pedidos, (Alonso, 2005).

En cuanto a la política de inventario de materia prima y/o insumos para la producción, el sector manufactura posee las siguientes características:

- Todas las empresas afirman tener inventario de materia prima y/o insumos para la producción. Las razones esbozadas por las empresas para justificar la existencia de este tipo de inventario son: la incertidumbre de la demanda, las economías de escala debido al tamaño del lote de producción, el tiempo de procesamiento de los productos, la estacionalidad (de algunas materias primas agrícolas), problemas de transporte, la especulación, autorización de divisas debido al control cambiario y la permisología de importación.
- El tiempo estándar de reposición del inventario por parte de los proveedores, es decir, el tiempo de respuesta de los mismos a partir de la emisión de la orden de compra, oscila entre un mínimo de un día y un máximo de ciento veinte días. La amplitud en el rango de respuesta se debe a que la materia prima nacional se repone más rápido (hasta 45 días) que la materia prima importada (entre 45 y 210 días).
- El porcentaje de cumplimiento de las órdenes de compra por parte de los proveedores varía entre un 50 y un 100 por ciento. La mayoría de los proveedores suele cumplir en rango que varía del 80 al 100 por ciento.

La mayoría de las empresas suele reponer los inventarios de materia prima a una alta velocidad, es decir, con una frecuencia diaria o semanal. Cuando se habla de insumos y materias primas importadas los tiempos de reposición aumentan, pues la frecuencia varía entre quincenal y bimestral. Sin embargo, aproximadamente un 50 por ciento de las empresas reponen sus inventarios mensualmente.

- El promedio de días de inventario que mantienen las empresas es variable. El inventario de la mayoría de las empresas oscila entre 30 y 60 días.
- La mayoría de las empresas suele realizar una estimación empírica para calcular los tiempos y las cantidades de reposición del inventario de materia prima. Estas empresas fundamentan sus decisiones en aspectos culturales propios de las mismas, en su experiencia previa y en su percepción individual de cómo fluctúa el histórico de ventas. Las empresas que utilizan métodos formales emplean herramientas de naturaleza estadística que vienen incorporadas en algún sistema ERP o alguna herramienta hecha a la medida.
- El 50 por ciento de las empresas no tienen faltantes *stock-out* de materia prima para la producción correspondiente y el número de días con faltante es muy pequeño (1 o 10 días).
- Son pocas las empresas que emplean un método formal para calcular el inventario de seguridad. El resto emplea métodos empíricos o no responde.
- Con respecto a la meta ideal en cuanto al tiempo y tasa de reposición, se observa una gran variación entre empresas. Las empresas suelen dar respuesta a la pregunta sobre la frecuencia (tiempo de reposición), pero no sobre las entregas parciales (tasa de reposición). Lo ideal sería implementar un enfoque JIT (justo a tiempo), sin embargo, todo parece indicar que la cultura es fundamental para determinar si se encuentra preparado para ello.

- Ante la expectativa de un posible aumento de la paridad cambiaria respecto al dólar y su eventual incidencia en los niveles de inventario, las respuestas de las empresas reflejan opiniones contradictorias. Pareciera una suerte de percepción muy particular de cada empresa y no se visualiza una convergencia de opiniones. Peor aún, cuando se pregunta por la incidencia de los costos financieros en los niveles de inventario, parecieran indicar que cualquier variación en los costos es trasladada al siguiente eslabón de la cadena de suministro.
- Los proveedores suelen ser seleccionados en función de la calidad de la materia prima que suministran más que hacer énfasis en precios bajos.
- La mayoría de las empresas tienen una política de inventario para el manejo de materia prima y/o insumos nacionales que es diferente de la política aplicada a la materia prima importada. Los argumentos gravitan entorno a la incertidumbre en la disponibilidad de materia prima, un tiempo de reposición más largo para los productos importados, trámites aduanales complicados, existencia de un control de cambio y la escasez de algunas materias primas nacionales obliga al fabricante a adquirir materias primas importadas, (Alonso, 2005)

En cuanto a la manera de controlar el inventario de producto terminado, el sector manufactura posee las siguientes características:

- La mayoría de las empresas (80 por ciento) realiza revisiones continuas para monitorear el nivel del inventario de producto terminado.
- La mayoría de las empresas no utilizan un método formal para planificar la producción. Suelen emplear métodos empíricos basados en estimaciones

del comportamiento del mercado, estimaciones de ventas, percepciones y juicios de valor propios de cada una de las empresas.

- Las empresas afirman usar algún sistema de información para monitorear el nivel de inventario. Dicho sistema suele ser un ERP, formalmente hablando. En casos contados, se afirma el desarrollo de aplicaciones realizadas a la medida bajo diferentes plataformas. Al igual que para el pronóstico de la demanda se percibe que existe un cierto grado de confusión acerca del uso de un sistema de información y las metodologías de planificación de la producción, en función de las respuestas obtenidas.
- La mayoría de las empresas suelen emplear unidades y cajas o bultos, como unidad de medida para controlar el inventario.
- La mayoría de las empresas reconocen que existe algún sistema de prioridad para asignar productos terminados a sus respectivos clientes (comercio detallista). Entre los argumentos más empleados se encuentran razones de antigüedad, fidelidad del cliente, puntualidad en los pagos, dar prioridad a grandes cadenas de comercio detallista por acuerdos preestablecidos para garantizar grandes volúmenes.
- El 75 por ciento de las empresas afirman tener faltantes de producto terminado para satisfacer la demanda. El porcentaje de producto faltante por mes, oscila entre el 1 y el 30 por ciento.
- Todas las empresas afirman tener almacén de producto terminado y ellas mismas lo manejan. Sólo algunas empresas afirman utilizar un tercero para el manejo del almacén.

- Al igual que para la política de inventario de la materia prima, existe una gran divergencia en las respuestas obtenidas sobre la política de inventario del producto terminado al contemplar la incidencia de un posible aumento de la paridad cambiaria respecto al dólar y del costo del dinero, sobre los inventarios.
- El 25 por ciento de las empresas, manejan productos importados al igual que productos nacionales. La gran mayoría afirma que su política de inventario para el manejo de dichos productos es diferente. Los argumentos presentados son de tres tipos, primero, complicación de los trámites aduanales, segundo, la existencia de un control de cambio y tercero, los tiempos de reposición suelen ser mayores para la mercancía importada, (Alonso, 2005).

En cuanto a consideraciones varias que las empresas formulan, el sector manufactura posee las siguientes características:

- No existe claridad ni consenso sobre qué porcentaje representan el almacenamiento y el manejo de materiales, de los costos de distribución física de la organización. Las respuestas obtenidas varían entre el 10 y el 25 por ciento. Algunas empresas no responden.
- El número de problemas identificados por las empresas en relación a la gestión de los inventarios es considerable. Cada uno de ellos constituye una prospectiva para trabajos ulteriores al presente estudio.

La lista de problemas es la siguiente:

- Disponibilidad de espacio físico para almacenar producto terminado.

- Faltantes de materia prima y/o insumos, para la producción.
- Mal diseño de los procesos para el manejo del almacén y fallos en su ejecución.
- Discrepancias entre las cantidades registradas en el sistema de información y el conteo físico a nivel de almacén.
- Políticas de mantenimiento inadecuadas de los equipos.
- Falta de entrenamiento adecuado para el personal que realiza el manejo de materiales.
- Prevención de pérdidas por baja rotación, manejo inapropiado, hurto, etc.
- Costos elevados de almacenamiento
- Complejos mecanismos de otorgamiento de permisos para importación y adquisición de divisas debido al control cambiario, (Alonso, 2005).

7.3. Planeación de la producción y herramientas computacionales

Una de las razones por las cuales las industrias son poco competitivas es que carecen de sistemas computacionales de información y planeación apropiados para la toma de decisiones en sus procesos.

Los sistemas comerciales de planeación de materiales *Materials Requirement Planning* MRP, pueden contribuir a que las industrias mejoren sus resultados, con pronósticos más precisos, mejores planes de producción e información del estado y capacidad de la planta.

Sin embargo, el costo de estos sistemas puede alcanzar los cientos de miles de dólares, (Cardona, 2005)

Una solución de bajo costo, y acorde a las necesidades, es el uso de sistemas basados en hojas electrónicas (Hall, 1998), (La Torre, 2007).

Estos sistemas, además de resultar familiares para los usuarios, son suficientes, en muchos casos, para la planeación y la programación de producción en pequeña escala.

7.4. Plan Maestro de Producción MPS

Es un plan operacional anticipado que vincula los pronósticos de ventas con la producción, (Proud, 1999). El MPS establece las cantidades de cada referencia que deben tenerse disponibles en cada período de tiempo. El MPS es un compromiso de producción y debe ser factible (debe tener en cuenta las restricciones técnicas y de capacidad). El MPS puede establecerse según las estrategias de fabricar para inventario, fabricar bajo pedido y ensamblar bajo pedido, (Orlicky, 1975).

La fabricación para inventario es la más indicada cuando la producción es estable. Durante los períodos de baja demanda, se producen cantidades en exceso que se almacenan en inventario; ese inventario es utilizado, luego, en los períodos de picos de demanda; de esta forma, se utiliza mejor la capacidad existente. La fabricación bajo pedido es apropiada cuando se fabrica en entornos en los cuales es difícil pronosticar, bien sea por la cantidad de referencias o por las múltiples variantes de un mismo producto; la demanda se caracteriza por ser errática y tener cambios bruscos.

En este último caso las empresas deben contar con capacidad extra o flexibilidad de producción para reaccionar ante los cambios en la demanda. La ausencia de pronósticos y, en consecuencia, de planeación hace que la

empresa no tenga inventarios que ayuden a amortiguar las variaciones de la demanda. Dadas las características de productos con una demanda estable y de capacidad limitada de fabricación, se recomienda adoptar una estrategia de fabricación apropiada para el inventario.

7.5. Programación de producción

La programación de producción es, a la vez, la actividad de asignar un conjunto de trabajos al conjunto de recursos disponibles y de establecer un ordenamiento de los trabajos en cada recurso junto con sus tiempos de inicio y finalización.

Los parámetros de los trabajos que incluyen tiempo de proceso y fechas de liberación y entrega, son establecidos a través del MPS. En general, un programa de producción está relacionado con el ambiente de producción, las restricciones técnicas de procesamiento y el objetivo a optimizar. Algunos ambientes de producción son máquinas en paralelo, taller *job shop* y línea de producción *flow shop*, entre otros. Algunas restricciones típicas son las fechas de disponibilidad de los trabajos, elegibilidad de máquinas, turnos y tiempos de preparación dependientes de la secuencia. Entre las funciones objetivo se cuentan: tiempo de máximo de flujo *makespan*, número de trabajos tardíos y tardanza ponderada total, (Pinedo, 2002).

7.6. Pronósticos de inventario

Cuando se evalúa el desempeño de una política de administración de inventarios a través de un modelo, la incorporación de algunas características del sistema real puede dificultar la obtención de soluciones analíticas para las medidas de desempeño.

Por ejemplo, cuando se investiga la relación entre inventarios de seguridad, demoras de los pedidos y niveles de servicio en diferentes puntos de la cadena de suministro, a menudo los patrones de demanda cambian en el tiempo, los pedidos no son siempre del mismo tamaño (dependen del pronóstico de ventas), o existe incertidumbre sobre la demora en la atención de los pedidos debido al tamaño de los mismos, o a restricciones propias de las unidades de producción. Estas características, sin embargo, a menudo pueden incorporarse en un modelo de simulación, con la finalidad de estudiar el desempeño de la política de inventarios a través de la experimentación con el modelo de simulación, y debido a su capacidad para modelar sistemas complejos, la simulación es una herramienta eficaz para evaluar el desempeño de una política de administración de inventarios, (Chopra & Meindl, 2001).

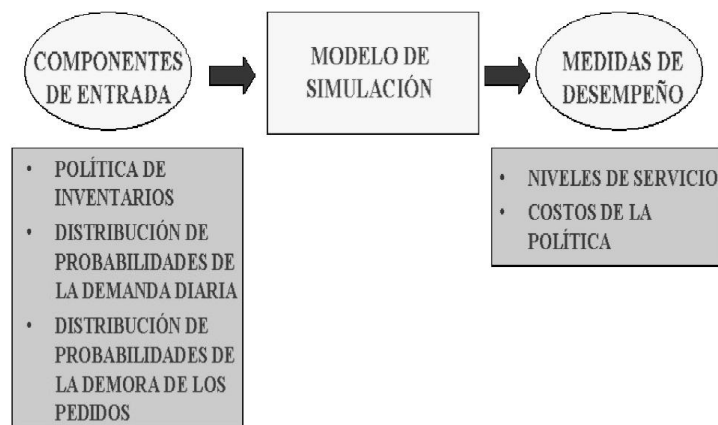
Para conducir un experimento por simulación, deben especificarse de manera precisa tanto los componentes de entrada como las salidas (medidas de desempeño) del sistema a estudiar.

En particular, si se desea simular los inventarios en una cadena de suministro según la figura 1, a menudo las medidas de desempeño (salidas) del experimento están asociadas con los niveles de servicio y con los costos incurridos, y para estimar estas medidas de desempeño se deben simular los niveles de inventario con base en la política de inventarios (en particular, de inventarios de seguridad), y en las distribuciones de probabilidad tanto de la demora de los pedidos como de la demanda.

Es conveniente remarcar que algunos componentes de entrada del modelo pueden ser conocidos (el nivel de inventario inicial, el sistema de revisión, etc.), y otros podrían estar definidos por una distribución de

probabilidades, estos últimos a menudo son llamados componentes aleatorios de entrada del modelo, (Zouaoui, 2001).

Figura 1. **Elementos de un experimento por simulación para analizar inventarios**



Fuente: elaboración propia.

El enfoque clásico para especificar la distribución de un componente aleatorio de entrada en un experimento por simulación consiste en seleccionar la distribución g y sus parámetros que se ajusta mejor a un conjunto de observaciones del componente, las que a menudo se asumen independientes e idénticamente distribuidas.

Para ser más precisos, a menudo se propone el ajuste de los parámetros con base en el método de máxima verosimilitud, y se escoge la distribución de probabilidades que se comporte mejor de acuerdo a alguna medida de bondad de ajuste como el error cuadrático promedio, (Law & Kelton, 2000).

Sin embargo, cuando se desea modelar la demanda de productos con ciclo de vida cortos (productos de moda o de temporada), o de productos cuya demanda depende de factores del entorno (dinero en agencias bancarias u

otros productos con cartera de clientes), no es conveniente asumir que las observaciones previas de la demanda provienen de la misma distribución, ya que es más realista asumir que los parámetros de la distribución de cada subconjunto de observaciones dependen de los factores propios del entorno en el período al que pertenecen las observaciones.

En este caso, el enfoque clásico es inapropiado para modelar la demanda del producto, y debe buscarse una metodología que permita incorporar las características propias de la distribución de la demanda correspondiente al escenario que se desea simular.

Cabe mencionar que algunas empresas (en particular, del sector de confecciones de moda) tienen una estrategia agresiva de ventas basada en su capacidad para manejar sus pronósticos de ventas, sus inventarios, y una cadena de suministro veloz, (Fisher, Raman & McClelland, 2000).

7.7. Políticas empresariales que pueden mejorar los resultados del pronóstico.

La elaboración de pronósticos es una tarea que debe ser entendida como un proceso organizacional, de tal forma que resulta aún más importante el entendimiento de su rol, y la generación de políticas empresariales que garanticen su efectividad.

A continuación se describen algunas estrategias empresariales que pueden permitir a la organización un uso más eficiente, racional y eficaz de los pronósticos en sus procesos de toma de decisiones, de tal forma que el know-how al interior de la organización se convierta en un activo patrimonial.

Las recomendaciones presentadas están orientadas al desarrollo de políticas que permiten corregir muchas de las desviaciones y sesgos previamente considerados.

- Reconocimiento de la importancia del rol de la predicción. La elaboración de pronósticos y su constante mejoramiento debe ser una orden directa de la Gerencia. Los administradores y gerentes deben entender la importancia del pronóstico en la toma de decisiones, así como las implicaciones económicas y financieras relacionadas con la magnitud de los errores de las predicciones en términos de su impacto sobre las políticas de la organización. Esto genera una concepción de la predicción como un proceso formal de la organización destinado a la solución de ciertos problemas determinados, más que de una de tantas tareas que realiza un individuo.
- Los modelos de predicción deben ser desarrollados para fines específicos. Un error fundamental de las organizaciones, es pensar que se pueden desarrollar modelos complejos que representan todos los aspectos de un sistema, y que a través de su operación se pueden obtener las diferentes predicciones requeridas en los procesos de toma de decisiones. Esta práctica va en detrimento de la calidad de los pronósticos obtenidos, y dificulta también el cumplimiento de los plazos previstos, así como el desarrollo y mantenimiento de los modelos como tales. El uso de conocimiento específico y una estructuración adecuada del problema de predicción puede mejorar ostensiblemente la calidad de los pronósticos, (Armstrong, 2005)
- El desarrollo de modelos de predicción no es un proyecto aislado. Los gerentes y administradores de las organizaciones deben entender que la

implementación de un modelo de predicción no es un proyecto que se inicia bajo la formulación del problema, y finaliza una vez se tenga la implementación del modelo y un protocolo para realizar las predicciones. Solamente un estudio profundo sobre su desempeño, realizado a partir de la validación de sus resultados versus la realidad permite que este sea afinado; igualmente, los cambios en el ambiente que soporta la organización deterioran la calidad de los modelos de predicción, de tal forma, que es necesaria su revisión y ajuste a las condiciones particulares del ambiente en cada momento determinado. Inclusive, los cambios pueden ser tan drásticos que hacen los modelos inapropiados, haciendo necesario el desarrollo de nuevas aproximaciones al problema.

- Los modelos de predicción no deben usarse aisladamente. Si bien, los modelos de pronóstico permiten obtener una visión cuantitativa de un futuro probable, su mayor valor organizacional es alcanzado cuando son usados en conjunto con otras herramientas que permitan un análisis del problema de decisión, con una perspectiva integral.
- Las técnicas de modelado deben usarse desde la concepción del problema. Antes de la definición del problema de predicción, debe analizarse detenidamente el problema decisorio. Diferentes herramientas para la modelación de sistemas podrían ser de utilidad; igualmente, ello permite una mejor comprensión de los requerimientos que se harán a los pronósticos para que ellos sean realmente útiles para la organización. Es ampliamente recomendable que se asuma una posición escéptica respecto a la utilidad de los pronósticos en la solución del problema abordado, estableciendo los beneficios de realizar la predicción, en términos de reducción de la incertidumbre en el corto plazo, o conocimiento adquirido.

- Generación de una infraestructura para realizar pronósticos. En muchas organizaciones, las tareas de predicción son desarrolladas como parte de las funciones de un determinado cargo, en el cual suelen realizarse diferentes actividades. Más aún, algunas organizaciones suelen contratar consultoría externa durante la fase de diseño y puesta en marcha del modelo de predicción, dejando en manos del personal interno la construcción de pronósticos, una vez ha finalizado el proyecto de desarrollo e implementación. Ello implica que las predicciones son preparadas por personal que es novicio en el modelado, aunque pueda tener un conocimiento profundo del mercado.

En este sentido, la preparación de pronósticos no es vista como una carrera profesional dentro de las empresas, de tal forma que las destrezas y habilidades necesarias para la construcción de predicciones precisas sólo suelen ser desarrolladas marginalmente, lo que va en contra de la política organizacional, en especial, si se entiende la importancia de la predicción en la toma de decisiones. En consecuencia, el rol del pronosticador debe estar definido en términos de sus funciones y responsabilidades, así como de los resultados que la administración espera de él; ello implica que el pronosticador es un experto en el modelado, capaz de realizar una aproximación disciplinada al problema, y quien a su vez tiene un conocimiento profundo del entorno empresarial y de la problemática particular que debe resolverse.

Una ventaja adicional de reconocer la preparación de pronósticos como una profesión de carrera, es que los modelos desarrollados no se convierten en cajas negras, de las que sólo se sabe cómo realizar las entradas y cómo obtener los resultados.

- Formalización de un protocolo para la construcción de predicciones basadas en juicios. Es esencial la elaboración de pronósticos basados en juicios, que el experto haga un ejercicio objetivo y planificado sobre la evolución de la variable de interés, de tal forma que posea una posición al momento de analizar los pronósticos emitidos por un sistema mecánico basado en métodos estadísticos. El éxito de la tarea depende de la existencia de un proceso estructurado para la emisión, documentación y validación de juicios, reduciendo las desviaciones y vicios que tiene el experto como ser humano.
- Realización de esfuerzos para la construcción de sistemas mecánicos de predicción. Se requieren métodos funcionales para la elaboración de pronósticos. Los pronósticos estadísticos son objetivos, consistentes y no sesgados en su forma de realización, (Sanders, 2005). Son por ello fácilmente reproducibles, a partir del registro de la diferencia del pronóstico informado, pueden manejar una gran cantidad de información, así como relaciones complejas entre las variables estudiadas. En términos generales, un modelo puede ser entendido como una teoría sobre la dinámica de la evolución de la variable estudiada, de tal forma que su proceso de construcción permite confrontar y validar el conocimiento del experto, así como considerar aspectos que no pueden ser manejados usualmente por el pronóstico basado en juicios informados.

El método estadístico de pronóstico debe ser dictaminado por el problema, ya que no existen métodos generales de predicción que puedan ser aplicados de forma universal a todos los problemas. En este sentido, el método de pronóstico utilizado debe seleccionarse a partir de las características de la dinámica de la variable analizada, las cuales son

dictaminadas desde la experiencia del experto y la verificación que realiza el pronosticador.

Se debe establecer cuáles métodos permiten representar de una forma más cercana a la realidad, las características de la serie real; usualmente, cada técnica estadística permite representar ciertos aspectos de la dinámica real de la variable analizada, por lo que la combinación de pronósticos es una alternativa viable para mejorar el desempeño de diferentes técnicas de pronóstico.

- Obtención de las predicciones finales a partir de la combinación de los juicios informados y del modelado matemático. El pronóstico final debe ser una combinación del pronóstico estadístico y la opinión de los expertos. Es claro que ambas técnicas de pronóstico poseen características complementarias, (Blattberg y Hoch, 1990). Las cuales permiten aumentar la calidad de los pronósticos finales. Aunque es posible ajustar los juicios informados usando técnicas estadísticas, por ejemplo el método de Theil, la experiencia indica que es más apropiado introducir correcciones basadas en juicios en las predicciones obtenidas con métodos estadísticos, debido a que estos últimos son superiores en la identificación de patrones subyacentes en los datos, (O'Connor, Remus y Griggs, 1993). Se han encontrado evidencias de que el ajuste de predicciones realizado a partir de juicios informados, sobre la base de resultados obtenidos con modelos estadísticos, produce en general peores resultados, (Harvey, 2005).

Igualmente, los expertos tienden a introducir correcciones innecesarias en los pronósticos, degradando su desempeño. En este sentido existen varias reglas que permiten mantener la calidad de las predicciones: debe llevarse

un registro de las razones por las cuales se realiza un ajuste del pronóstico, de tal forma que pueda evaluarse posteriormente su desempeño, así como ayudar a entender a otros colegas las razones de los ajustes. Esta práctica permite reducir los ajustes gratuitos, así como realizar un proceso de aprendizaje del porqué algunos ajustes mejoran el pronóstico, mientras otros no, (Goodwin, 2005).

Los ajustes deben hacerse sobre escenarios específicos, relacionados con la ocurrencia de hechos futuros que afectan el desempeño del modelo estadístico; resulta igualmente importante definir en qué condiciones no deben realizarse ajustes a los pronósticos, (Onkal y Gonul, 2005). Las desviaciones producidas por esta práctica pueden ser mitigadas con un registro de las razones para efectuar dichos ajustes, de tal forma que pueda evaluarse su impacto en el pronóstico, (Goodwin, 2005).

- Desarrollo de protocolos para la documentación de los modelos y los pronósticos. El desarrollo de modelos de predicción que sean útiles y valiosos en el contexto organizacional, conlleva el desarrollo de estándares de documentación tanto para su elaboración misma, como para la preparación de los pronósticos que usan sus usuarios. La documentación debe incluir los resultados de las pruebas realizadas, y aún las críticas de terceros sobre sus resultados. La preparación de la documentación sobre el desarrollo del modelo le permite al pronosticador realizar un ejercicio de autoevaluación de su trabajo, así como descubrir errores sutiles que podrían pasar inadvertidos hasta las últimas etapas del diseño. En fases posteriores, permite que el modelo pueda ser entendido, revisado, replicado, criticado y extendido por otros pronosticadores; así como también que sea valorado por los administradores y gerentes, de tal forma que sus resultados resulten creíbles y útiles.

- Fortalecimiento de los vínculos entre el pronosticador y la Gerencia. Debe cerrarse la brecha entre el pronosticador y el usuario; existe una necesidad fundamental de que los gerentes y administradores entiendan los detalles de las metodologías usadas en la predicción y las limitaciones inherentes a cada una de ellas; de igual importancia será lograr un entendimiento adecuado del impacto de la información utilizada para construir los pronósticos, permitiendo que la alta gerencia pueda usar efectivamente los pronósticos. Estos elementos permiten que los gerentes y administradores puedan visualizar nuevas aplicaciones y hacer sugerencias útiles para el mejoramiento de los pronósticos y su utilización en el entorno empresarial, de tal forma que pueda describir al equipo de predicción los problemas más importantes en situaciones complejas, y qué se espera de sus resultados; ello evita un sentimiento de distancia respecto a las predicciones realizadas.

A su vez, los pronosticadores deben entender suficientemente bien el problema de predicción desde un punto de vista empresarial, de tal forma que puedan tomar las decisiones más acertadas respecto a la metodología que será usada para la construcción de los pronósticos; resulta igualmente relevante que el pronosticador entienda las dificultades del proceso de toma de decisiones, para que pueda asumir una posición complementaria respecto a los gerentes y administradores; una de las implicaciones más importantes, es que el pronosticador pueda explicar los resultados del proceso de predicción en un contexto empresarial, maximizando la cantidad de información útil que entrega a sus usuarios.

8. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

El uso de pronóstico de inventario de cuero curtido en una industria de cinchos, mejora el retorno de la inversión de inventarios y aumenta el nivel de servicio de los clientes.

Variable independiente:

Pronóstico de inventario de cuero curtido

Variables dependientes:

Probabilidad de excedencia

Período de retorno

Factor de amplificación

Niveles de error

Nivel de servicio de los clientes.

9. CONTENIDO PROPUESTO

Con el fin de realizar la presente investigación se detalla el contenido a desarrollar en ella:

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

GLOSARIO

RESUMEN

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA FÁBRICA

1.1. Planeación estratégica

1.1.1. Misión

1.1.2. Visión

1.1.3. Objetivos

1.2. Productos

1.3. Situación actual

1.3.1. Descripción de materias primas

1.3.2. Configuración de la red interna de distribución

1.3.3. Estrategia de distribución

1.3.4. Canales de distribución

1.3.5. Metodología de elaboración del pronóstico actual

1.3.6. Ventajas y desventajas del pronóstico actual

2. ANÁLISIS GENERAL DE LOS MÉTODOS PARA PRONOSTICAR LOS NIVELES DE CUERO CURTIDO
 - 2.1. Requerimientos para establecer sistemas de pronóstico
 - 2.2. Descripción de los métodos para pronosticar
 - 2.3. Efectos de los métodos
 - 2.3.1. En el horizonte de tiempo de la planeación
 - 2.3.2. En las tendencias del mercado
 - 2.3.3. En los tiempos de entrega de la producción

3. DIVISIÓN DEL PROBLEMA DE PRONÓSTICOS PARA CONSTRUCCIÓN Y USO DEL MÉTODO ESTADÍSTICO ADECUADO AL ESTUDIO DE LA INDUSTRIA DE CINCHOS SEGÚN PERSPECTIVAS DISTINTAS
 - 3.1. Componentes de demanda
 - 3.1.1. Demanda media
 - 3.1.2. Promedio móvil exponencial ponderado
 - 3.1.2.1. Por efectos de tendencia
 - 3.1.2.2. Por efectos estacionales
 - 3.1.2.3. Por efectos perturbadores o aleatorios
 - 3.2. Pronóstico exponencial con ajuste de respuesta

4. ELABORACIÓN DEL MODELO ESTADÍSTICO-COMPUTACIONAL DE PRONÓSTICO
 - 4.1. Determinación y uso de variables
 - 4.2. Aspectos a considerar para determinar el ajuste
 - 4.3. Formatos de tablas a utilizar
 - 4.4. Recolección de datos
 - 4.5. Realización de cálculos
 - 4.6. Explosión de materiales

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 5.1. Elaboración de gráficos
- 5.2. Interpretación de resultados
- 5.3. Indicadores
- 5.4. Evaluación del modelo estadístico

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de las metodologías a utilizar se encuentran las siguientes:

- Para determinar las distribuciones de compra y venta recomendados para el análisis de producción de cinchos de cuero, se tomarán los valores máximos y mínimos estándar proporcionados por los encargados de compras y producción en base al tipo de pronóstico a realizar y al sistema de distribución estadística.
- Estableciendo que un período de registro comprende la cantidad de períodos de los valores históricos que se emplean para realizar los pronósticos de cuero curtido, el paso siguiente es seleccionar los valores de registro dependiendo de la cantidad de períodos en el futuro para la cual se quiera realizar el pronóstico. A esta cantidad de períodos en el futuro se le denominará como período de retorno, para ello se elaborará una tabla que contendrá los valores del período de registro recomendados. Para períodos de retorno superiores a doce meses, se podrán utilizar los mismos factores que para el doceavo período, a pesar de que no existe garantía que esta selección sea la óptima.
- Para estimar los parámetros de la distribución teórica para analizar los requerimientos de cuero curtido, en cada período de registro seleccionado, primero se determinará el promedio y la desviación estándar del registro de valores para las estimaciones, luego se calcularán los parámetros de posición y de escala.

- Se realiza la prueba de bondad de ajuste para determinar que el conjunto de estimaciones de pronóstico se ajusten a las distribuciones teóricas seleccionadas
- Para determinar la probabilidad de excedencia de los pronósticos partiendo de los períodos de retorno seleccionados, se calculará haciendo uso de las variables de probabilidad de excedencia, período de retorno (para períodos de retorno superiores a doce meses, se podrán utilizar los mismos factores que para el doceavo período, aunque no se garantiza que la selección sea óptima) y factor de amplificación (para disminuir los niveles de error asociados a los pronósticos realizados) previamente obtenidos.
- Calcular los pronósticos de requerimiento de cuero curtido realizando los siguientes pasos: calculando el estadístico asociado al período de retorno con la ayuda de una ecuación, calculando el pronóstico asociado al estadístico mediante una expresión matemática relacionando las variables de pronóstico, factor de severidad de la estimación, parámetro de posición de la distribución, parámetro de escala de la distribución.
- Con los resultados obtenidos se elaboran gráficas que permiten visualizar el impacto del pronóstico para colaborar en la toma de decisiones.
- El enfoque del diseño de la investigación es cuantitativo, de tipo experimental donde el valor del nivel o grado de validez se obtendrá del modelo a crear y el grupo corresponderá a la producción programada.

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se presenta la programación de las actividades para llevar a cabo la investigación.

Figura 2. **Actividades Planificadas**

Actividad	2012												2013										
	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	
1. Definición del tema a trabajar	■																						
2. Elaboración de anteproyecto de investigación		■																					
3. Entrega de anteproyecto para aprobación		■																					
4. Elaboración de protocolo			■	■	■																		
5. Entrega de protocolo para aprobación						■																	
6. Trabajo de campo							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
7. Análisis de resultados																		■	■	■			
8. Entrega de informe final																					■	■	

Fuente: elaboración propia.

12. RECURSOS NECESARIOS

Los valores mostrados a continuación reflejan costos actuales estimados de la investigación, pero únicamente con fines ilustrativos.

Tabla I. **Detalle de recursos**

Recursos humanos	Costo por hora	Total por 6 meses
Asesor principal	Q150.00	Q7,500.00
Asesor secundario	Q150.00	Q7,500.00
Imprevistos	3% s/total de RRHH	Q450.00
Total de recursos humanos		Q15,450.00
Recursos materiales o físicos		Total por 6 meses
Computadora		Q3,500.00
Papelería y útiles de oficina		Q150.00
Suministros de impresión		Q350.00
Accesorios		Q500.00
Libros		Q1,600.00
Internet y teléfono		Q900.00
Imprevistos (5% s/total de Recursos materiales)		Q350.00
Total de recursos materiales o físicos		Q7,350.00
Recursos financieros		Total por 6 meses
Estudiante		Q20,000.00
Viaticos		Q1,000.00
Imprevistos (10% s/total de recursos financieros)		Q2,100.00
Total Recursos financieros		Q23,100.00
Total general		Q45,900.00

Fuente: elaboración propia.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Achurra, M. (2005). *Gestión de la cadena de suministro de la Bodega de Licores Quinta Normal: Gestión de abastecimiento*. Ingeniero Agrónomo. Chile: Universidad de Chile.
2. Biegel, E. (1972). *Control de la Producción, procedimiento cuantitativo*. (2da. Ed.). México: Herrero Hermanos, Sucesores, S. A.
3. Buffa, E. & Taubert, W. (1987). *Sistemas de Producción e Inventario. Planeación y control*. México: Imprenta Aldina, S. R. L.
4. Christopher, M. (2007). *Logística. Aspectos estratégicos*. México: Editorial Limusa, S. A. de C. V.
5. Gómez, S. E. (2004). *Análisis y propuesta de control de inventario en bodega de pintura de Alinsa: Definición de la base de datos*. Ingeniero Industrial. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
6. Goodell, R. (1959). *Statistical forecasting for inventory control*. New York: McGraw-Hill Book Co.
7. Goodell, R. (1963). *Smoothing, forecasting and prediction*. New York: Prentice-Hall, Inc.
8. Hanke, J. E. (2006). *Pronósticos en los negocios*. México: Pearson Educación.

9. Hurtarte, G. (2008). *Propuesta de un modelo de series de tiempo para el pronóstico de ventas en una fábrica de productos químicos: Justificación del rediseño del proceso de elaboración de pronósticos*. Ingeniera Industrial. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
10. Iyer, A. (2010). *Administración de la cadena de suministro*. (1era. ed.). México: Edamsa Impresiones S. A. de C. V.
11. Lockyer, K. (1993). *La producción Industrial: su administración*. México: Alfaomega.
12. Ribeiro, L. (1997). *El éxito empresarial: cómo inventar el futuro para redefinir el presente*. Barcelona: Urano.
13. Tawfik, L. & Chauvel, A. (1984). *Administración de la Producción*. México: McGraw-Hill
14. Velásquez, G. (1983). *Administración de los sistemas de producción*. México: Editorial Limusa S. A. de C. V.
15. Zeissing, J. A. (2010). *Modelo de pronóstico y planificación de la producción de la línea de alto movimiento de fábrica de recubrimientos superficiales: Manejo de Inventario de materiales*. Ingeniero Industrial. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

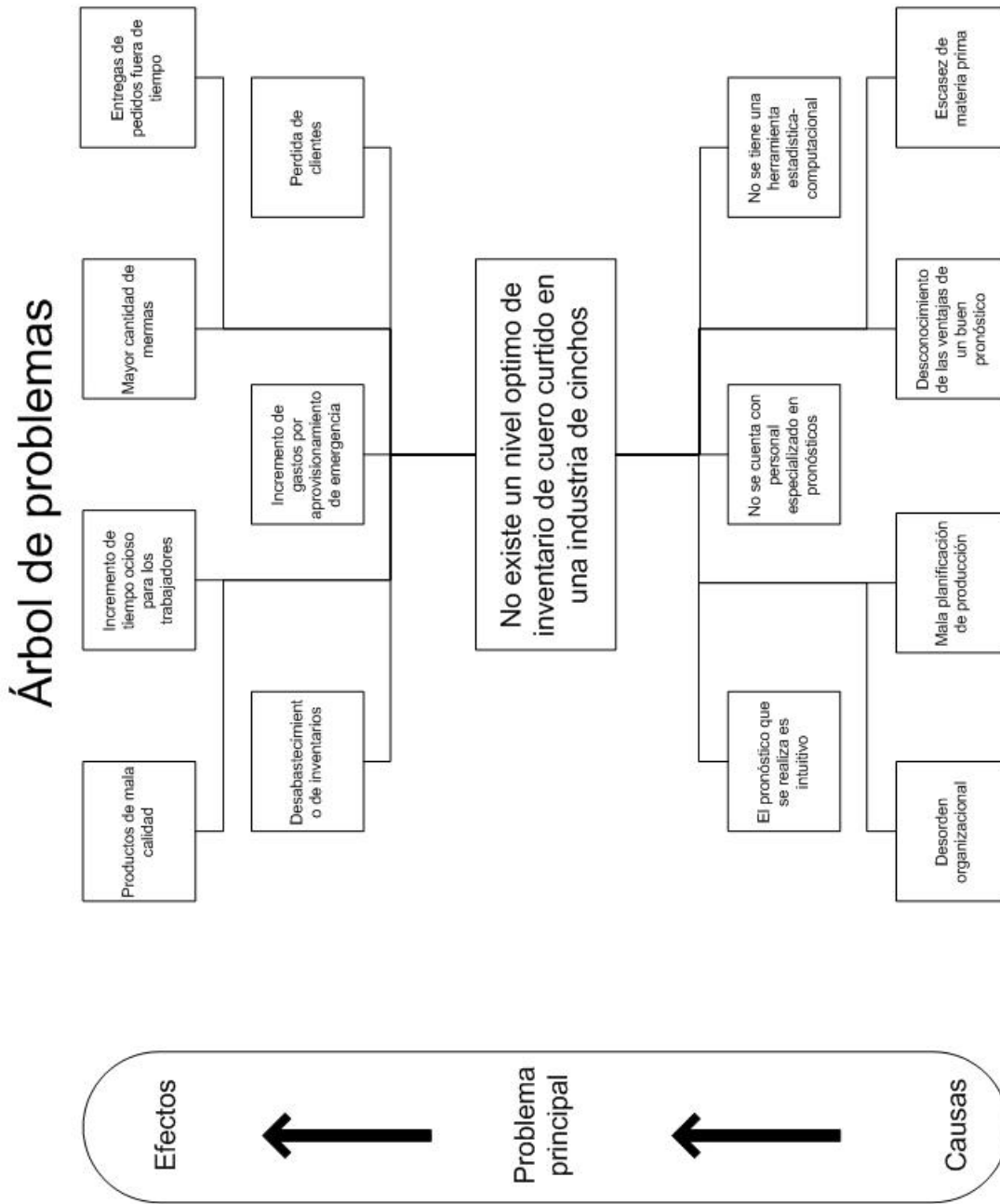
14. APÉNDICE

Tabla I. **Matriz de consistencia**

Tema: Diseño de un modelo estadístico para pronosticar el inventario de cuero curtido en una industria de cinchos							
Problema	Justificación	Objetivos	Antecedentes	Hipótesis	Marco teórico y conceptual	Diseño metodológico	Cronograma
Carencia de un nivel óptimo de cuero curtido en una industria de cinchos	Determinar inversiones de capital. Mercado eficiente y eficaz. Altos niveles de servicio. Estimar Mano de obra.	Determinar un nivel óptimo en inventario. Análisis de producción. Selección de distribución teórica. Calculo estadístico-informático	Gestión de abastecimiento en una cadena de suministro. Necesidad de pronósticos. Cumplimiento de entregas de pedidos.	El uso de pronóstico de inventario de cuero curtido en una industria de cinchos, mejora el retorno de la inversión en inventarios y aumenta el nivel de servicio de los clientes	Gestión de inventarios. Manufactura. Planeación de producción. Herramientas informáticas y estadísticas. MPS. Pronósticos. Políticas empresariales	Diagnosticar. Analizar. Recolectar. Procesar. Calcular. Presentar. Evaluar.	Ver pág. 47

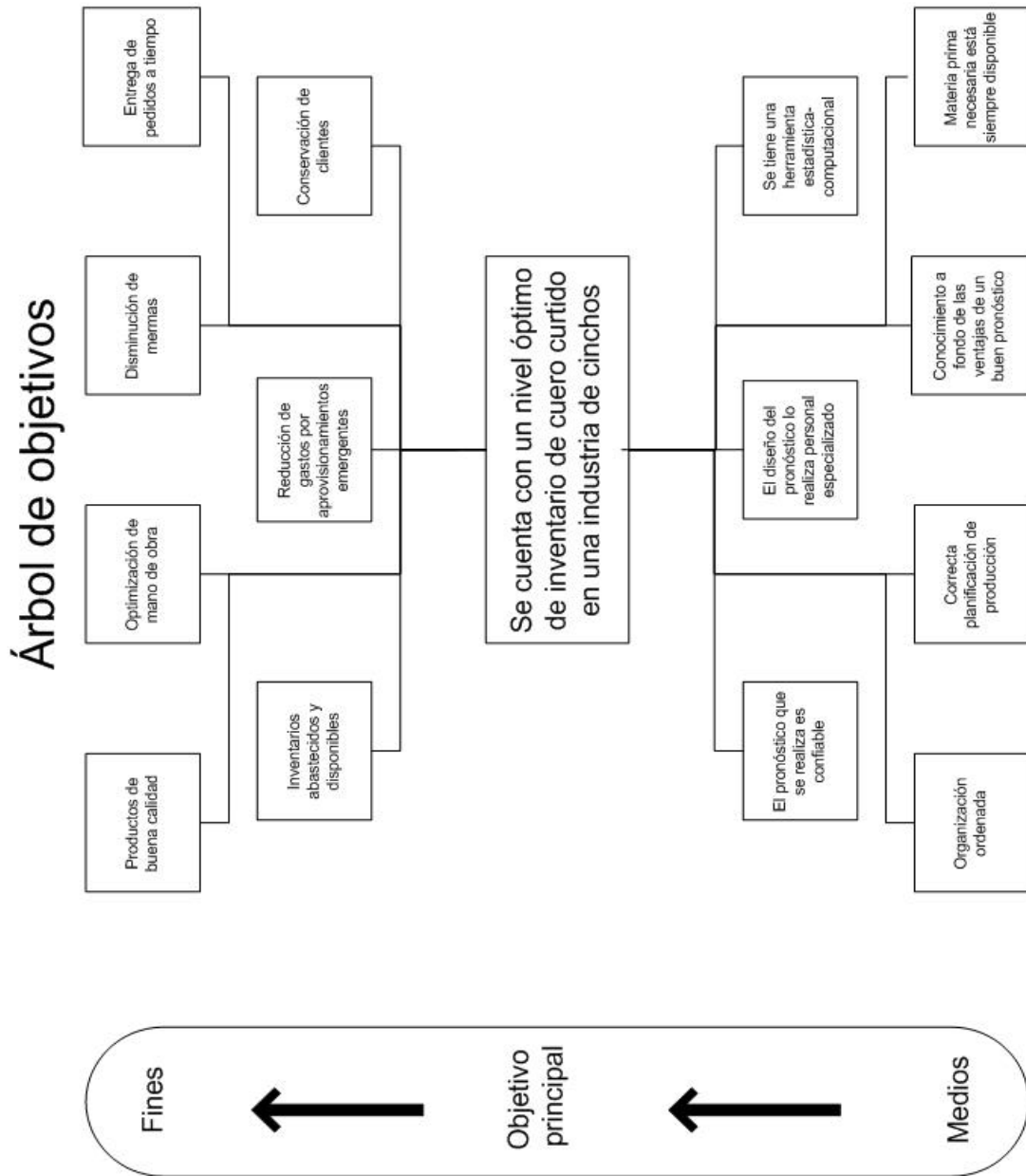
Fuente: elaboración propia.

Figura 1. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia.

