

CARACTERIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA
EMPRESARIAL

Estudio de Caso Schott Pharmaceutical Systems Colombia

JORGE LUIS BOTERO BERNAL

LINA MARÍA ÁLVAREZ POSADA

Trabajo de grado

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN
ADMINISTRACIÓN EN LOGÍSTICA Y PRODUCCIÓN
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS INTERNACIONALES
BOGOTÁ, D.C.

2013

CARACTERIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA
EMPRESARIAL

Estudio de Caso Schott Pharmaceutical Systems Colombia

JORGE LUIS BOTERO BERNAL
LINA MARÍA ÁLVAREZ POSADA

Trabajo de grado

Director de investigación
Luis Antonio Delgado Barrios

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN
ADMINISTRACIÓN EN LOGÍSTICA Y PRODUCCIÓN
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS INTERNACIONALES
BOGOTÁ, D.C.
2013

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a todas aquellas personas que han creído y creerán en nosotros. Nuestros padres, amigos, compañeros y todos los que hicieron parte de esta etapa, que culmina con aprendizaje y felicidad.

Un agradecimiento y admiración especial a todos los que desde el cielo nos acompañan, apoyan y guían en este largo camino de la Vida.

AGRADECIMIENTOS

Las personas que han hecho posible este logro, y aquellas que nos han edificado para llegar a este punto, son prácticamente incontables. Las experiencias, las enseñanzas y las vivencias con cada una de ellas nos constituyen hoy como las personas en las que nos hemos convertido.

No hace falta nombrarlas una por una, cada una de esas personas sabe lo importante que ha sido su papel en nuestras vidas.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	xi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	18
FICHA DE INFORMACIÓN GENERAL	19
1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
2 OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GENERAL	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3 MARCO TEÓRICO	22
3.1 Pronósticos de operaciones en las empresas	22
3.1.1 Definición	23
3.1.2 Principios del pronóstico	25
3.1.3 Importancia	26
3.1.4 Relación entre el pronóstico de ventas y el pronóstico de demanda de materias primas en las empresas	27
3.1.5 El pronóstico de operaciones como herramienta en la planeación administrativa	27
3.2 Métodos para el cálculo de pronósticos	31
3.2.1 Métodos cualitativos	33
3.2.1.1 Delfos	34
3.2.1.2 Juicio de expertos	35
3.2.1.3 Redacción del escenario	35
3.2.1.4 Enfoques intuitivos	35

3.2.1.5	Investigación de mercado	35
3.2.1.6	Analogía histórica	36
3.2.2	Métodos cuantitativos	37
3.2.2.1	Modelos de series de tiempo	37
3.2.2.2	Modelos de pronóstico casual	47
3.3	Factores para la selección del método de pronóstico	51
3.4	Monitoreo y control de un modelo de pronóstico	53
3.4.1	Aproximación visual	53
3.4.2	Indicadores cuantitativos de análisis del error de los modelos de pronóstico desarrollados	53
4	Metodología	56
4.1	Enfoque	56
4.1.1	Algunas variables a ser consideradas	56
4.2	Procedimiento	56
4.2.1	Exploración del proceso actual de pronósticos de demanda en la empresa estudiada	58
4.2.2	Investigación de las mejores prácticas de métodos y modelos de pronósticos	60
4.2.3	Comparación y evaluación del proceso de pronóstico de demanda estudiado en la empresa seleccionada	61
4.2.4	Síntesis de la información y generación de la herramienta de evaluación de procesos empresariales de pronóstico de demanda	62
5	Desarrollo	63
5.1	Proceso actual de pronósticos de demanda en Schott pharmaceutical systems colombia	63
5.1.1	Descripción del proceso de pronóstico de demanda: hallazgos in situ	64
5.1.1.1	Existencia de un proceso de pronóstico de demanda	65

5.1.1.2	Formalidad e institucionalidad del proceso de pronóstico de demanda	66
5.1.1.3	Presencia de juicio humano en el proceso	67
5.1.2	Entrevistas	69
5.2	Comparación y evaluación del proceso de pronóstico de demanda en la empresa estudiada	78
5.2.1	Análisis cuantitativo	78
5.2.1.1	Análisis del proceso de pronóstico de demanda en la empresa estudiada	78
5.2.1.2	Medida y análisis del error del modelo actualmente usado por la empresa estudiada	80
5.2.1.3	Análisis estadístico de las características de los conjuntos de datos	80
5.2.1.4	Desarrollo de modelos cuantitativos de pronósticos de demanda	84
5.2.2	Modelos cuantitativos seleccionados	86
5.2.2.1	Promedios Móviles Simples	86
5.2.2.2	Promedios Móviles Ponderados	86
5.2.2.3	Suavizamiento Exponencial simple, doble y con ajustes de tendencia y/o estacionalidad	87
5.2.2.4	Metodología ARIMA	87
5.2.3	Resultados de los modelos de pronóstico cuantitativos propuestos	88
5.2.3.1	Generación y selección de los modelos cuantitativos de pronóstico	88
5.2.3.2	Optimización	91
5.2.4	Modelos generados	93
5.2.5	Resultados de error de los modelos cuantitativos de pronóstico	99
5.2.6	Verificación y validación de los resultados	101
5.2.7	Análisis cualitativo de la empresa y su operación respecto a los procesos de pronóstico de demanda	101
5.2.7.1	Alineación con las características clave de la operación de la empresa	101
5.2.8	Características del mercado que atiende la empresa	105

5.2.9	Resultados de la comparación	108
5.2.10	Estado ideal del proceso	108
5.2.11	Estado actual del proceso	113
5.2.12	Resultados	116
5.2.12.1	Falta de Integración de Información	116
5.2.12.2	Falta de Habilidades de Análisis	116
5.2.12.3	Falta de Formalidad en el Proceso	116
5.2.13	Recomendaciones	117
5.2.13.1	Integración de la información	117
5.2.13.2	Falta de Habilidades de Análisis	117
5.2.13.3	Formalidad en el Proceso	118
5.3	Síntesis de la información y generación de herramienta de evaluación de proceso cuantitativo de pronóstico de demanda	119
5.3.1	Herramienta de evaluación de proceso cuantitativo de pronóstico de demanda	119
5.3.1.1	Generación de herramienta de soporte	119
5.3.1.2	Soporte y documentación	119
6	Conclusiones	121
6.1	Conclusiones específicas respecto al proceso de pronóstico de la demanda en la empresa estudiada	121
6.2	Conclusiones generales respecto a los procesos de pronóstico de demanda	121
7	RECOMENDACIONES	123
	BIBLIOGRAFÍA	124

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Pronóstico como parte integral de la planeación empresarial	30
Figura 2. Tipos de pronóstico según su enfoque	33
Figura 3. Patrones de tendencia	38
Figura 4. Relación entre componente cíclico y tendencia	39
Figura 5. Procedimiento metodológico	58
Figura 6. Exploración del proceso actual	58
Figura 7. Exploración de las mejores prácticas	60
Figura 8. Comparación y evaluación del proceso	61
Figura 9. Síntesis de la información y generación de la herramienta	62
Figura 10. Análisis de Coeficiente de Variación - Histograma	82
Figura 11. Coeficientes de Autocorrelación de Referencia de Materia Prima "21.75/1/FC"	84
Figura 12. Metodología de optimización y selección de modelos óptimos y con ajuste adecuado para los conjuntos de datos	90
Figura 13. Proceso ideal de pronóstico de demanda en la empresa estudiada	111
Figura 14. Información necesaria ideal para el proceso de pronóstico de demanda en la empresa estudiada	112
Figura 15. Información necesaria ideal para el proceso de pronóstico de demanda en la empresa estudiada	114
Figura 16. Información usada actualmente en el proceso de pronóstico de demanda en la empresa estudiada	115

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Pronósticos según el rango de tiempo	31
Tabla 2. Análisis de entrevistas	69
Tabla 3. Resultados MAPE modelos cuantitativos de pronóstico	100

GLOSARIO

CUALITATIVO: Adjetivo que se utiliza para referirse a la cualidad de una cosa, objeto o fenómeno, definiendo por ejemplo, se es alto, bajo, ancho, angosto, color, comportamiento, tendencias, etc.

CUANTITATIVO: Se refiere a la cuantía, magnitud, proporción u número de las cosas o fenómenos que se están analizando o evaluando.

DEMANDA: En términos económicos la demanda se refiere al total de bienes y servicios que un grupo social realiza, lo cual puede verse afectado por la oferta, los precios, disponibilidad del producto u otros factores de tipo económico, social, político etc.

ESTACIONALIDAD: En las áreas de economía y finanzas se interpreta como una característica comportamental de variables de estas áreas las cuales fluctúan en el tiempo, como respuesta a factores diversos como cambios de estaciones, temporadas de comercio especiales, etc. La estacionalidad puede ocurrir en periodos de corto, mediano y largo plazo.

GESTIÓN: Comprende un conjunto de operaciones encaminadas a la dirección y/o administración de un negocio o empresa. El objetivo de la misma es optimizar los resultados de la compañía.

INSUMO: Hace referencia a un determinado bien que se requiere y emplea para la producción de otros bienes, por lo cual hace parte del proceso productivo y operacional de una empresa.

MATERIA PRIMA: Es el conjunto de elementos e insumos que se requieren en una empresa o fábrica para la elaboración de un producto, de manera que puede ser incorporada o trasformada para la obtención del mismo.

MODELO: Representación de un objeto, sistema, idea o proceso el cual está diseñado para su aplicación en ámbitos diferentes bajo unas condiciones y características determinadas.

OFERTA: Cantidad de bienes y/o servicios que los las empresas y personas productoras están dispuestas a poner en el mercado para su compra por el consumidos, bajo precios y condiciones diferentes. La oferta puede verse afectada por el precio del producto en el mercado, factores relacionados con la producción, tamaño del mercado, empresas competidoras, cantidad de bienes producidos, entre otros.

ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES: Actividad en donde los recursos fluyen en un sistema definido para ser combinados y transformados de manera controlada con el fin de agregarles valor, y de esta manera generar bienes y servicios que serán ofertados en el mercado.

PLANIFICACIÓN: Primera fase del proceso administrativo que consiste en formular de manera ordenada las directrices de la empresa y las acciones que llevará a cabo para el logro de sus objetivos y metas.

PONDERACIÓN: Hace referencia a la relevancia o peso que un fenómeno o algo posee en relación a otros.

PROMEDIO: Dato estadístico que valor medio que resulta de dividir la suma de un número determinado de valores entre la cantidad de estos mismos.

PRONÓSTICO: Es el conocimiento anticipado sobre un suceso o fenómeno el cual se obtiene por un método o proceso definido.

PROVEEDOR: Persona u organización que abastece a otras empresas con bienes o productos, los cuales se utilizarán para la producción de otros bienes o servicios o para su venta.

TENDENCIA: Patrón de comportamiento en un determinado tiempo que señala la dirección o rumbo del mercado.

TOMA DE DECISIONES: Proceso organizacional en donde se consideran varias opciones o alternativas para la solución de un problema, prevenir el mismo o resolver situaciones diversas dentro del ámbito organizacional, optando por la elección de una opción.

RESUMEN

Entendiendo a las empresas como unas de las organizaciones fundamentales de la sociedad y la economía, la forma en que éstas se relacionan con su entorno constituye en buena medida la forma en que las naciones avanzan, siendo el motor de la economía.

Una enorme mayoría de empresas deben enfrentar un problema esencial en sus operaciones: cómo analizar las circunstancias actuales para intentar predecir la demanda futura, información siempre incierta y nebulosa, y que es crucial para el buen desempeño de la empresa en su entorno competitivo (Miao, Xi. 2007). De la pertinencia de esta predicción se desprenden actividades y decisiones cruciales en las operaciones de la empresa, tan importantes que pueden significar la diferencia entre la supervivencia o la el fracaso de toda la organización (Kumar, Patel, 2007).

El objetivo principal de esta investigación es, por medio de la identificación de diversos factores y variables, la caracterización del proceso de toma de decisiones respecto a qué metodología y variables usan las empresas para pronosticar la demanda futura de productos.

Siendo este un *Estudio de Caso*, que combina enfoques cuantitativo y cualitativo, se levantará información por medio de entrevistas personales con las personas encargadas de tomar las decisiones y manejar la información concerniente a los pronósticos de la demanda de productos en las empresas. Además se revisará cuantitativamente la precisión de los métodos de pronóstico que se han usado antes en la empresa, contrastando tales métodos con los datos históricos de las ventas reales.

El cruce de esta información permitirá diagnosticar qué tan apropiadas han sido sus decisiones, y luego identificar factores clave que permitan identificar la pertinencia de un método de pronósticos para un uso específico. Adicionalmente,

plantear una mejor forma de pronosticar la demanda, modificando o replanteando los procesos y métodos de pronóstico que la empresa estudiada actualmente usa, al igual que el proceso de toma de decisiones por medio de las cuales se toma este tipo de consideración.

Se espera caracterizar el proceso de toma de decisiones respecto a los métodos de pronóstico a utilizar por las empresas, para identificar elementos que representen fallas fundamentales que lleven a las empresas a tomar malas decisiones sobre la metodología a usar y por ende a pronosticar su demanda de forma inadecuada.

Palabras Clave: Pronóstico, Demanda, Abastecimiento, Planeación, Proceso Corporativo, Logística, Cadena De Abastecimiento.

ABSTRACT

Understanding enterprises as some of the fundamental organizations of society and economy, the way in which they relate to their environment constitutes mostly the form in which the nations advance.

An enormous majority of companies must face an essential problem in their operations: how to analyze the current circumstances to try to predict the future demand, information always uncertain and cloudy, and that is crucial for the good performance of the company in his competitive environment (Miao, the Xi.th 2007). crucial decisions in the enterprises' operation rely on the the accuracy of this prediction activities, so important that can mean the difference between the survival or the failure of the whole organization. (Kumar, Patel, 2007).

The principal aim of this investigation is, by means of the identification of diverse factors and variables, the characterization of the decision making process with regard to what methodology and variables companies use to predict the products' future demand.

The crossing of this information will allow diagnose how appropriate the decisions have been, and then to identify key factors that allow to clear the relevancy of a forecasting method for a specific scenario. Additionally, to raise a better way of predicting the demand, modifying or rethinking the forecasting processes and methods that the studied company nowadays uses, as the decision making process.

It is expected to characterize the decision making process with regard to the forecasting methods to used by enterprises, to identify elements that represent fundamental failures that lead companies to make bad decisions on choosing the forecasting techniques and therefore to predict demand of inadequate form.

Key Words: Forecasting, Demand, Supply, Planning, Corporate Processes, Logistics, Supply Chain.

INTRODUCCIÓN

La manera en la que las empresas pronostican su demanda tiene diversos matices y dimensiones en las cuales sus elementos contribuyen una gestión apropiada o inapropiada anticipación de los eventos futuros.

Las empresas requieren de procesos de anticipación y pronóstico de la demanda que se ajusten a sus necesidades, a las características del mercado y la dinámica de la demanda que se pretende anticipar. Esta investigación presenta una aproximación con solidez teórica y vivencial que permite evaluar la pertinencia de los elementos presentes en un proceso existente de pronóstico corporativo de demanda, o por su parte, contar con los elementos suficientes y apropiados para construir un proceso corporativo de demanda en una organización que no cuente con él.

Además, estos elementos podrán verse evidenciados en el estudio de un caso puntual y real en que una empresa es evaluada en todos los aspectos y dimensiones desplegadas e investigadas en este trabajo, permitiendo vislumbrar el efecto de cada uno de esos aspectos al momento de su aplicación y ejecución en un escenario real. Esta perspectiva ofrece una comprensión profunda de la importancia y de la configuración de los procesos de pronóstico de la demanda en un contexto empresarial e industrial.

FICHA DE INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del proyecto	Caracterización de la Gestión de Pronósticos en las Empresas.	
Descriptores / Palabras Clave	Business Forecasting, Sales Forecasting, Supply Chain Management, Forecasting, Supply & Demand	
Investigador Principal	Jorge Luis Botero Bernal.	
Contacto	Dirección	Carrera 7 # 60-65 apto 901
	Teléfono	+57 1 541 5203
	Celular	3117700613
	Correo Electrónico	boterobe.jorge@ur.edu.co jorgeluisbotero@gmail.com
Duración	10 meses	
Fecha de Inicio	15 de enero de 2013.	
Fecha de Terminación	29 de noviembre de 2013.	
Clasificación del área disciplinar	Industria y Comercio	
Sector de Aplicación	Diversos sectores industriales y comerciales	
Clasificación del tipo de financiación	Externa: nacional o internacional	x
	Interna: Facultad o Fondo de Investigaciones de la Universidad	
Tipo de Proyecto	Pequeño	x
	Estratégico	
Costo general del proyecto	\$112,000. COP	
Costo financiado por el FIUR	\$0	
Nombre Entidades Cofinanciadoras	-	
Monto a finanzas por entidades Cofinanciadoras	-	
Tiempo semanal (agregando todo el recurso humano)	14 horas semanales	

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El pronóstico de la demanda futura es un proceso esencial en cualquier organización empresarial con un grado aceptable de planeación de sus operaciones y actividades. Desafortunadamente muchas empresas tienen procesos de pronóstico de demanda establecidos de formas arbitrarias o inadecuadas, y en el peor de los casos, ni siquiera cuentan con ellos. Los efectos de este fenómeno tienen alcances de gran magnitud, pues las empresas son el principal motor de la economía; su mal desempeño frena la creación de valor y el crecimiento de la economía.

Es necesario identificar y comprender las maneras en las que las empresas pronostican su demanda, encontrando factores positivos y negativos en cuanto a la exactitud y la pertinencia de los resultados que estos procesos de pronóstico generan, buscando así mejorar el desempeño de las empresas y los resultados que generan, no solo en términos económicos sino entendiendo las empresas como fuentes de generación de empleo y estabilidad económica y social.

Así, la pregunta de investigación puede definirse de esta forma: ¿Cómo es que las empresas toman decisiones sobre qué metodología y variables usar para pronosticar la demanda de productos?

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el proceso de la toma de decisiones respecto a qué metodología y variables usan las empresas para pronosticar la demanda futura de productos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar factores que afectan positiva o negativamente el proceso de decisión respecto a los pronósticos de demanda de productos en las empresas.
- Medir, en términos generales, los niveles de exactitud de los pronósticos que llevan hoy en día las empresas.
- Identificar variables faltantes o sobrantes dentro de la metodología de pronósticos de demanda que actualmente se aplican en las empresas; variables que impactan negativamente en la exactitud y pertinencia de los resultados del pronóstico.
- Construir un conjunto de acciones y evaluaciones que permita a las empresas revisar la pertinencia de la metodología de pronóstico de demanda de productos a utilizar.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 PRONÓSTICOS DE OPERACIONES EN LAS EMPRESAS

Entendiendo que actualmente los mercados presentan un comportamiento mucho más dinámico que hace unas cuantas décadas, ha resultado necesario el diseño e implementación de diferentes herramientas administrativas y de gestión que permitan la optimización de las actividades empresariales.

Generalmente, en el campo de la administración de operaciones, poder predecir a tiempo los sucesos futuros del mercado puede significar el éxito del negocio, en este sentido, cobra importancia poder conocer cuál será el posible comportamiento de la demanda de los productos o servicios que ofrecen las empresas, en donde las necesidades de predicción dependen del producto, mercado¹ y abarcamiento de nichos de mercado que se pretenden abastecer (Everet y Ebert, 1991).

En este sentido, los pronósticos, se han constituido como una de las herramientas más útiles para los gerentes, puesto que permiten una estimación futura de las demandas y los recursos de materia prima necesarios para poder abastecerla, así mismo, y entendiendo las inevitables interrelaciones de los componentes y actividades que se desarrollan en los procesos internos de las empresas, los pronósticos permiten estimar presupuestos de compras, contratación de mano de obra, un mejor manejo de inventarios, entre otros. Anderson, Sweeney y Williams, 2004) .

Con lo anterior, resulta indiscutible que los pronósticos se constituyen como una herramienta que también permite tomar decisiones y desarrollar estrategias -a corto, mediano y largo plazo- en relación a los productos, procesos,

¹ En relación al mercado sobre el cual una determinada empresa pretendiera realizar un trabajo de pronóstico, hay que identificar el tipo de mercado sobre el cual se requiere trabajar, pudiendo ser: mercado potencial, mercado disponible, mercado meta o mercado penetrado.

operaciones y otras gestiones que tienen lugar dentro de las empresas (Gaither y Fraizer, 1999).

En el presente apartado se expone la definición en términos administrativos de *pronóstico*, se hace un reconocimiento de su importancia en la labor gerencial y administrativa, se describen los principios generales de los métodos de pronóstico, se enuncia las clasificaciones más comunes de los distintos modelos de pronóstico existentes, se establece la relación existente entre el pronóstico de la demanda de materias primas en las empresas y, por último, puede encontrarse una importante descripción de cómo los pronósticos se constituyen como una importante herramienta en la planeación administrativa.

3.1.1 Definición

Antes de pretender abordar con un poco más de profundidad la relevancia de los pronósticos dentro de las empresas, resulta necesario identificar algunas definiciones del término, de manera que permita una delimitación y clarificación de lo que este implica en el ámbito administrativo, de manera que pueda ofrecer a los lectores un mayor entendimiento del tema.

Dos autores que ofrecen una definición clara son Everet y Ebert, quienes indican que: “el pronóstico es un proceso de estimación de un acontecimiento futuro proyectando hacia el futuro datos del pasado. Los datos del pasado se combinan sistemáticamente en forma predeterminada para hacer una estimación del futuro” (1991, p. 84).

En concordancia con la anterior definición, Chapman (2006) define la formulación de pronósticos de la siguiente forma: “la formulación de pronósticos (o proyección) es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro” (p. 17). En comento de la definición que el autor ofrece, él mismo aclara que más que una predicción, un pronóstico es una proyección con

forma estructurada del conocimiento pasado, el cual puede hacerse a largo, mediano o corto plazo, de acuerdo a lo que el gerente o administrador requiera.

Considerando que muchos pueden confundir el término pronóstico con predicción, estos mismos autores aclaran que el primero sólo puede hacerse con la ayuda de datos e información del pasado, mientras que las predicciones tan solo se basan en consideraciones de tipo subjetivo, en donde los métodos de juicio son la habilidad y la experiencia de la persona que las realiza (Everet y Ebert, 1991).

Finalmente, respecto a lo que significa e implica pronosticar en el área de la administración de operaciones, Heizer y Render (2004) definen: “pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los eventos futuros. Puede implicar el uso de datos históricos y su proyección hacia el futuro mediante algún tipo de modelo matemático” (p. 104). Como podemos apreciar, este autor agrega al concepto el factor de uso de algún tipo de modelo matemático el cual toma referencia en datos de la empresa.

Contando con estas interpretaciones de lo que “pronosticar” significa y cómo se aplica desde diferentes perspectivas y posibilidades, es menester precisar que en la presente investigación se realizarán procesos de pronóstico basados en datos cuantitativos que constituyen series de tiempo. Entiéndase “serie de tiempo” como una conjunto de datos en función de múltiples variables, en el cual una de las variable independiente es el tiempo mismo y su transcurso natural.

En el caso puntual de este trabajo los conjuntos de datos tienen dos variables, sean el tiempo como variable independiente y los volúmenes de ventas, expresados en cantidades de dinero vendida en cada periodo mensual de tiempo.

Para que estos conjuntos de datos sean manipulables y homogéneos, sufrirán diversos procesos de transformación a lo largo del desarrollo de la investigación, pero en ningún momento se verá afectada su naturaleza propia de ser series de tiempo.

3.1.2 Principios del pronóstico

Son distintos los modelos matemáticos y estadísticos que se han diseñado para el cálculo de pronósticos en diferentes áreas y para diversos propósitos, sin embargo, a pesar de que las metodologías son distintas, pueden encontrarse las siguientes características comunes, las cuales son descritas por Chapman en su libro titulado *Planificación y Control de la Producción* (2006).

- Casi siempre son incorrectos: resulta raro que el cálculo de un pronóstico coincida con la realidad de lo que pueda pasar en la empresa, puesto que existen factores externos a la misma que no son predecibles. En este sentido, la concentración del administrador o gerente se enfoca en estimar qué tan equivocado puede ser el método utilizado, para así prevenir la acción por medio de la cual se atenderá dicha equivocación en la medida en que ocurra.
- Son más precisos para grupos o familias de artículos: esta afirmación se soporta bajo la premisa de que “los errores de proyección respecto de productos individuales tienden a cancelarse entre sí a medida que se les agrupa” (p. 18), así entonces, resultaría más preciso pronosticar la demanda de todas las marcas de carros, que pronosticar la demanda de una sola.
- Son más precisos calculados para periodos cortos: esto gracias a que siempre se cuenta con un número mayor de información para calcular los eventos inmediatos a corto plazo que aquellos a largo plazo.
- Siempre deben incluir un error de estimación: entendiendo que, tal como se afirma en el primer principio, los pronósticos casi siempre son incorrectos, por ello, en todos los modelos matemáticos diseñados para su cálculo incluyen una estimación de error.

- No sustituyen la demanda calculada: en este sentido el autor indica que si se cuenta con datos de la demanda real para un determinado periodo, nunca se deben realizar cálculos en base al pronóstico para el mismo periodo, por lo tanto, es más recomendable siempre hacer uso de la información real mientras esté disponible.

Un último principio descrito por Heizer y Render (2004) que es importante resaltar, es que las técnicas o metodologías de pronóstico “suponen la existencia de cierta estabilidad subyacente en el sistema” (p. 106).

3.1.3 Importancia

Entendiendo que las empresas y organizaciones operan bajo un ambiente de incertidumbre bajo el cual, de manera constante, se deben estar tomando decisiones que afectan las actividades futuras de las mismas, resulta imperioso contar con herramientas que permitan tener alguna certeza acerca de lo que sucederá a futuro, para que de esta forma la toma de decisiones pueda realizarse bajo un soporte mucho más confiable que el de la misma incertidumbre. Es así como el uso de metodologías y herramientas de pronóstico resulta relevante en las organizaciones (Kanke y Reitsch, 1996).

Dicho ambiente de incertidumbre es mucho mayor que el de hace algunas décadas, puesto que en muy poco tiempo se han generado importantes transformaciones en la manera de realizar negocios, los tamaños de los mercados, productos, servicios, etc. Así por ejemplo, la actividad gubernamental ha intensificado su actividad de vigilancia sobre las empresas, la competencia es mucho más cerrada en diversas áreas, el mercado globalizado ha crecido a un ritmo acelerado y la competitividad del mercado es cada vez más exigente. Bajo este panorama, es muy difícil poder prever a tiempo y con cierto grado de precisión el futuro de comportamiento del mercado, pero quien no lo haga tendrá un paso más cerca al fracaso.

La realización de pronósticos tiene una importancia de tipo estratégica, puesto que impulsa la toma de decisiones de muchas áreas de las empresas. (Macias Calvario 2007)

3.1.4 Relación entre el pronóstico de ventas y el pronóstico de demanda de materias primas en las empresas

Gaither y Frazier (1999) aseguran que los pronósticos de venta son el punto de partida para la realización de los pronósticos de demanda por parte de la empresa de materia prima, insumos, mano de obra y demás recursos necesarios para el proceso de producción, constituyéndose así como la herramienta sobre la cual se diseña y desarrolla la estrategia empresarial en lo relacionado a recursos y a la producción.

Es de esta manera, como el saber con un tiempo de anterioridad el estimado de ventas en unidades, ayuda de manera directa a estimar la cantidad de los recursos necesarios para el abastecimiento de dicha demanda, dando tiempo para hacer cotizaciones, presupuestos, compras, diseños o rediseños del producto o servicio, selección de proveedores y el desarrollo de otras actividades que tienen que ver con la adquisición de materias primas e insumos de producción.

3.1.5 El pronóstico de operaciones como herramienta en la planeación administrativa

Los pronósticos se consideran como una herramienta importante dentro de los procesos de planeación administrativa, puesto que todas las actividades y departamentos encargados desarrollan sus planes operativos, presupuestos, programas y objetivos en base a estos. En este sentido, se expone que:

Así por ejemplo, el departamento de ventas y mercadotecnia necesitan un pronóstico de ventas para fijar sus objetivos y planes. Del mismo modo las secciones de producción y mantenimiento diseñarán sus planes y programas de adquisición de materias primas, contrataciones de personal y mantenimiento preventivo de la maquinaria apoyados en un pronóstico de las cantidades y los tiempos de producción. Por su parte los departamentos contable y

financiero elaborarán sus presupuestos y flujos de efectivo basados en un pronóstico sobre los ingresos y egresos para el siguiente periodo (Izar Landeta, 1996, p. 130).

De esta forma resulta clara la importancia de los pronósticos en el proceso de planeación en las empresas, puesto que de estos se derivan muchas actividades en distintos departamentos.

De igual forma, y de una manera un poco más amplia, Gaither y Frazier (1999) sustentan tres razones -enlazadas con el procesos de planeación- por las cuales los pronósticos resultan esenciales en la nombrada fase administrativa, las cuales son:

- Planeación de nuevas instalaciones: la realización de pronósticos a largo plazo de la demanda de productos e insumos permite a los gerentes de operaciones tener el tiempo suficiente y los datos necesarios para diseñar y construir de manera adecuada las instalaciones (o mejoras de las mismas) en las fábricas, de esta manera evita equivocaciones en donde pudiera diseñar espacios insuficientes para el almacenamiento de materias primas o para el bodegaje de mercancías, etc. El tipo de pronóstico necesario para estas estimaciones son de largo plazo, puesto que las construcciones e instalaciones de las empresas y sus modificaciones son costosas.
- Planeación de la producción: entendiendo de las tasas de producción deben subir o bajar en concordancia con las demandas de productos, los pronósticos de ventas y de requerimientos de insumos resultan útiles para la planificación a tiempo de la capacidad de los procesos de producción, en otras palabras, “los gerentes de operaciones necesitan pronósticos a mediano plazo, de forma que puedan conocer por anticipado el tiempo necesario para tener lista la capacidad de producción para producir estas demandas mensuales viables” (Gaithier y Fraizer, 1999, p. 60).

Programación de la fuerza de trabajo: comprendiendo que la demanda de fuerza de trabajo varía de acuerdo a la demanda de productos, en donde en

ocaciones puede necesitarse personal extra o, por el contrario, se requieren reducciones de personal por temporadas de producción bajas debido a reducciones en la demanda de productos. En este punto, resultan útiles los pronósticos a corto plazo, de manera que se disponga con el tiempo preciso y suficiente para ejecutar los cambios de la fuerza de trabajo.

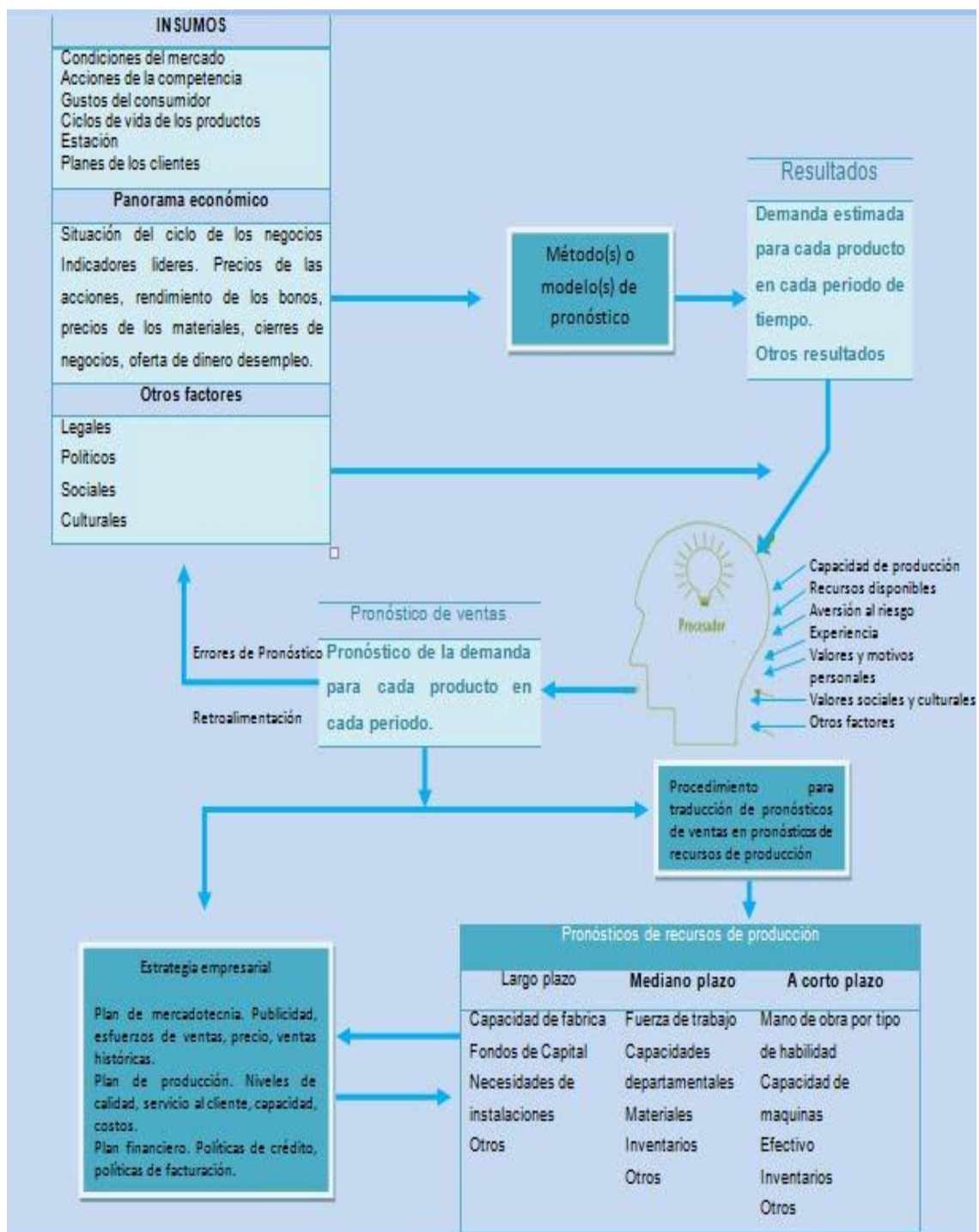
Por otro lado, ampliando la utilidad de los pronósticos en la planeación administrativa, se expresa que:

El punto de inicio de prácticamente todos los sistemas de planificación se da a partir de la demanda real o esperada de los clientes. Sin embargo, en casi todos los casos el tiempo necesario para generar y entregar el producto o servicio excederá la expectativa del cliente. Si se quiere evitar que esto suceda, la producción tendrá que dar principio antes de que se conozca la demanda real del consumidor. Así, la producción deberá iniciar a partir de la demanda esperada o, en otras palabras, de un pronóstico de la demanda (Chapman, 2006, p. 17).

Así las cosas, los pronósticos resultan de gran utilidad para determinar la cantidad necesaria de insumos, materias primas y personal para la producción, así como para realizar diseños y ajustes de construcciones de las plantas de producción y la respuesta anticipada a tiempo en términos de oferta frente a los cambios de la demanda del bien o servicio sobre el cual trabaja una determinada empresa.

La figura que se presenta a continuación ilustra claramente la manera como el pronóstico de la demanda se hace parte integral de la planeación administrativa.

Figura 1. Pronóstico como parte integral de la planeación empresarial



Fuente: (Gaither y Frazier, 1999, p. 61)

Como puede apreciarse, los pronósticos de ventas son el eje en torno al cual giran los temas relacionados con insumos de producción, la estrategia empresarial a seguir y los resultados de la actividad. Valga la pena citar que “las estimaciones de la demanda para productos y servicios por lo general se conocen como *pronósticos de ventas*, que en la administración de la producción y de las operaciones constituye el punto de partida de todos los demás pronósticos” (Gaither y Frazier, 1999, p. 59)

3.2 MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE PRONÓSTICOS

Existen dos clasificaciones de los pronósticos: la primera es de acuerdo al marco de tiempo, pudiendo ser a corto, mediano o largo plazo; y la segunda de acuerdo al tipo de enfoque usado, encontrando enfoques de tipo cuantitativo o cualitativo.

En relación a la clasificación por el marco de tiempo, la siguiente tabla indica de manera clara el rango de tiempo que cada uno de estos puede abarcar, los factores a pronosticar, y algunas unidades de medida típicas en cada uno de ellos.

Tabla 1. Pronósticos según el rango de tiempo

Horizonte de pronóstico	Rango de tiempo	Ejemplos de factores que deben pronosticarse	Algunas unidades de pronóstico típicas
Largo plazo	Años	Nuevas líneas de productos Líneas actuales de productos Capacidades de fábrica Fondos de Capital Necesidades de instalaciones	Dólares Dólares Galones, horas, libras, unidades o clientes por periodo Dólares Espacios, volúmenes
Mediano plazo	Meses	Grupos de productos Capacidades departamentales Fuerza de trabajo Materiales comprados	Unidades Horas, golpes, libras, galones, unidades o clientes por periodo Trabajadores, horas Unidades, libras, galones

Horizonte de pronóstico	Rango de tiempo	Ejemplos de factores que deben pronosticarse	Algunas unidades de pronóstico típicas
		Existencias o inventarios	Unidades, dólares
Corto plazo	Semanas	Productos específicos Tipos de habilidades y mano de obra Capacidades de máquinas Efectivo Inventarios	Unidades Trabajadores, horas Unidades, horas, galones, golpes, libras o clientes por periodo Dólares Unidades, dólares

Fuente: (Gaither y Frazier, 1999, p. 60)

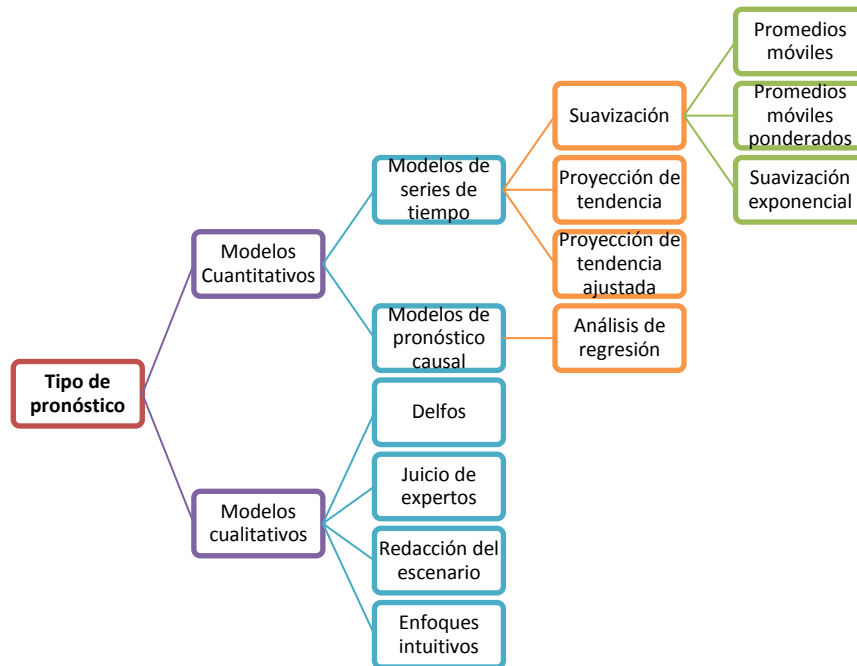
Respecto al uso de los pronósticos de largo, y mediano plazo Macias Calvario (2007) anota que:

Los pronósticos a largo plazo son necesarios para establecer el curso general de la organización para un largo periodo; de ahí que se conviertan en el enfoque particular de la alta dirección. Los pronósticos a corto plazo se utilizan para diseñar estrategias inmediatas y que usan los administradores de rango medio y de la primera línea para enfrentar las necesidades del futuro inmediato (p. 33).

Así mismo, en relación a la aplicabilidad de estos tipos de pronósticos, se agrega que los de corto plazo son usados para la planificación de tareas y asignación de trabajadores, los de mediano plazo para la planificación de ventas, producción y presupuestos, y los de largo plazo para el diseño y desarrollo de nuevos productos o servicios y la planificación, construcción y diseño de instalaciones. (SMETollkit 2010)

Por otro lado, la tipificación de modelos de pronóstico de acuerdo al enfoque resulta un poco más compleja que la caracterización por rangos de tiempo, tal como puede apreciarse en la siguiente ilustración:

Figura 2. Tipos de pronóstico según su enfoque



Fuente: Adaptado de Anderson, Sweeney, y Williams, 2004; Chapman, 2006

3.2.1 Métodos cualitativos

En términos generales, los pronósticos de tipo cualitativo son generados a partir de información poco relevante, o que carece de una estructura analítica definida. En este sentido, se recurre a este tipo de pronósticos cuando, por ejemplo, se habla de un producto nuevo para el mercado. De acuerdo a Chapman (2006), las siguientes son las características más relevantes de este tipo de pronóstico:

- Sus resultados se basan en información de juicio personal, o de información de tipo cualitativo de origen externo.
- Tiene una marcada tendencia a ser subjetivo, puesto que se basa en la experiencia de terceros influenciado de manera positiva o negativa por posiciones de terceros.
- Tiene como ventaja que genera resultados rápidos.

- En casos especiales, los pronósticos de esta clase pueden ser el único método disponible.
- Son comúnmente usados para productos individuales o familias de productos, mas no en mercados completos.

3.2.1.1 Delfos

La elaboración de pronósticos por esta técnica se logra a partir de un consenso en grupo, en donde un panel de expertos es consultado de manera independiente para dar respuesta a varios cuestionarios. Dichos cuestionarios son elaborados de manera consecutiva y el diseño de cada uno depende de la tabulación del anterior. Posteriormente, se pide a cada uno de los panelistas que considere una revisión de sus respuestas en relación a la información general del grupo (Gaither y Frazier, 1999; Romero Hernández y Romero Hernández, 2010; SMETollkit, 2010). De esta manera “la meta del método Delfos [...] es producir un despliegue de opiniones relativamente reducido dentro del cual coincida la mayoría de los expertos” (Anderson, Sweeney y Williams, 2004, p. 206).

Este método puede llegar a requerir hasta seis sesiones de preguntas para lograr un consenso unificado de pronóstico, logrando un acuerdo final entre los panelistas, precedido de un desacuerdo inicial (Gaither y Frazier, 1999).

De acuerdo a Everet y Ebert (1991) una de las claves de este método es que las personas involucradas cuentan con una formación diferente, es decir, involucra personas de distintas disciplinas (economistas, ingenieros, administradores, abogados, entre otros), y por ello, el coordinador debe contar con la suficiente capacidad para realizar una síntesis de sus opiniones y lograr un diseño de preguntas que conlleven a un pronóstico unificado. La ventaja de este tipo método es que al evitar relaciones directas entre los miembros del panel no se presencian conflictos personales.

En relación a su uso, este método resulta ideal para la elaboración de pronósticos de ventas a largo plazo y la consecuente planeación de la capacidad de las instalaciones. Igualmente es de gran utilidad en los pronósticos tecnológicos para anticipar los cambios a futuro. (Schroeder 1996)

3.2.1.2 Juicio de expertos

Como su nombre lo dice, este método se basa en el juicio de uno o varios expertos. En su desarrollo, cada uno de los participantes hace una serie de consideraciones de los factores que posiblemente pueden influir en el pronóstico que se está realizando y, posteriormente, realizan un consenso de sus conclusiones dando como resultado el pronóstico. No existe un modelo formal para su desarrollo (Anderson, Sweeney y Williams, 2004).

3.2.1.3 Redacción del escenario

Este método consiste en la elaboración de un escenario conceptual de futuro teniendo en cuenta un conjunto de suposiciones muy bien definidas, es este sentido, este método resulta poco viable puesto que cada grupo de suposiciones pueden conducir a escenarios muy diferentes, por lo tanto, la persona encargada debe contar con un juicio muy razonable para determinar la probabilidad de la presentación de cada escenario antes de llevar a cabo cualquier toma de decisión (Anderson et al, 2004).

3.2.1.4 Enfoques intuitivos

En este método es de gran importancia la capacidad de procesamiento de la información de las personas que participan, puesto que se trabaja con información que resulta difícilmente cuantificable. Comúnmente se desarrolla en grupo en donde los participantes realizan una lluvia de ideas (Anderson et al, 2004).

3.2.1.5 Investigación de mercado

La investigación de mercados consiste en la realización de estudios de mercado en donde se llevan a cabo cuestionarios, entrevistas y encuestas a los consumidores (Romero y Romero, 2010), y su objetivo principal es conocer la

posición y opinión de los clientes en relación al producto para de esta manera determinar la probabilidad de la demanda (Chapman 2006). Generalmente, este método resulta útil en pronósticos de demanda de productos nuevos en el mercado. (Macias Calvario 2007)

Esta técnica puede usarse para pronósticos a corto, mediano y largo plazo, siendo más precisa para el corto plazo. Como desventajas de su uso están las limitaciones y salvedades en su interpretación, así como la posibilidad de que sus resultados en verdad no reflejen la opinión del mercado (Krajewski y Ritzman, 2000).

3.2.1.6 Analogía histórica

En este método se usan datos históricos de ventas del producto o de otros similares (en caso de ser un producto nuevo) para su proyección a futuro (Romero y Romero, 2010).

Este método se basa en la similitud que pudiere existir entre la variable que se desea pronosticar y el patrón de demanda esperado. Su uso se recomienda especialmente para aquellos productos que son nuevos en la empresa pero que no son nuevos en el mercado, así entonces, la información utilizada es la de productos similares presentes en el mercado. (Correa 2011)

El procedimiento para el desarrollo de esta técnica de pronóstico es el uso de los datos de la demanda de un producto similar con el fin de construir un patrón de comportamiento en el mercado, en base a dicha información, se define un porcentaje de participación en el mercado entendiendo que resulta muy difícil que el nuevo producto para el cual se está realizando el pronóstico llegare a abarcar la totalidad de la demanda, de esta forma, se obtiene el pronóstico de la demanda de un nuevo producto. (Correa 2011)

3.2.2 Métodos cuantitativos

Por otra parte, los métodos cuantitativos buscan, por distintas formas, que los datos obtenidos del pasado puedan proyectarse hacia el futuro de una manera metodológica y objetiva, contando con pronósticos más precisos que los de tipo cualitativo.

Una descripción característica más precisa en relación a los pronósticos cuantitativos es la indicada por Makridakis (Citado por, Macias Calvario, 2007), señalando que:

[...] éstos están basados en la observación de las tendencias existentes, los cambios en esas tendencias y la magnitud del cambio futuro, también están sujetas a cierto número de deficiencias. Y su ventaja es poder identificar el cambio sistemático con más rapidez e interpretar mejor el efecto de dicho cambio en el futuro (Makridakis, Citado por, Macias Calvario, 2007, p. 34).

De acuerdo a Anderson et al (2004), el uso de este tipo de pronósticos requiere de: datos e información histórica de la variable que se desea pronosticar, que dichos datos e información pueda cuantificarse y la suponer que el comportamiento del pasado se repetirá en el futuro.

3.2.2.1 Modelos de series de tiempo

Estos modelos son de los más utilizados en la proyección de la demanda de productos, y parten bajo el siguiente supuesto:

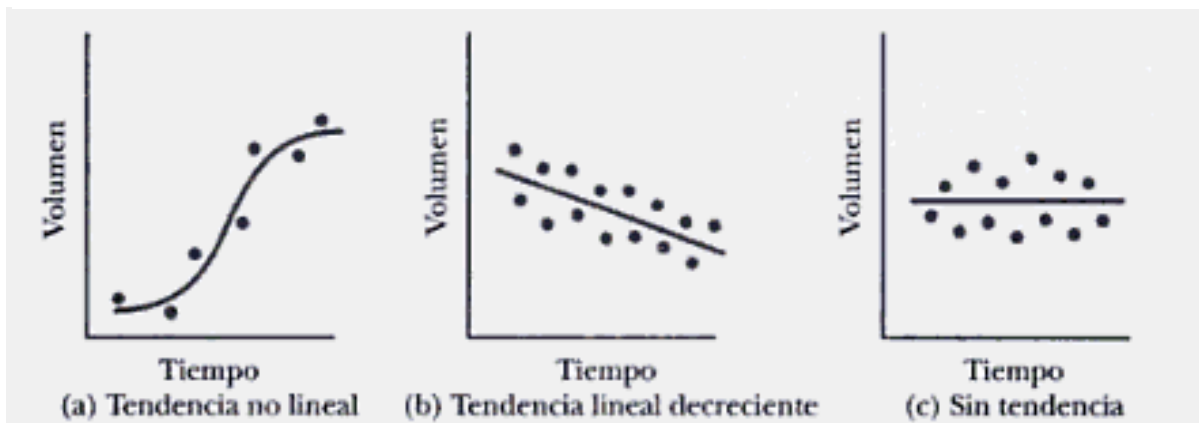
La demanda pasada sigue cierto patrón, y si este patrón puede ser analizado puede utilizarse para desarrollar proyecciones para la demanda futura, suponiendo que el patrón continúa aproximadamente de la misma forma. Por último, esto implica el supuesto de que la única variable real independiente en el pronóstico de series de tiempo es, precisamente, el tiempo (Chapman, 2006, p. 23).

Estos modelos deben su nombre a la disponibilidad de datos y observaciones de una variable medida en diferentes puntos en el tiempo o en diferentes periodos

sucesivos (Anderson et al, 2004). Estos modelos cuentan con los siguientes componentes:

- Componente tendencia: A pesar de que los datos tomados a lo largo de uno o varios periodos pueden presentar fluctuaciones de tipo aleatorio, es posible la identificación de cambios graduales hacia valores mayores o menores, identificando así una tendencia de comportamiento de la demanda. Los factores que pueden afectar la tendencia del comportamiento pueden ser innumerables, como por ejemplo, la entrada de nuevos productos al mercado, una mejora de la calidad del producto, el cambio del precio, eventos no previstos, etc. La siguiente figura ilustra algunos patrones de tendencia que se pueden identificar.

Figura 3. Patrones de tendencia

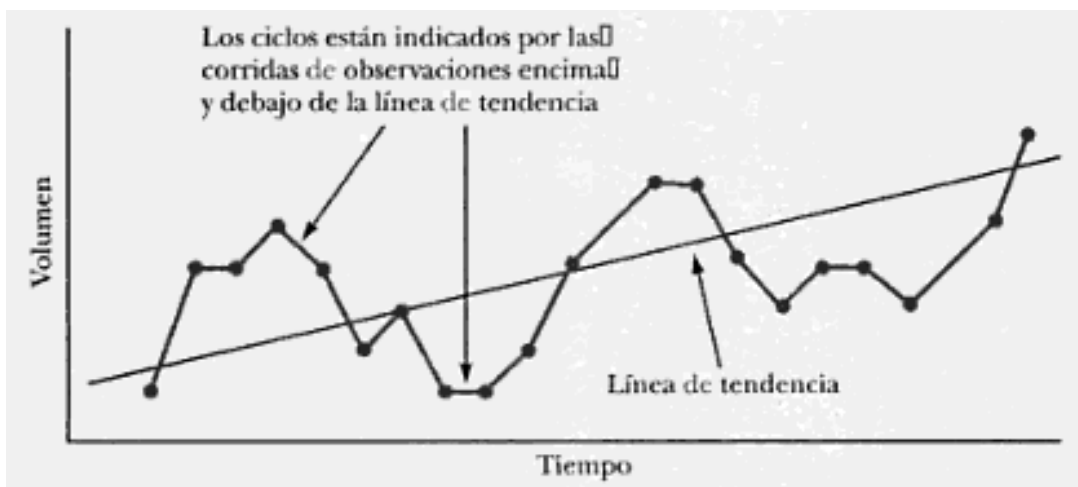


Fuente: (Anderson et al, 2004, p. 176)

La tendencia no lineal se caracteriza por un crecimiento leve al inicio, seguido por un periodo de acelerado crecimiento y finaliza con una estabilización; puede estar representando el comportamiento de un producto desde su introducción en el mercado hasta su posicionamiento. La tendencia de disminución lineal ilustra de manera clara una disminución de la demanda. Por último, la línea sin tendencia representa una demanda constante.

- Componente cíclico: A pesar de que exista una línea de tendencia durante el análisis de periodos, se reconoce que los valores futuros no siempre concuerdan de manera exacta con la misma, pudiendo presentarse por debajo o por encima de la misma, y pueden extenderse por varios periodos, sin embargo la línea de tendencia sigue siendo la misma. La siguiente figura representa la relación entre el componente cíclico y la tendencia.

Figura 4. Relación entre componente cíclico y tendencia



Fuente: (Anderson et al, 2004, p. 176)

Cabe recalcar que tanto el componente de tendencia como el cíclico son identificables a través del análisis de varios periodos de tiempo.

- Componente estacional: Este componente debe su nombre a la influencia de las estaciones de tiempo sobre el comportamiento de la demanda, puesto que hay productos cuyas ventas son casi nulas en invierno, como por ejemplo, cremas anti solares, vestidos de baño, y otros productos propios de la temporada de verano. Igualmente, dicha estacionalidad puede estar marcada por fechas especiales, como fin de año, vacaciones de verano, navidad, semana santa u otras festividades especiales propias de cada país.

- Componente irregular: este debe su causa a factores de corto plazo que no se estimaban y que tampoco suelen ser recurrentes y que por lo tanto afectan la serie de tiempo, sin embargo, su utilidad radica en que permite explicar la variabilidad aleatoria.

Ya expuestos los componentes de los modelos de serie de tiempo, a continuación se exponen los diferentes métodos de pronósticos cualitativos bajo el modelo de series de tiempo.

Métodos de suavización

Estos métodos tienen como objetivo principal “suavizar las fluctuaciones aleatorias causadas por el componente irregular de la serie de tiempo” (Anderson et al, 2004, p. 177), y resultan ideales para una serie de tiempo estable. Estos métodos se consideran de fácil uso y con un alto grado de precisión para pronósticos a corto plazo. A continuación se describen los tres métodos de suavización

- **Promedios móviles simples**

Este método hace uso del promedio de los valores más recientes en la serie de tiempo. Se expresa bajo la siguiente fórmula:

El término *móvil* indica que, conforme se dispone de nuevas observaciones para la serie de tiempo, se reemplaza la observación más antigua en la ecuación y se calcula un nuevo promedio. Como resultado, el promedio cambiará, o se moverá, conforme se disponga de nuevas observaciones (Anderson et al, 2004, p. 178).

Como puede apreciarse, este método es de gran utilidad cuando la demanda no es influenciada por tendencias o temporadas estacionales, y su aplicación únicamente implica hallar la demanda promedio de un número determinado de periodos recientes, valor el cual será el pronóstico del próximo periodo. De manera más precisas, Krajewski y Ritzman (2000) exponen:

Para el periodo siguiente, una vez se conoce la demanda, la demanda más antigua incluida en el promedio anterior se sustituye por la demanda más reciente, y luego se vuelve a calcular el promedio. De esta manera se usan las n demandas más recientes, por lo cual el promedio se mueve de uno a otro periodo (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 507).

- **Promedios móviles ponderados**

En la variación de los promedios móviles ponderados se hace una selección de distintos pesos para cada uno de los valores de datos para posteriormente calcular un promedio ponderado de los valores de los n datos más recientes. Generalmente, a la observación más reciente se le asigna un mayor peso en relación a las observaciones más antiguas.

La fórmula utilizada para este método es:

Suavización exponencial

Anderson et al (2004) explican este método de la siguiente forma:

La suavización exponencial de series de tiempo usa un promedio ponderado de valores pasados como pronóstico; es un caso especial del método de promedios móviles ponderados en el que sólo seleccionamos un peso, el peso para la observación más reciente. Los pesos para los otros valores de datos se calculan automáticamente y se hacen cada vez más pequeños conforme las observaciones se alejan en el pasado (Anderson et al, 2004, p. 181).

La fórmula de este modelo es:

$$F_t = F_{t-1} + a (A_{t-1} - F_{t-1})$$

F_t = nuevo pronóstico

F_{t-1} = pronóstico anterior

a = es la ponderación elegida por quien pronostica, que tiene un valor entre 0 y 1

A_{t-1} = demanda real en el periodo anterior

En general, los métodos de suavización son muy utilizados en las empresas por requerir poco almacenamiento de información, operaciones sencillas, y por su disponibilidad en paquetes de software general.

- **Suavización exponencial doble**

Al pronosticar un modelo con tendencia a través del uso de la suavización exponencial simple, el resultado del pronóstico presentaría una reacción retrasada al crecimiento, por lo cual la demanda real se vería sub estimada, por lo tanto, cuando la demanda presenta tendencias definidas, es mejor hacer uso de la suavización exponencial doble, por medio de la cual “se suavizan tanto la estimación del promedio como la estimación de la tendencia utilizando dos constantes de suavización” (Gaither y Frazier, 1999, p. 63).

Con el fin de suavizar el efecto de la aleatoriedad se hace uso de la diferencia entre dos periodos de dos periodos sucesivos, de con la siguiente fórmula:

$$B_T = S_T - S_{T-1}$$

Luego, con el fin de realizar una actualización de la estimación de la tendencia, se recurre a una suavización exponencial, lo que lleva entonces a la suavización exponencial doble. Lo cual se logra mediante el uso de las siguientes ecuaciones.

$$S_T = \alpha A_T + (1-\alpha) (S_{T-1} + B_{T-1})$$

$$B_T = \beta (S_T - S_{T-1}) + (1-\beta) B_{T-1}$$

$$F_{T+K} = S_T + K B_T$$

El pronóstico para k periodos consiste en la estimación de la pendiente más una corrección por tendencia. Igualmente, es necesario escoger uno de los dos parámetros β y α para poder realizar el suavizamiento exponencial doble.

Finalmente, para lograr un suavizamiento doble en el tiempo T, se requiere de los valores S_{T-1} y B_{T-1} . El procedimiento es el siguiente.

Primero se dividen los datos en dos grupos iguales y se calcula el promedio de cada uno. Este promedio se centra en el punto medio del intervalo; si hubiera 12 datos en el grupo, el promedio estaría en 6.5.

La diferencia entre los dos promedios es el cambio en la demanda respecto a la medida de cada conjunto de datos. Para convertir esta diferencia en una estimación de la pendiente, se divide entre el número de periodos que separan los dos promedios.

Después, para obtener una estimación de la ordenada, se usa el promedio global y la estimación de la pendiente por periodo multiplicado por el número de periodos a partir del punto medio del periodo actual ((Suavización exponencial doble o ajustada - Holt, 2008, pp. 1-2).

Método de proyección de tendencia

En este método se hace un ajuste del método de pronóstico de series de tiempo a una serie de datos históricos, para posteriormente proyectar la recta hacia periodos futuros.

En el resultado obtenido tras su cálculo, podrá apreciarse que el componente de tendencia representará el cambio gradual de los valores de la serie de tiempo.

El cálculo del resultado de esta proyección requiere de dos valores: la pendiente y la ordenada, cuyas formulas son:

Fórmula de la pendiente:

Donde:

b = pendiente de la recta de regresión

Σ = signo de suma

y = valores conocidos de la variable independiente

= valores conocidos de la variable dependiente

= promedio del valor de las y

n = número de datos puntuales u observaciones

Fórmula de la ordenada:

Donde:

a = ordenada

b = pendiente

= valores conocidos de la variable dependiente

= promedio del valor de las y

Así, entonces, con la determinación de la pendiente (b) y la ordenada (a), se hace uso del método de Mínimos Cuadrados para encontrar la recta que mejor se ajusta a las observaciones reales, con la siguiente fórmula:

Dónde:

= valor calculado de la variable que debe predecirse

a = ordenada

b = pendiente

x = variable independiente

Método de proyección de tendencia ajustada a la estacionalidad

Hay ciertos tipos de productos, cuya proyección de demanda requiere, de manera obligada, tener en cuenta el componente de la estacionalidad, la cual se presenta

por cambios de comportamiento del consumidor a razón de los cambios de estaciones del tiempo.

El cálculo de este método de proyección consiste en: “[...] calcular los índices estacionales y emplearlos para desestacionalizar los datos; luego si es evidente una tendencia en los datos desestacionalizados, usamos análisis de regresión en los datos desestacionalizados para estimar la tendencia” (Anderson et al, 2004, p. 190).

Los pasos para su determinación son los siguientes:

Encontrar la demanda histórica promedio de cada estación sumando la demanda en ese mes de cada año y dividiéndola entre el número de años con datos disponibles.

Calcular la demanda promedio de todos los meses dividiendo el promedio total de la demanda anual entre el número de estaciones.

Calcular in índice estacional para cada estación dividiendo la demanda histórica real de ese mes (del paso a) entre la demanda promedio de todos los meses (del paso b).

Estimar la demanda total anual para el siguiente año.

Dividir la estimación de la demanda total anual entre el número de estaciones, después, multiplicarla por el índice estacional para ese mes. Esto proporciona el *pronóstico estacional* (Heizer y Render, 2004, p. 121).

El término desestacionalización se refiere a la “eliminación del efecto estacional de una serie de tiempo” (Anderson et al, 2004, p. 189).

Una vez se ha realizado la desestacionalización de los datos, es posible realizar comparaciones entre periodos

Método ARMA y ARIMA

Esta clase de modelos para pronósticos ha sido muy usada a partir de los años 80 gracias a los trabajos de George Box y Dwilym Jenkins. La principal ventaja de

este método es que proporciona pronósticos óptimos a corto plazo lo cual se debe a que: “[...] la metodología Box – Jenkins [o ARIMA] permite elegir entre un amplio rango de distintos modelos según represente mejor el comportamiento de los datos” (Maté, 2009, p. 1). Resulta importante anotar que la selección del modelo con mejor adecuación a la serie de datos es muy relevante, y por ello, se debe contar con una persona experta en el tema.

El modelo ARIMA es el acrónimo en inglés de *AutoRegressive Integrated Moving Average*, lo que en español significa Modelo Autorregresivo Integrado de Media Móvil, y consta de una componente autorregresiva y una componente de media móvil.

Entendiendo que la serie temporal se representa con Y_t , se tiene que la notación algebraica para el modelo ARMA es la siguiente: $\Theta\phi\epsilon$

$$C + \underbrace{\theta_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p}}_{\text{Comp Autorregresiva}} + \underbrace{\theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q}}_{\text{Comp. de media móvil}} + \epsilon_t$$

Este modelo ARMA es de tipo línea, lo cual significa que “la variable que define la serie temporal Y_t depende de una constante C , linealmente de valores pasados de la misma variable y linealmente de una ponderación de errores de ajuste realizados en el pasado” (Maté, 2009, p. 2).

En relación a sus componentes, estos se explican de la siguiente forma:

A la dependencia de la serie temporal con los valores pasados de la misma serie temporal se le denomina **componente autorregresiva** del modelo (AR). El número de retrasos de la serie temporal Y_t que se introducen en el modelo se denomina **orden autorregresivo** del modelo y se denota mediante la letra p . La palabra autorregresivo viene de que se modela este comportamiento como una regresión lineal múltiple (regresivo) con valores propios de la misma serie temporal (auto) retrasados un periodo de muestreo T ($T=1,2,\dots,p$).

Siguiendo un desarrollo paralelo al anterior, se denomina **componente de media móvil** de un modelo ARMA a la dependencia de la serie temporal Y_t con valores pasados de los errores (MA). El número de errores pasados que se introducen en el modelo se llama **orden de media móvil**, y se nota con la letra q (Maté, 2009, p. 2-3).

Por otro lado, el modelo ARIMA tiene lugar a partir de dos modelos ARMA, en donde se considera que la serie a estudiar debe ser estacionaria en media, por lo tanto la misma tendrá que diferenciarse una serie de veces. Su expresión algebraica es así:

$$C + \underbrace{\phi_1 \cdot Y_{t-1}^{(d)} + \dots + \phi_p \cdot Y_{t-p}^{(d)}}_{\text{Comp. Autorregresiva}} + \underbrace{\theta_1 \cdot \varepsilon_{t-1}^{(d)} + \dots + \theta_q \cdot \varepsilon_{t-q}^{(d)}}_{\text{Comp. de Media Móvil}} + \varepsilon_t$$

En donde $Y_t^{(d)}$ es la serie de las diferencias de orden d , y $\varepsilon_t^{(d)}$ es la serie de los errores que se cometen en la serie anterior.

Así entonces, el modelo ARIMA se define como: “[...] un modelo de regresión lineal múltiple, donde la variable dependiente es la propia serie y valores de los errores de ajuste retrasados hasta unos órdenes p y q , respectivamente” (Maté, 2009, p. 3).

3.2.2.2 Modelos de pronóstico casual

Estos métodos se basan en la suposición de que “la variable que estamos tratando de pronosticar exhibe una relación causa-efecto con una o más de otras variables” (Anderson et al, 2004, p. 173)

Algunas características principales de estos modelos, nombradas por Chapman (2006) son:

Se basa en el concepto de relación entre variables; es decir, en la suposición de que una variable medida “ocasiona” que la otra cambie de una forma predecible.

Parte de un supuesto importante de casualidad, y de que la variable casual puede ser medida de manera precisa. La variable medida que ocasiona que la otra variable cambie se denomina “indicador líder”.

Si se desarrollan indicadores líderes apropiados, este método son frecuencia ofrece excelentes resultados en cuanto a pronósticos.

Como beneficio colateral, el proceso de desarrollar el modelo permite, muchas veces, que quienes se encargan de él obtengan un importante conocimiento adicional de mercado

Este método rara vez se utiliza para un producto; es más común emplearlo para mercados o industrias completas.

Muchas veces su puesta en práctica consume demasiado tiempo y resulta muy cara, principalmente debido a la necesidad de desarrollar relaciones y obtener información casual (Chapman, 2006, p. 22).

Los principales enfoques en este modelo son expuestos a continuación.

Modelos de entrada y salida: se caracterizan por ser de gran tamaño y complejidad puesto que realizan un análisis del flujo de bienes y servicios a través de la economía completa, así entonces, su costo se hace muy elevado porque demandan mucha información. Este modelo busca indicar los flujos de entrada necesarios para que sean posibles ciertas salidas.

Análisis de regresión: es un método de tipo estadístico por medio del cual se desarrolla una relación analítica entre dos o más variables. Esto bajo la premisa de que una variable influye en que otra se mueva.

El análisis de regresión puede ser simple o múltiple. En primer lugar, el análisis de regresión simple se caracteriza por poseer tan solo una variable independiente la cual es el tiempo (si los datos en su conjunto conforman una serie de tiempo), y la variable dependiente son las ventas o aquello que se desea pronosticar.

Su fórmula se basa en el modelo de la ecuación de regresión $Y = a + Bx$, siendo Y la variable dependiente, y X la variable a pronosticar.

Como puede apreciarse a continuación, los valores constantes de a y b pueden ser hallados.

Donde:

x = valores de la variable independiente

y = valores de la variable dependiente

n = número de observaciones

a = intersección con el eje vertical

b = pendiente de la línea de regresión

$\bar{y}$ = valor medio de la variable dependiente

Y = valores de y que aparecen en la línea de tendencia $Y = a + Bx$

X = valores de x que ocurren sobre la línea de tendencia

r = coeficiente de correlación

r^2 = coeficiente de determinación

Cabe aclarar que el coeficiente de correlación r explica la importancia relativa entre y y x , su valor deberá ser igual a b , y el significado de su valor se interpreta así:

-1	Una relación negativa perfecta; conforme y sube, x baja unidad por unidad y viceversa.
+1	Una relación positiva perfecta; conforme y sube, x sube unidad por unidad y viceversa.
0	No existe relación alguna entre y y x .
+0.3	Una relación positiva débil.

-0.3 Una relación negativa fuerte (Gaither y Frazier, 1999, p. 69).

En segundo lugar, el análisis de regresión múltiple es explicado por Ballou (2004) de la siguiente forma:

El análisis de regresión múltiple es una técnica estadística que ayuda a determinar el grado de asociación entre un número de variables seleccionadas y la demanda. A partir de este análisis se desarrolla un modelo que puede utilizar más de una variable para predecir la demanda futura. La información sobre las variables de predicción (independientes) luego se convierte mediante la ecuación de regresión para proporcionar un pronóstico de demanda (Ballou, 2004, p. 309).

La ecuación de análisis de regresión múltiple es la siguiente:

$$\hat{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

Donde:

$\hat{y}$ = variable dependiente

a = una constante

x_1 y x_2 = valores de las dos variables independientes.

b_1 y b_2 = coeficientes de las dos variables independientes.

En verdad, resulta muy compleja la aplicación de la regresión múltiple, por ello, sus cálculos siempre son elaborados mediante computadoras (Heizer y Render, 2004).

Modelos Econométricos: son muy similares a los modelos de entrada y salida, e implican la realización de análisis estadísticos de diferentes sectores de la economía. Como característica de estos modelos se encuentra que “los parámetros de la ecuación de regresión por lo general se estiman de forma

simultánea” (Ballou, 2004, p. 293), sin embargo, la predicción de los puntos críticos es más precisa aunque el costo de su desarrollo puede ser alto.

Modelos de simulación: estos modelos deben su uso gracias a los programas o software computacionales, su principal debilidad es que la recopilación de información puede, con el paso del tiempo, volverse costosa y lenta, sin embargo, son económicos y rápidos a la vez que la información se dispone de manera organizada.

3.3 FACTORES PARA LA SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO

Como se ha podido observar, existen diferentes tipos y métodos de pronósticos, y la escogencia de alguno de estos para su implementación dentro de las empresas depende, sobre todo, del tipo de información que se dispone y que se busca obtener. En este sentido, Gaither y Frazier (1999) exponen los siguientes factores que son necesarios considerar para su selección:

Costo y precisión: generalmente, los métodos de pronóstico más precisos resultan ser más costos, puesto que requieren de un mayor número de datos que generalmente no son fáciles de obtener, y su diseño e implementación es más costosa. Así por ejemplo, la realización de estudios de mercado requiere de mucho más tiempo y mayores recursos para su desarrollo, mientras que analogías de tipo histórico o concesos ejecutivos no requieren de una inversión mayor.

Los métodos más sofisticados requieren el uso de equipos y soluciones computacionales de avanzada tecnología que requieren de una elevada inversión para su adquisición y mantenimiento, además de personal altamente calificado, escaso y costoso, para que desarrollen todas las actividades en las que dichos métodos de pronóstico se basan. Los métodos de pronóstico más sofisticados suelen tener una complejidad matemática y computacional considerable, y aunque algunos de ellos no son usados en esta investigación cabe resaltar que entre estos métodos podemos encontrar:

- Métodos ARMA y ARIMA.
- Métodos de suavizamiento exponencial con ajustes de tendencia y estacionalidad.
- Algoritmos de características evolutivas y/o genéticas.
- Aplicaciones de neurociencia computacional.

Datos disponibles: Recordando que –tal como lo dice su definición- los pronósticos se basan en datos históricos, es necesario que los mismos sean relevantes y precisos para un correcto cálculo, con esto, en ocasiones se debe recurrir a la elaboración de encuestas, entrevistas, o se deben recurrir a registros de ventas de la empresa.

Cabe resaltar que los diferentes modelos cuantitativos de pronóstico de demanda, según su construcción y funcionamiento, requieren de cantidades y características específicas de datos históricos sobre los cuales trabajar para arrojar resultados realistas y confiables. La disponibilidad de los datos es una de las principales variables a tener en cuenta al momento de la selección de un método de pronóstico.

Tiempo: la naturaleza de los recursos de producción sobre los cuales se desea pronosticar afectan de manera directa el método de pronóstico pertinente a utilizar. Así por ejemplo, los métodos de promedios móviles y los de suavización exponencial resultan aplicables cuando se abordan temas de mano de obra, inventarios, efectivo e insumos, mientras que otros métodos como investigación de mercados y regresiones resultan más convenientes para aquellos factores de decisiones a largo plazo, como lo es la infraestructura, capacidad operacional de equipos, etc.

Naturaleza de productos y servicios: aquí se hace referencia a que un método de pronóstico no puede ser aplicado a dos productos o servicios diferentes, puesto que características variables como el volumen, costo, precio en el mercado,

tecnología implementada, entre otras, exige características particulares del método a usar.

Respuesta de impulso y amortiguación de ruido: este último término (el ruido) se refiere a la diferencia existente entre aquello que se espera del modelo de pronóstico frente a lo que este mismo arroja como respuesta. Entendiendo lo anterior, lo que se busca es una línea de equilibrio que permita balancear dicha diferencia sin dejar de lado que el modelo requiere ajustarse a la situación del pronóstico.

Claramente, cada situación y necesidad de pronóstico implica restricciones y cualidades específicas que el modelo seleccionado debe suplir. Dependiendo del grado de volatilidad de los datos, puede ser necesario que el modelo escogido tenga una respuesta ágil y no tenga una inercia prolongada, caso en el que tal vez podría usarse derivaciones puntuales de los modelos:

- Promedios móviles (ponderados o simples)
- Suavización exponencial (con sus mecanismos de ajuste)

3.4 MONITOREO Y CONTROL DE UN MODELO DE PRONÓSTICO

3.4.1 Aproximación visual

Dentro de las herramientas más usadas para el monitoreo o control de los modelos de pronóstico está la gráfica escalonada, por medio de la cual es posible realizar una rápida comparación las ventas reales con los pronósticos (Gaither y Frazier, 1999).

3.4.2 Indicadores cuantitativos de análisis del error de los modelos de pronóstico desarrollados

Se eligió usar dos medidas del error de los modelos de pronóstico a aplicar en esta investigación. Estas dos medidas están dadas en términos relativos (Porcentaje de Error), pues únicamente es posible comparar series de tiempo de

diferentes referencias de materias primas de esta forma sin sesgar el análisis, ya que la demanda en términos de unidades de cada referencia es muy diferente de las demás.

MAPE (Mean Absolute Percentage Error) Porcentaje Promedio de Error Absoluto.

Este indicador de error de pronóstico cuantitativo nos permite conocer en promedio, durante todos los periodos que el modelo de pronósticos aplicado generó datos pronosticados, cuál fue el error absoluto de dicha estimación. Este instrumento está definido por la siguiente expresión aritmética:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n}$$

MPE (Mean Percentage Error) Porcentaje Promedio de Error.

Este indicador de error nos permite ver si el modelo cuantitativo de pronóstico que está siendo evaluado está sesgado, es decir, consistentemente calculando datos por encima o por debajo de los datos reales.

Si el modelo cuantitativo de pronóstico que está siendo evaluado no está sesgado, el MPE arrojará resultados cercanos a cero. En el caso de que sí esté sesgado, si el MPE arroja resultados de porcentajes positivos grandes (tendiendo a 100%), está subestimando; si arroja porcentajes negativos grandes (tendiendo a -100%), está sobreestimando. Este instrumento está definido por la siguiente expresión aritmética:

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y - \hat{Y}_t)}{Y_t}}{n}$$

A decir verdad, no existe una regla general para el ajuste de los valores de pronóstico, sino que más bien deben irse diseñando de acuerdo a la experimentación con la que cuenta la empresa.

Por último, valga mencionar que:

Si se establecen límites para la señal de seguimiento muy bajos, entonces los parámetros del modelo de pronóstico necesitarán revisión a menudo, pero si se establecen límites de la señal de seguimiento muy amplios, entonces los parámetros del modelo de pronóstico no se modificarán con la frecuencia suficiente y la precisión de los pronóstico sufrirá (Gaither y Frazier, 1999, p. 91).

4 METODOLOGÍA

4.1 ENFOQUE

La metodología diseñada para abordar este fenómeno combina enfoques cualitativo y cuantitativo, buscando sintetizar los diferentes variables que inciden en el proceso de pronóstico de demanda en una organización; variables que son tan diversas y de naturalezas tan amplias que sería imposible limitarse a uno de los dos enfoques ya mencionados.

4.1.1 Algunas variables a ser consideradas

Se tomarán en cuenta variables cuantitativas dentro de las que se encuentran:

- Información histórica de ventas.
- Modelos cuantitativos de pronósticos de demanda.
- Error estadístico de modelos de pronóstico.
- Variables descriptivas de conjuntos de datos.

A su vez, se revisarán variables cualitativas tales como:

- Presencia o ausencia de juicio humano en el proceso de pronóstico de demanda.
- Historial de diseño e instauración del proceso mismo de pronóstico de demanda.
- Alineación del proceso de pronóstico de demanda con la operación real de la empresa.

4.2 PROCEDIMIENTO

Esencialmente se explorará cómo funciona y qué se tiene en cuenta al momento de realizar el proceso de pronóstico de demanda en una empresa seleccionada

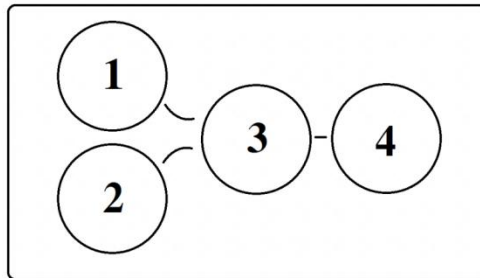
como caso de estudio. De forma paralela se investigarán diversas metodologías de pronóstico de demanda, para identificar si existen prácticas que tengan mayor fundamento y flexibilidad y precisión a la hora de adecuarse a las características específicas de una empresa o una industria.

Luego, sintetizando ambas indagaciones por medio de la comparación, será posible encontrar falencias y fortalezas en el proceso actual de pronóstico de demanda de la empresa seleccionada para el estudio de caso, y podrá identificarse claramente qué puede mejorar y cómo mejorarlo. También se desarrollará una herramienta que, comprendiendo todas las mejores prácticas y los errores identificados en la empresa seleccionada para el estudio, servirá de guía para la evaluación posterior de los procesos pronósticos de demanda tanto en la empresa estudiada como en otras.

Para facilitar su comprensión, las etapas del procedimiento se resumen y se visualizan a continuación.

- Exploración del proceso actual de pronósticos de demanda en la empresa estudiada.
- Investigación de las mejores prácticas y métodos de pronóstico de demanda, sus características y aplicaciones.
- Comparación y evaluación (Cuantitativa y Cualitativa) del proceso estudiado en la empresa seleccionada, contrastada con los resultados de la búsqueda de las mejores prácticas en pronósticos de demanda.
- Síntesis de la información y generación de herramienta de evaluación de proceso cuantitativo de pronóstico de demanda.

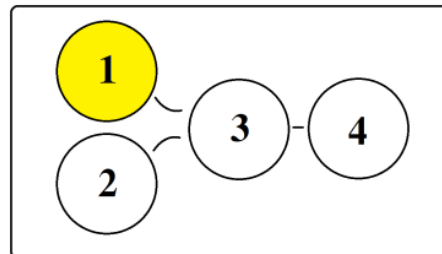
Figura 5. Procedimiento metodológico



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1 Exploración del proceso actual de pronósticos de demanda en la empresa estudiada

Figura 6. Exploración del proceso actual



Fuente: Elaboración propia.

Se explorará en la empresa estudiada la existencia o no existencia de un proceso establecido y definido de pronóstico de la demanda. En el caso de existir, se evaluarán diferentes características sobre él, caracterizando su configuración, procedencia y alineación con la operación de la compañía.

Esta evaluación permitirá conocer a fondo la manera en que la empresa pronostica su demanda y, en el caso de ser un proceso establecido, cómo lo emplea y ejecuta intentando darle valor agregado a los productos y servicios que ofrece a sus clientes. La caracterización de este proceso empresarial sentará un primer pilar para la evaluación de los métodos de pronóstico de demanda en las empresas de forma general.

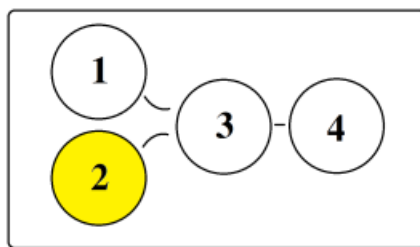
Para comprender este proceso, será necesario revisar diferentes variables cualitativas y cuantitativas:

- Existencia de un proceso de pronóstico de demanda.
- Formalidad e institucionalidad de dicho proceso.
- De llegar a tratarse de un proceso establecido:
 - Cargos y departamentos que intervienen en ese proceso.
 - Presencia de modelos cuantitativos de pronóstico de demanda.
 - Variables consideradas por el modelo de cuantitativo de pronóstico de demanda.
- Exactitud del modelo cuantitativo existente de pronóstico de demanda.
- Presencia de juicio humano en el proceso de pronóstico de demanda.
- Alineación con las características clave de la operación de la empresa:
- Niveles de servicio a los clientes (tiempos y confiabilidad de entrega)
- Políticas corporativas de respuesta y servicio al cliente.
- Políticas corporativas de áreas operacionales de la empresa:
 - Producción
 - Inventarios y almacenamiento
 - Despachos, distribución y transporte.
- Características de productos y servicios que ofrece la empresa.
- Ciclo de vida del producto
- Consideraciones especiales de manipulación y manejo del producto.
- Consideraciones especiales de calidad e integridad del producto.

- Materias primas utilizadas, sus tiempos de reabastecimiento y su disponibilidad u sus consideraciones especiales manipulación y manejo.
- Complejidad y especificidad en la fabricación del producto.
- Características del mercado que atiende la empresa:
- Competencia, dinámica y participación del mercado
- Mercado nacional / internacional
- Urgencia en las entregas y efectos adversos para los clientes en el caso de una entrega fallida.
- Estacionalidad, parcialidad y otras características especiales de la demanda en el mercado que atiende la empresa.
- En el caso de que no se trate de un proceso establecido:
- ¿Por qué no se ha establecido?
- ¿Se ha evaluado su establecimiento?

4.2.2 Investigación de las mejores prácticas de métodos y modelos de pronósticos

Figura 7. Exploración de las mejores prácticas



Fuente: Elaboración propia.

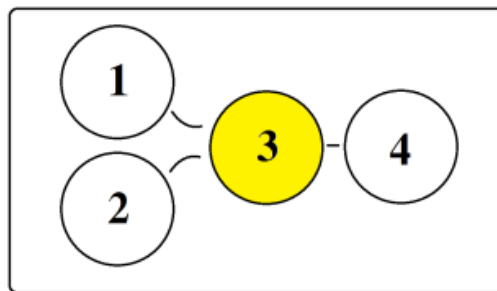
Se indagará diversas publicaciones e investigaciones científicas para conocer el estado del arte de los modelos de pronósticos. Si bien este tipo de desarrollos académico llega a tener alcances muy profundos, usando en muchas ocasiones herramientas matemáticas y computacionales de avanzada e incluso experimentales, el enfoque que se le dará a esta investigación es más pragmático

y tradicional, y recopilará información principalmente de las técnicas y modelos que pueden estar al alcance de la mayoría de las empresas, sus recursos y conocimientos disponibles.

De manera tal que, aunque muchos desarrollos académicos y teóricos podrían ofrecer significativas mejoras y avances en las técnicas de pronósticos de demanda que usan las empresas en sus procesos, su nivel de complejidad y sofisticación las ubica fuera del alcance que muchas empresas dentro de sus prioridades tienen y tendrán por mucho tiempo.

4.2.3 Comparación y evaluación del proceso de pronóstico de demanda estudiado en la empresa seleccionada

Figura 8. Comparación y evaluación del proceso



Fuente: Elaboración propia.

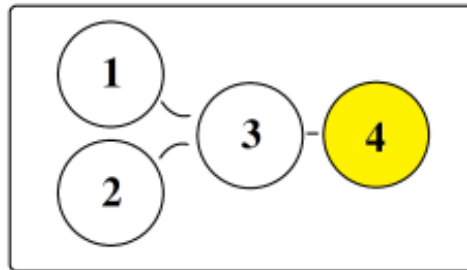
Esta fase de la metodología comprende la evaluación del proceso que ha sido estudiado en la empresa seleccionada, comparándolo con criterios definidos por medio de la exploración de los resultados de la investigación académica (Fase 2 de la metodología).

En esta comparación podrán encontrarse los puntos débiles del proceso que actualmente está llevando la empresa estudiada, y permitirá, junto con los resultados de dicha comparación, sentar los elementos constituyentes de una herramienta que permita diagnosticar el proceso de pronósticos de demanda en

una empresa y mejorar su desempeño actual, o si es el caso, construir adecuadamente uno proceso de pronóstico de demanda en una empresa que aun no lo tenga debidamente conformado e institucionalizado.

4.2.4 Síntesis de la información y generación de la herramienta de evaluación de procesos empresariales de pronóstico de demanda

Figura 9. Síntesis de la información y generación de la herramienta



Fuente: Elaboración propia.

Evaluando detalladamente cada uno de los hallazgos de las tres fases previas, se construirá una herramienta que evalúe la totalidad de un proceso empresarial de pronóstico de demanda. Esta herramienta se alimentara de información relacionada a la empresa (o ente) que desee implementarla, para emitir sugerencias y listas de verificación que le permita a quien este evaluando y/o desarrollando un proceso de pronósticos de demanda para una empresa, hacerlo de manera adecuada y alineada con sus procesos.

Esta herramienta será una guía, un facilitador de la comprensión que se requiere para definir este tipo de procesos, mas nunca reemplazara por completo la necesidad de la presencia, juicio, experiencia y experticia de personas

debidamente capacitadas para hacerse cargo de este tipo de decisiones de alto nivel estratégico en una organización.

El diseño y desarrollo de esta herramienta incluirá criterios y medidas definidas y desarrolladas previamente por otros autores e investigadores, así como medidas, criterios y consideraciones desarrolladas propiamente por los autores de la presente investigación.

5 DESARROLLO

5.1 PROCESO ACTUAL DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA EN SCHOTT PHARMACEUTICAL SYSTEMS COLOMBIA

La cantidad de información que amerita o requiere un análisis cualitativo es mayoritaria, pues son muchas variables que tienen incidencia en la forma en que la empresa estudiada obtiene resultados de su proceso de pronóstico de demanda, sin importar el nivel en que esté definido, implementado o controlado. Por esto, la información tuvo que ser recolectada mediante la observación in situ y con el apoyo de entrevistas como herramienta de recolección de información. En el diagrama **x.x** se relaciona la obtención de la información por medio de la observación directa y con el uso de entrevistas; en ocasiones usando uno de los dos métodos o ambos.

- Observación: Gracias a una presencia prolongada en la empresa y dentro de sus operaciones, de aproximadamente seis meses, fue posible entender desde adentro el funcionamiento de sus procesos, y cómo está configurado y definido específicamente el proceso de pronóstico de demanda, la finalidad que se le da y cada una de las variables que son tenidas en cuenta, al mismo tiempo que la forma de procesar y consolidar la información para obtener datos relevantes para la toma de decisiones.
- Entrevistas: fueron realizadas siguiendo un formato único de preguntas diseñado, dirigido y usado por los autores de la presente investigación para

adquirir la información (Ver anexo xx). Las personas entrevistadas y sus cargos fueron:

- Sr. Mauricio Villegas, Presidente de la compañía.
- Sra. Claudia Hernández, Gerente de Logística y Cadena de Abastecimiento.
- Sr. Jhan Pierth Arévalo, Gerente Comercial.
- Sr. Raúl Aya, Responsable directo de planeación de producción.
- Estas cuatro personas y sus responsabilidades, están directamente vinculadas al núcleo de los procesos operativos de la compañía, y podrán aportar la información requerida para conocer y caracterizar la información a ser evaluada y comparada.

5.1.1 Descripción del proceso de pronóstico de demanda: hallazgos in situ

El de esta empresa es un proceso que busca entender el comportamiento de la demanda de materias primas, directamente dependiente de las ventas de productos terminados, para poder abastecer a la empresa de las materias primas necesarias en un contexto que presenta varias dificultades y limitaciones a nivel logístico y de disponibilidad de las materias primas en cuestión.

La empresa estudiada cuenta con un proceso de pronóstico de demanda o consumo de materias primas que descansa enteramente en el juicio de varias personas que, según su criterio, información disponible, experiencia e intuición, deliberan y toman la decisión de qué cantidades de materias primas serán compradas.

Este proceso se apoya en una herramienta cuantitativa que realmente no analiza el comportamiento de la demanda independiente (Ventas de producto terminado) para así comprender el comportamiento de la demanda dependiente (Consumo de Materias Primas); sino que monitorea el movimiento de materias primas y el nivel de inventarios sin generar ningún indicio o cálculo de cuáles serían los niveles de demanda dependiente (Materias Primas) en un futuro cercano.

Es de vital importancia comprender que, el proceso de pronóstico de demanda es casi enteramente cualitativo, aun cuando las decisiones se toman con la asistencia y la ayuda de herramientas cualitativas que no son propiamente modelos cuantitativos de pronóstico de demanda.

5.1.1.1 Existencia de un proceso de pronóstico de demanda

La empresa cuenta con ciertas actividades y herramientas que le permiten monitorear el comportamiento del consumo de las materias primas. Por otra parte, cuenta con procesos de pronóstico de la demanda de productos terminados, pero sólo de forma consolidada por familias de producto, y únicamente para efectos de análisis financiero y proyección del crecimiento de la compañía a nivel global. La información pronosticada de productos terminados no se toma en cuenta a la hora de monitorear el consumo de materias primas.

Adicionalmente, las herramientas cuantitativas que son empleadas para facilitar el monitoreo del consumo de materias primas no son exactamente métodos cuantitativos de pronóstico; se trata más bien de una forma de visualizar y comprender ciertas medidas de dispersión y comportamiento estadístico de los niveles de consumo de materias primas, sin arrojar ningún indicio de cuál podría ser el consumo de materias primas en el futuro.

El proceso real de pronóstico de demanda reside en la decisión multilateral y colaborativa de varias personas, siguiendo su juicio, experiencia, información disponible e intuición. En la ejecución de este proceso de pronóstico de demanda, se combinan diferentes metodologías o parte de ellas, estableciendo un proceso de pronóstico de demanda único y sin caracterización académica hasta ahora definida específica y formalmente, aproximándose en mayor medida al método cualitativo de pronóstico de demanda denominado “*Juicio de Expertos*”, con elementos muy presentes de la metodología de “*Redacción del Escenario*” y la

“Analogía Histórica”. A continuación, se exponen los elementos encontrados pertenecientes a cada una de las metodologías mencionadas:

- Juicio de Expertos: el hecho de que las decisiones sean tomadas en conjunto, evaluando los puntos de vista de cada uno de los participantes en el proceso, se asemeja mucho a las características de este método.
- Redacción del escenario: al tratarse de materias primas con disponibilidad muy limitada, y tiempos elevados de consecución de las mismas, en muchas ocasiones debe realizarse la “redacción del escenario” para poder prever grandes contratos o ventas venideras. Si bien no se redacta propiamente el escenario, diferentes escenarios y probabilidades de ocurrencia son planteados y evaluados para tomar las decisiones sobre el abastecimiento de materias primas y la planeación de la producción.
- Analogía Histórica: En ocasiones, la demanda de ciertos clientes importantes es intermitente y si bien hay periodos con elevados niveles de demanda, hay otros con demanda nula. Parte de la planeación se lleva a cabo haciendo la asunción de que existen analogías históricas, y que el comportamiento de la demanda de un año anterior tenderá a ser igual o similar en el presente año.

5.1.1.2 Formalidad e institucionalidad del proceso de pronóstico de demanda

Este proceso está definido dentro de los procesos de la compañía y está avalado para su funcionamiento, partiendo de lineamientos y desarrollos que vienen incluso de las más altas esferas de la compañía a nivel mundial.

Desafortunadamente el proceso no está debidamente detallado ni documentado, por lo que la gestión y los resultados de este proceso aún dependen del grado de experticia, conocimiento y experiencia de las personas responsables de él. Si bien existen herramientas definidas de monitoreo de los niveles de consumo de materias primas, y proceso definidos de participación y toma de decisiones de

abastecimiento de materias primas, ni las herramientas ya mencionadas ni los criterios para la toma de decisiones mediante los mecanismos ya mencionados están definidos con suficiencia y alineación con la operación de la compañía.

Para exponer los dos puntos más puntuales que ofrecen indicios sobre esto, nadie en la compañía tiene completo conocimiento sobre el funcionamiento de la herramienta cuantitativa que se utiliza, pues fue proporcionada por personal de la casa matriz. También, el hecho de que aunque se tiene definido un procedimiento en el que se establece una reunión recurrente, con asistentes claramente estipulados y periodicidad definida, no está claro para nadie qué criterios se tendrán en cuenta y de forma estandarizada para la toma de las decisiones sobre el abastecimiento.

En conclusión, el proceso no está debidamente formalizado ni documentado. En el caso hipotético de que las personas que actualmente se hacen cargo del proceso ya no hicieran parte del mismo, Los nuevos integrantes de la compañía no tendrían un proceso bien estructurado y documentado al cuál referirse.

5.1.1.3 Presencia de juicio humano en el proceso

Como y se ha mencionado, el proceso es casi completamente cualitativo, y son personas y su juicio quienes definen realmente el proceso y sus resultados.

5.1.1.3.1 Cargos y departamentos que intervienen en el proceso

Los siguientes departamentos intervienen de forma constante u ocasional en el proceso de abastecimiento, para el cual se hace el proceso de monitoreo del consumo de materias primas:

- Logística.
- Comercial.
- Finanzas.
- Producción.

En este proceso, incluyendo las reuniones para la toma de decisiones, participan las siguientes personas:

- Gerente de Logística (Logística)
- Planeador de Producción (Logística)
- Gerente Comercial (Comercial)
- Jefe de Bodega (Logística).

Ocasionalmente o cuando es requerido:

- Gerente de producción (Producción).
- Gerente de Finanzas (Finanzas).
- Presidente.

5.1.2 Entrevistas

El siguiente análisis se hizo en base a los procesos actuales que se llevan a cabo en la empresa Schott para realizar los pronósticos de demanda. Se realizó una encuesta a las cuatro personas que hacen parte de dicho proceso.

Tabla 2. Análisis de entrevistas

Pregunta	Raúl Haya (Gerente de producción)	Claudia Hernández (Gerente de Logística)	Jahn Pierth Arévalo (Gerente Comercial)	Mauricio Villegas (Presidente)	Análisis
¿En esta empresa se llevan a cabo procesos de pronóstico de la demanda?	Se llevan a cabo pronósticos de demanda para la materia prima.	Se lleva pero empíricamente, mediante el uso de Excel, y no para todas las referencias sino para algunos materiales que impactan la producción y garantizan el funcionamiento de nuestro negocio.	Si, nosotros en el área comercial tenemos un proceso de pronóstico de demanda que se lleva a cabo al nivel global en todas las plantas farmacéuticas de Schott, en donde se tiene definida la elaboración de un plan por trimestre, para los seis trimestres que siguen y los siguientes dos años. Básicamente se arma un panorama de los próximos 3 años.	Hasta ahora no se han llevado procesos de pronósticos de demanda. Lo que hacemos es un presupuesto de ventas, y existe un sistema bastante limitado para pronosticar las compras, el cual se mantiene actualizado. Es un sistema que va estableciendo las compras de materia prima posibles lo cual da una idea de la cantidad de vidrio que se requiere comprar.	La empresa cuenta con un sistema de pronósticos para la determinación de la demanda de materia prima importante para la empresa (mas no para todas las materias primas) el cual es calificado como <i>informal, empírico y limitado</i> . El gerente comercial concibe el proceso como una herramienta global para Schott.
¿Conoce usted los efectos positivos o negativos que puede llegar a generar un proceso de pronóstico de demanda bien o mal manejado?	El conocimiento de la exactitud de un pronóstico es importante porque si se pronostica más de la cuenta vamos a acarrear en un sobre stock, y eso aumenta los costos de almacenaje en la bodega. Lo contrario puede ser que se pidan menos insumos de lo que se necesita y vamos a estar faltos de materiales y, por lo tanto, no vamos a poder abastecer la demanda de nuestros clientes.	Los efectos negativos de un mal procesos de pronóstico de demanda son: la posibilidad de faltantes de materiales básicos para el funcionamiento del negocio, o en su defecto, un exceso de inventario, lo que implica una gran cantidad de dinero quieto que no está rentando.	Si el pronóstico de demanda es bien manejado los efectos son muy positivos puesto que se puede planear muy bien la capacidad de producción, saber si estamos con la capacidad necesaria o si se requiere el apoyo de otra planta. También nos permite establecer los pronósticos de personal y materia prima.	El tema más delicado de esta empresa es que el pedido del insumo principal, que es el vidrio, se hace en una planta en Brasil, la cual está a 30 o 40 días de suministro. Es decir, el despacho puede tardar 14 días cuando se trata de vidrio de lento movimiento, 20 a 25 días de tránsito, mas una semana desde el puerto a Bogotá y dos o tres días de gracia. Con esto, mantener un suministro cierto es bastante delicado, y el vidrio se constituye como una variable crítica de la producción. Un buen pronóstico podría garantizar tiempos de entrega a los clientes con ciertos parámetros de credibilidad.	Se tiene una clara conciencia de que el manejo inadecuado de los procesos de pronósticos afecta los stocks de los inventarios de materia prima de la empresa y los costos estos que pueden representar. El presidente de la empresa expresa su preocupación ante la posibilidad de no poder cumplir con la entrega de pedidos ante sus clientes. En relación a las ventajas, se expresa, en contexto, el cumplimiento ante los clientes, la planeación adecuada de la producción, la planeación del personal de producción y tiempo de entrega óptimos.

Pregunta	Raúl Haya (Gestión de producción)	Claudia Hernández (Gerente de Logística)	Jahn Pierth Arévalo (Gerente Comercial)	Mauricio Villegas (Presidente)	Análisis
¿Con qué finalidad se pronostica esta información aquí en esta empresa?	El objetivo de nuestros pronósticos es conocer la cantidad de materia prima que se necesita para poder surtir la demanda de nuestros clientes.	Con la finalidad de tener materia prima, que es vidrio, para producir los productos que vendemos a nuestros clientes.	El alcance que tiene el pronóstico de ventas para la planta de Colombia es al nivel financiero. Es decir, al director financiero le llega el pronóstico de ventas que yo hago y con esa información él se encarga de la planeación de flujo de ingresos, debito, utilidad y todo el tema de planeación financiera en relación con la planeación de ventas que yo hago.	Poder prever las necesidades de las referencias de mayor movimiento en el vidrio y algunos materiales de empaque fundamentales para el producto.	De manera clara, tres de los entrevistados expresaron que la finalidad de los pronósticos en la empresa es conocer la cantidad de materia prima (de mayor movimiento) que se requiere en la empresa, incluyendo algunos materiales de empaque, para abastecer la demanda se los clientes. Por su parte, el gerente comercial relaciona la finalidad de los pronósticos con la planeación financiera de la empresa, relacionando los gastos necesarios que se requerirán frente a los ingresos estimados por la posible demanda de los clientes.
¿Ese pronóstico de demanda de materia prima que ustedes realizan, en qué productos se enfoca?	Se hace para vidrio, materias primas y empaque. El resto solo de maneja por stocks.	En este momento el proceso se enfoca en la demanda de materia prima.	Se enfoca hacia los productos de ampollitas y viales, también en algunas cosas que se importan como jeringas presionables o algunas tapas que nosotros no hacemos sino que tenemos que comprar a un tercero	Vidrio y material de empaque fundamentalmente. Vamos a utilizar la herramienta para algunos insumos que puede ser importantes como lo son las pinturas, pero no vamos a trabajar con pronósticos de demanda sino con otras herramientas como el MRP.	El pronóstico de demanda en Schott se enfoca únicamente hacia las materias primas que más se utilizan en la empresa, como lo es el vidrio para ampollitas y viales, material de empaque, y tapas, jeringas y otros, pero no se realiza para estimar la demanda de toda la lista de insumos y materias primas que se utilizan para la elaboración de sus productos, puesto que para ello manejan unos niveles de stocks mínimos y máximos.
¿El proceso de pronóstico que ustedes manejan está estructurado, o es algo que se hace de manera informal?	El proceso de pronóstico se hace de manera informal, puesto que no se cuenta con una herramienta para esto. Si hay algo estructurado, pero es informal.	Si es un proceso estructurado, puesto que se tienen definidas las frecuencias con las que se actualizan los niveles de stock para cada una de las referencias, se tiene estandarizado cómo categorizar las referencias en a, b y c, las frecuencias de pedidos de suministros a proveedores, se tienen predeterminados los procedimientos de abastecimiento y demás	Cada día es más estructurado. Ya contamos con una herramienta que está en plataforma SAP a través de internet que ya se está integrando la información de las 12 plantas en un mismo tiempo, con lo cual la casa matriz ya puede ver el plan de ventas por planta, así como al nivel de región y global.	Hoy día dentro de la empresa es un proceso medianamente formalizado, puesto que existe una herramienta para la planeación de las compras de las referencias de vidrio de mayor movimiento pero no está sustentado en pronósticos de demanda.	Se presenta una clara división de opiniones de los entrevistados al respecto. En este sentido, la persona de gestión de producción y el presidente de la planta lo consideran un proceso formal o medianamente formalizado debido a que no se sustenta de manera plena en alguna metodología o herramienta concreta para pronósticos de demanda. Por otra parte, la

Pregunta	Raúl Haya (Gestión de producción)	Claudia Hernández (Gerente de Logística)	Jahn Pierth Arévalo (Gerente Comercial)	Mauricio Villegas (Presidente)	Análisis
		criterios necesarios para su funcionamiento.			gerente de logística y el gerente comercial lo consideran como un proceso estructurado, puesto que reconocen un método, frecuencias, estandarizaciones, procedimientos de abastecimiento y herramientas como SAP a través del cual se integra la información de 12 plantas diferentes.
¿Estuvo usted involucrado en el diseño del proceso de pronósticos que ustedes manejan?	No tuve nada que ver, puesto que hasta el momento apenas voy a ingresar al área de la planeación de la producción.	Si, yo fui quien lo diseñó junto con otras personas de la empresa.	Participé junto con otros compañeros en el proceso de su diseño, puesto que me preguntaron acerca de la herramienta que teníamos en el pasado, las mejoras que haríamos, las ventajas y desventajas, y a raíz de eso resultó la herramienta actual.	Si, ese proceso estuvo relacionado con un proyecto de reducción de inventarios que fue administrado por un gerente de proyecto vinculado la unidad de Pharmaceutical Packaging con sede en Alemania. Ellos estuvieron en todas las unidades de Schott y creó unas herramientas para ayudar a los planificadores en su labor. Contribuyó de manera importante en la reducción de inventarios y se cumplió con el objetivo de reducir los inventarios de vidrio.	De las personas entrevistadas, tan solo la gerente de logística participó de manera directa en el diseño y desarrollo de la herramienta que hasta el momento su utiliza en Schott. Por su parte el Gerente comercial y el presidente de la compañía participaron de forma indirecta dando respuesta a entrevista y encuestas por medio de las cuales se hacía un reconocimiento de las necesidades en ese entonces para el diseño del proceso de pronósticos. El presidente especifica que el proceso que actualmente se usa respondió a un proyecto de reducción de inventarios. Por su parte, la persona encargada de la gestión de producción indica que no estuvo involucrado en absoluto.
¿Cuáles son las herramientas que utilizan, o cual es el proceso que se lleva a cabo para la realización de pronósticos de materias primas en un periodo establecido?	Dado que esta empresa fabrica sobre pedido, actualmente no se maneja un pronóstico, se maneja según las órdenes de venta que se tengan, se analiza qué vidrio se va a consumir a futuro y sobre esa información se hacen las órdenes de compra.	Excel.	Básicamente la herramienta lo que hace es preguntarme el plan de ventas que tengo para los tres años siguientes y por grupo de producto. Yo reviso mis clientes, si compran ampolletas o viales y el grupo de producto que es. Entonces lo que hago es mirar el comportamiento del cliente en el pasado y mirar cómo puede ser su comportamiento hacia el futuro de acuerdo a las visitas	Está estructurado sobre una herramienta de Excel que contiene los históricos de consumo de las referencias de tubo de vidrio más importantes en la compañía, junto con unos mínimos y máximos de stock que se relacionan con dicho historial y va incorporando los pedidos. Sobre esa base la herramienta calcula el stock necesario y los momentos que se deben formular los pedidos.	En relación a las herramientas usadas en el proceso se reconocen Excel y <i>Business Intelligent</i> . En la especificación del proceso para la realización de pronósticos de materia prima la persona de gestión de producción, el gerente comercial y el presidente concuerdan en la descripción de un proceso estructurado y unificado, sin embargo, mencionan ciertos

Pregunta	Raúl Haya (Gestión de producción)	Claudia Hernández (Gerente de Logística)	Jahn Pierth Arévalo (Gerente Comercial)	Mauricio Villegas (Presidente)	Análisis
			que yo he hecho, con esta información yo elaboro el plan al respecto. Se cuenta con un sistema denominado <i>business intelligent</i> en el cual registro las ventas cada mes por cliente y por grupo de producto, y se compara el comportamiento de la demanda del cliente y lo compara con el crecimiento de estimado que los mismos clientes tienen para el próximo año y con la situación de la industria al nivel nacional e internacional. En este sentido, es muy importante la información cuantitativa del comportamiento registrado de los clientes, y cualitativa respecto a los estimados que se generan por factores como las políticas del gobierno y otros aspectos del mercado.		elementos comunes que se tienen presentes para la elaboración de pronósticos de demanda de materia prima: Órdenes de venta y planes de ventas, datos históricos de los pedidos de los clientes, análisis del posible comportamiento de los clientes a futuro y las referencias de vidrio más demandadas en producción.
¿Qué factores de la realidad se tienen en cuenta para el funcionamiento de ese proceso de pronósticos en relación a la cantidad de materia prima que se necesita consumir, y qué otras variables utilizan?	Las variables que tenemos en cuenta son: -Órdenes de compras de clientes que estén abiertas. -Reservas por parte de los clientes. -Se maneja un <i>forecast</i> diario, que indica el consumo que puede tener una máquina diariamente. Este último tiene en cuenta los históricos de consumo de nuestras máquinas, y de acuerdo al histórico se le asigna a cada máquina un <i>forecast</i> diario en Kg de materia prima.	Lo que se hace es: 1-Definir máximos y mínimos de acuerdo al histórico de consumos que hayan tenido las referencias de materia prima. 2-Las órdenes de compra que envían los clientes para ir introduciéndolas en este archivo de control. 3-Se coloca un <i>forecast</i> de consumo porque nuestro mercado es muy variable, puesto que no tenemos ventas a futuro y nuestro abastecimiento es muy largo.	-Comportamiento de la demanda del cliente y de los productos en el pasado. -Estimaciones nacionales en la industria. -Información proporcionada por el cliente respecto a su proyección de crecimiento para el próximo año.	-Históricos de consumo de las referencias de materia prima más usada. -Stocks de los insumos. -Momentos para la formulación de pedidos	Los factores comunes entre los encuestados fueron: -Los datos históricos de consumo de referencias de materia prima más usada. -Los datos de órdenes de compra. -Estimados de compra futura que se tienen de cada cliente. Tan solo dos personas nombraron el <i>forecast</i> , los stocks de inventarios, y solo una persona mencionó las estimaciones nacionales de la industria. Como puede apreciarse, no existe una idea unificada de los factores para el funcionamiento del procesos de pronósticos de la empresa, y el hecho de que solo una persona ligara la información externa a la empresa (como lo son las estimaciones de la industria al nivel nacional), indica que muy

Pregunta	Raúl Haya (Gestión de producción)	Claudia Hernández (Gerente de Logística)	Jahn Pierth Arévalo (Gerente Comercial)	Mauricio Villegas (Presidente)	Análisis
					posiblemente el método o modelo que están manejando no incorpora datos del mercado que pueden afectar el comportamiento de la demanda.
¿Cómo llegan a este <i>forecast</i> , por promedios, por tendencias u otros?	Se analiza el consumo del último año mes por mes, se calcula el promedio, y este se divide por el número de días que falta por el mes presente.	El <i>forecast</i> se calcula de acuerdo al <i>liptime</i> que tiene cada referencia de vidrio, referencias de 14 o 3 días, mas el tiempo de tránsito de la materia prima hasta llegar a nuestra planta, y con el consumo histórico que haya tenido. Se tiene un cálculo con una fórmula en un archivo de Excel que nos dice cual sería el máximo y el mínimo del stock.			Es evidente que las personas encargadas de área de gestión de producción y gerencia de logística en relación al <i>forecast</i> que se maneja en la empresa, describen procesos diferentes para su obtención, en donde gestión de producción tiene en cuenta históricos de consumo, su promedio, y días faltantes del mes, mientras que la gerente de logística menciona el <i>liptime</i> de cada referencia de vidrio, la demora de su transporte y los valores mínimos y máximos de stock. En este sentido, hace falta una unificación de criterios entre las personas de los departamentos encargados, puesto que si el procedimiento de cálculo de una variable es diferente para cada una de las personas encargadas, entonces, cualquier método que se intente implementar será equivoco, no por el método en sí, sino por la falla humana.
¿Cuáles fueron los criterios para la elección de las variables del proceso de cálculo de pronósticos que actualmente desarrolla la empresa?	Ese dato no lo tengo, puesto que no participé en su diseño.	Este se hace tomando el stock máximo de seguridad que se tiene y se divide en treinta días. El resultado es el <i>forecast</i> diario que se le coloca para consumir en un mes de producción. Este se hace de forma diaria. En relación a los criterios de la elección de estas variables puede decirse que el trabajo se hizo con una persona de Schott en Alemania, quien nos trajo ese lineamiento para hacerlo de forma diaria.	Teniendo en cuenta que todas las plantas de Schott no tienen un sistema de información unificado, lo que se buscó fue encontrar variables generales para todas las plantas; por ejemplo, ampollitas y viales es bien genérico, pero hay casos en donde unas plantas imprimen y otras no, y por lo tanto, en ese detalle el plan adquiere una visión diferente para las plantas. Por lo tanto se buscaron grupos de insumos que fueran más amplios para las plantas, a	El tiempo de transporte desde el momento de la orden de producción hasta el momento en que se recibe el tubo. El histórico de consumo de tubo de vidrio de los últimos años. Los pedidos que se contactan con la producción. La presencia de la estacionalidad que se presenta entre el primer y segundo semestre del año que tiene que ver con una mayor carga de demanda de transporte en Brasil, lo que hace que el	Nuevamente, las respuestas de los entrevistados varían ampliamente. Por un lado, la gerente de logística expresa que los criterios para la elección de las variables del proceso son: los stock de seguridad y el <i>forecast</i> calculado; pudiendo encontrar que no detalla sobre las condiciones que deben llenar las variables. Por su parte, el Gerente comercial afirma que se buscaron variables que aplicaran para las distintas

Pregunta	Raúl Haya (Gestión de producción)	Claudia Hernández (Gerente de Logística)	Jahn Pierth Arévalo (Gerente Comercial)	Mauricio Villegas (Presidente)	Análisis
			través de la información de ventas.	segundo semestre presente problemas de transporte.	plantas de Schott, identificando de esta forma grupos de insumo de amplia demanda que usaran en todas las plantas. Por su parte, el presidente de la planta anuncia una serie de variables pero no entra a una definición de los criterios de su elección, al respecto solo menciona el factor de tiempo de transporte de los insumos hasta la planta como factor determinante.
¿Cómo se revisa la validez y la aplicabilidad de los pronósticos de demanda que actualmente se realizan en la empresa?	Esos datos solo son validados por dos personas que son: el encargado de la planeación de producción y el gerente de logística. Lo que se hace es que al momento en el que llegan los embarques se verifica que la cantidad de insumos se mantengan entre el stock de seguridad y el máximo.	Hacemos una revisión cada tres meses, actualizando el consumo de las referencias que se haya presentado durante el último trimestre, y de acuerdo al cálculo que la herramienta hace se ajustan los máximos y mínimos del stock, y por último de hace el control con la meta que se definió en Schott ppc que es de 160 toneladas. Entonces se evalúa los niveles de stock que está arrojando el sistema para que al final siempre se mantengan las 160 ton.	Cuando yo realizo el pronóstico de ventas y lo cierro en el sistema, de manera automática le llega un informe al director de ventas de Sur América y él se encarga de aprobarlo o no aprobarlo teniendo en cuenta la información que él tiene en su base de datos. Una vez es aprobado, la información la recibe el vicepresidente global de ventas, quien revisa nuevamente los números y dice si está de acuerdo o no.	Se tienen unos indicadores que se miden periódicamente, en donde los indicadores fundamentales son las ventas perdidas por falta de materia prima y el nivel del stock. Lo que ha pasado es que para no tener ventas perdidas hemos generado un sobre-stock para minimizar el riesgo de ventas perdidas. Lo óptimo sería poder mantener un nivel razonable de entregas con unos niveles razonables de inventarios. Esta medición se hace mensualmente, y hay un comité que se hace a través de teleconferencia con otras plantas de la región. Igualmente hay un establecimiento de metas y de resultado que se evalúan periódicamente.	En relación a las personas que involucradas en el proceso de validez de la aplicabilidad de los pronósticos, no existe un consenso entre los entrevistados. Por una parte, Gestión de producción afirma que solo participan las dos personas encargadas de las áreas de planeación y logística; así mismo, el gerente comercial involucra su participación propia, el director de ventas de Sur América y el vicepresidente global de ventas; y por último, el presidente menciona la realización de un comité en el que participan las diferentes plantas de la región. Por su parte, la gerente de logística no menciona de manera concreta la participación de algunos cargos. Igualmente, no hay una unificación en relación al proceso de validación, así por ejemplo, teniendo en cuenta los intervalos de tiempo, la persona de Gestión de producción menciona una frecuencia ligada con la llegada de embarques de insumos, la gerente de logística menciona una revisión cada tres meses, el gerente comercial no define un periodo de tiempo y el presidente menciona una

Pregunta	Raúl Haya (Gestión de producción)	Claudia Hernández (Gerente de Logística)	Jahn Pierth Arévalo (Gerente Comercial)	Mauricio Villegas (Presidente)	Análisis
					medición cada mes. Lo único común en tres de los cuatro entrevistados, fue la verificación de que los cálculos realizados coincidieran con los niveles de stock mínimos y máximos de las materias primas.
¿Las personas que tienen que ver con el proceso influyen en los resultados que arroja la herramienta para el cálculo de pronósticos a través del uso de la intuición o criterio propio?	Nosotros tenemos en cuenta el dato numérico que arroja la herramienta, siempre y cuando el inventario esté por encima el stock de seguridad o stock mínimo. De lo contrario, se evalúa la necesidad de hacer un mayor pedido de materia prima.	Se tiene en cuenta información también del área de ventas, en donde se hace una reunión para revisar lo el sistema y el cálculo de Excel en relación al histórico. Pero igualmente ventas informa acerca de los nuevos negocios que puede tener en tránsito, puesto que un cliente puede subir la demanda porque está esperando una licitación u otro negocio puntual, y se le introduce un <i>forecast</i> de consumo estimado para las referencias que nos indique el área comercial.	Definitivamente existe un juicio el cual prácticamente se realiza en conjunto, puesto que yo hablo con los vendedores sobre cada uno de nuestros clientes, su situación, el aumento de precio que estiman para el próximo año, y además, la opinión tanto mía, como la del director de ventas de sur América y el vicepresidente global de ventas.	Hay una variable que está incluida, que es el juicio o criterio de la persona que gestiona la herramienta, la cual decide si incrementa o disminuye las unidades. Igualmente está la intervención del comité de ventas, el área comercial, la persona de logística, en donde se somete a consideración de ese grupo la expectativa de compra que se va a generar para las próximas dos o tres semanas, haciendo así algunos ajustes pensando en posibles órdenes que van a llegar u órdenes que se van a cancelar.	De manera clara, sí existe una intervención del juicio o intuición de varias personas relacionadas con el manejo de pronósticos. Tales como: vendedores, gerente comercial, director de ventas de sur América y vicepresidente global de ventas, comité de ventas, área comercial y de logística. Aunque en su respuesta cada uno de los entrevistados no concuerda con sus colegas, al analizar la información en su conjunto puede apreciarse que el modelo actualmente usado permite una intervención muy importante del criterio de las personas, lo cual pone en duda la objetividad del método y explica en parte su deficiencia.
En su opinión, ¿el proceso de pronósticos de demanda que actualmente se desarrolla en la empresa funciona?	Funciona puesto que se ha manejado por muchos años, sin embargo pienso que es un método que debe mejorarse de alguna manera puesto que los análisis que requiere toman mucho tiempo, igualmente, el método es muy informal, se maneja en bases de datos y es muy manual.	Para ser un Excel, ha funcionado digamos que en un 90%, lo cual ha sido bueno para este negocio. Hay que reconocer que nos falta mejorar mucho porque cuando la producción baja el <i>forecast</i> hace que nos llenemos de stock, lo cual se constituye como la falencia de este sistema.	Funciona únicamente para el área financiera y el área de ventas, pero no funciona para el área de logística, puesto que no se ha integrado totalmente a la misma. Como resultado de esto se puede ver que hay plantas con 120 días de retraso con serios problemas para entregar pedidos, mientras hay otras plantas desocupadas con máquinas varadas. Entonces, a mi juicio falta que el área de logística se familiarice y relacione mucho más con el tema.	Relativamente funciona. Durante meses hemos logrado mantener unos inventarios óptimos estando en el orden de 140 toneladas de vidrio en bodega, mas una determinada cantidad de vidrio que está en tránsito, lo cual suma un total de 150 a 170 toneladas de vidrio. Sin embargo, últimamente se han manejado 205 toneladas de vidrio ante lo cual no hay muchas explicaciones para las variaciones de la demanda. Entonces, encontramos muchos factores como el juicio, la dedicación sobre la herramienta, las variables como paros por huelga o problemas en	Todos los entrevistados manifiestan que el actual proceso que ejecutan para al pronóstico de demanda de materias primas funciona, sin embargo requiere mejoras en un mayor o menor grado para solucionar problemas específicos tales como: demora, manualidad, falta de precisión en los cálculos y falta de interrelación con el área de logística especialmente.

Pregunta	Raúl Haya (Gestión de producción)	Claudia Hernández (Gerente de Logística)	Jahn Pierth Arévalo (Gerente Comercial)	Mauricio Villegas (Presidente)	Análisis
				aeropuertos, y todo ese tipo de cosas conlleva a que hoy día tengamos casi un 50% más de de vidrio en stock.	
¿En una escala de 1 a 10 (en donde 10 es excelente y 1 es completamente inútil), cómo calificaría el proceso de cálculo de demanda de materias primas que actualmente lleva la empresa?	Teniendo en cuenta que el método actual funciona pero que requiere de ciertos ajustes, lo calificaría en 6 o 7 puntos, teniendo en cuenta que se puede mejorar demasiado.	El pronóstico de demanda, tal y como está manejado ahora lo evaluaría en un 9. Su problema es que es manual y gasta mucho tiempo en la actualización diaria, o cuando se hacen pedidos se gasta mucho tiempo en la revisión de todas las referencias, pero en sí el cálculo que arroja es óptimo.	Yo le daría un 7,5, el 2,5 faltante es debido a la falta de la integración del área de logística para que de esa forma ya pueda ser completamente útil.	Lo calificaría con un 6, y a veces podría decirse que un 7, pero ese el tope de esta herramienta, puesto que se fundamenta más en una estadística del pasado que en el futuro.	En promedio, el modelo recibe una calificación de 7,6. El personal de logística es quien da la calificación más alta asignando un 9, añadiendo que aunque el cálculo es óptimo, requiere que el proceso sea mucho más ágil. Por otro lado, los demás entrevistados califican entre 6 y 7,5, asegurando que las mejoras pueden lograrse a través de la integración del área de logística, que los datos a tener en cuenta deben superar los datos del pasado y que se pueden hacer otras mejoras para que sea más óptimo.
Al nivel personal, ¿qué ideas tiene usted para poder mejorar ese proceso?	En mi trabajo con la empresa he visto que tenemos una herramienta muy grande la cual debe utilizarse al máximo la cual es un ERP, que es un emisor de planeamientos empresariales llamado EPICOR, el cual es un pequeño SAP que maneja esta empresa. La idea es utilizar esta herramienta para la planeación de la producción, no manejar las bases de datos actuales y dejar de hacer las cosas de manera manual. Esta herramienta podría pronosticar lo que es materia prima, empaque y otros productos sensibles para la producción.	Se puede optimizar por un sistema ERP, en donde se ligue de manera automática toda la información que ingresa desde ventas para así evitar hacerlo manualmente.	Se puede mejorar a través de la integración del área de logística y producción para que con base a la información que se genere pueda determinarse y planearse la compra de materias primas, su capacidad de planta y la mano de obra que requieren. Igualmente es importante estar interrelacionados con otras plantas para aprovechar su capacidad y solucionar esa sobredemanda que se presenta, para que así no se pierdan las ventas, pues si una planta no puede producir rápido y otra planta no la apoya se puede perder la venta.	Hoy, con la herramienta que estamos usando que es EPICOR, la cual incorpora una estructura de pronósticos de compra con unos parámetros profesionales y ofrece muy buenas proyecciones de producción o de ventas, podemos introducir una herramienta que nos permita pronosticar las compras de los productos de mayor movimiento. Esto va a generar una mayor agilidad en el proceso productivo. Hay que tener en cuenta que la posibilidad de encontrar una fuente alterna de suministro no existe.	Tres de los entrevistados concuerdan en que la herramienta EPICOR puede ayudar mucho a la mejora del proceso del cálculo de la demanda de materia prima haciéndolo más rápido y preciso, y a la vez la planeación en el área de producción puede ser optimizada al tener un mejor pronóstico de demanda.

Pregunta	Raúl Haya (Gestión de producción)	Claudia Hernández (Gerente de Logística)	Jahn Pierth Arévalo (Gerente Comercial)	Mauricio Villegas (Presidente)	Análisis
Si usted contara con una herramienta bien diseñada que le permita pronosticar bien la demanda, y que además le ayude a evaluar si el proceso de los pronósticos que usted está realizando se ajusta adecuadamente a la dinámica de la industria, ¿le interesaría implementarla?	Claro que sí, puesto que me facilitaría mucho el trabajo una herramienta que me permita identificar un estimado o un pronóstico de la demanda que voy a tener en cuanto a materia prima.	Claro, lo implementaría de inmediato.	Claro, por supuesto, sería muy bueno que eso se diera así.	Obviamente sí, eso es fundamental. Ha habido muchas opiniones porque es mucho el esfuerzo que se requiere para la proyección de ventas y el pronóstico de la demanda. En verdad para esta empresa los inventarios tienen un impacto muy grande en los flujos de efectivo, e impactan mucho en el capital empleado. De esta manera se podría mejorar mucho el flujo de efectivo y mejorar las perspectivas financieras de la empresa.	Finalmente, las personas entrevistadas muestran su interés abierto por contar con una herramienta más acertada para el cálculo de pronósticos de demanda. Esto refleja una actitud positiva frente al trabajo realizado por el grupo de investigación.

-

5.2 COMPARACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PRONÓSTICO DE DEMANDA EN LA EMPRESA ESTUDIADA

5.2.1 Análisis cuantitativo

5.2.1.1 Análisis del proceso de pronóstico de demanda en la empresa estudiada

El modelo cuantitativo de pronósticos de demanda fue facilitado por la empresa y ha sido analizado desde diferentes puntos de vista. Es preciso mencionar que, aunque la empresa agrupa sus referencias de materias primas en tres diferentes grupos según su importancia y rotación de inventarios, el modelo cuantitativo usado y el proceso de pronósticos de demanda que aplican es exactamente el mismo.

¿Es un modelo de pronósticos? Analizando el modelo cuantitativo que la empresa usa para pronosticar su demanda, se ha descubierto que en realidad no se trata de un modelo de pronóstico de la demanda, sino más bien de un modelo de control de inventarios que ofrece información detallada a la gerencia de logística para que tomen decisiones sobre las adquisiciones de materias primas. Si bien este modelo analiza la demanda interna de materias primas, no realiza ningún cálculo o análisis con dicha información para sugerir una demanda futura.

A continuación, se explicará el modelo cuantitativo que usa la empresa estudiada.

Variables tenidas en cuenta. Este modelo cuantitativo, por sí sólo, tiene en cuenta variables directamente relacionadas con las entradas (llegada a la planta) y salidas (consumo y contingencias) de materias primas, y la temporalidad de los eventos mencionados.

Las variables específicas tenidas en cuenta son las que se mencionan a continuación, teniendo en cuenta que cada variable es bidimensional, es decir que contemplan las cantidades de materia prima y la fecha del suceso:

- Niveles de inventario en existencia (entrada).
- Llegadas (Recibo de pedidos de materias primas en la planta) (entrada).
- Consumo de materia prima (salida).
- Contingencias (obsolescencias y pérdidas por mala manipulación, contaminación, rotura, etc.) (Salida)
- Salidas (despachos de materias primas sin ser procesadas con otra planta o lugar de destino) (Salida).

Definición del tipo de modelo cuantitativo usado por la empresa. El modelo cuantitativo que usa la empresa lleva un registro de los niveles de inventarios de cada referencia de materia prima. Este registro es alimentado con información sobre la llegada de nuevos lotes de materia prima, el consumo de materias primas por las actividades propias de producción, las unidades perdidas por mal uso, mala manipulación y mal almacenamiento, y la salida de materias primas sin procesar que son enviadas a otras plantas, clientes, destinos o proveedores.

Siguiendo patrones estacionales que fueron evaluados de forma cualitativa, se han fijado niveles de inventario objetivo para cada mes del año, y niveles de inventario de seguridad también para cada mes del año.

La herramienta busca máximos y mínimos en el consumo de materias primas en un periodo de tres meses, y define unos valores de contingencia que son adicionados a los pronósticos de forma constante durante ese periodo, de forma diaria.

La herramienta se alimenta de las actualizaciones manuales de la información del almacén, y monitorea los niveles de inventario de materias primas para brindarle a la gerencia de logística una visualización más organizada del movimiento de los inventarios de una referencia de materia prima en un mes determinado. Esto es usado por la gerencia de logística para intentar mantener niveles adecuados de inventarios, dentro de los límites previamente definidos como nivel de inventario de seguridad y nivel de inventario objetivo.

Es responsabilidad únicamente de la gerencia de logística usar la información que el modelo cuantitativo le arroja para realizar los cálculos, compartir sus opiniones con la gerencia de producción, y tomar una decisión conjunta.

Lo anterior no es considerado un modelo de pronósticos pues no usa la información para emitir cálculos sobre los posibles niveles de inventario futuros, ni sugiere de ninguna forma qué cantidades de materias primas comprar para satisfacer el consumo interno sin elevar demasiado los niveles de inventarios.

Podría decirse que la empresa estudiada no cuenta realmente con un modelo cuantitativo de pronóstico de la demanda, y que su proceso de pronóstico es enteramente cualitativo aunque sea asistido por herramientas cuantitativas de información.

5.2.1.2 Medida y análisis del error del modelo actualmente usado por la empresa estudiada

Ya que no se trata de un modelo de pronósticos de demanda propiamente, no puede ser aplicado ningún criterio cuantitativo de medición de error aplicado a los modelos de pronóstico de demanda tradicionales.

5.2.1.3 Análisis estadístico de las características de los conjuntos de datos

5.2.1.3.1 Adaptación y procesamiento de los datos

Origen y naturaleza de los datos. Los datos originales de demanda fueron facilitados por la empresa. Esta información estaba dada en términos de unidades vendidas de cada una de las referencias de producto terminado que vendió la empresa durante los últimos dos años, mes a mes. Estos datos estaban en formato digital, y fue preciso hacer varias adaptaciones para volverlos datos procesables y cuantificables fácilmente con el uso de programas de hoja de cálculo.

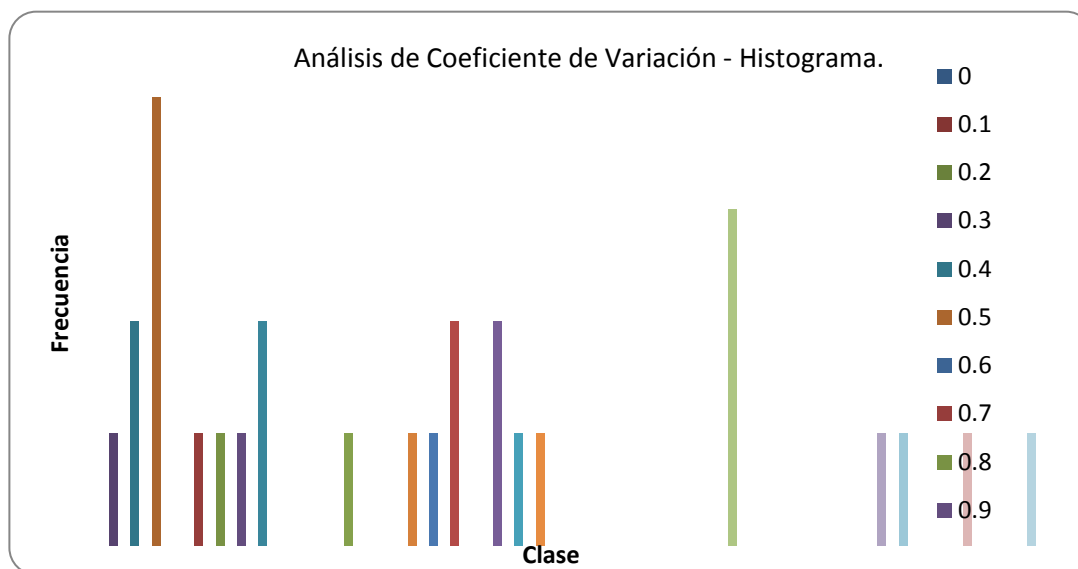
Consolidación. Para que los datos fueran procesables y estadísticamente confiables, fue preciso consolidar la información de demanda de cada una de las referencias de productos terminados que usaran exactamente la misma referencia de materia prima. Esto hizo que se pasara de 1128 registros de productos terminados a tan sólo 28 registros de materias primas.

Filtro y Validación. Para efectos de análisis estadísticos, es preciso entender correctamente las características de los conjuntos de datos, y aplicar modelos de pronósticos al consumo de aquellas referencias de materias primas que realmente tienen movimiento significativo a través del tiempo. Por eso se aplicaron varios filtros a la información para seleccionar aquellas referencias que realmente pueden ser analizadas y cuya demanda puede ser usada para pronosticar la demanda futura. A continuación se describe el procedimiento de filtro de los conjuntos de datos para seleccionar los adecuados.

- Frecuencia de Uso de Materias primas: se seleccionaron las referencias que se usan 23 o 24 de los meses durante los meses de los cuales tenemos registros. Se hacen dos excepciones en que se usan apenas 11 y 14 veces cada una, pero que lo hacen de forma consecutiva en los últimos periodos de toda la serie de tiempo.
- Coeficiente de Variación: Se analizó el coeficiente de variación de cada serie de tiempo para encontrar aquellas referencias que varían demasiado como para considerarlas no aleatorias. Por medio de un histograma, se comprendió cual es el comportamiento de los coeficientes de variación de estos conjuntos de datos. El coeficiente de variación de los diferentes conjuntos de datos estuvo entre 0.3 y 4.6.
- La ecuación para hallar el coeficiente de correlación de los conjuntos de datos es:
- $$Coef.Variación = \frac{\bar{x}}{\sigma}$$

- Histograma de Coeficientes de Variación, Series de Tiempo de Consumo de Materias Primas.

Figura 10. Análisis de Coeficiente de Variación - Histograma



Elaboración propia.

- Luego de analizar el coeficiente de variación de los datos de consumo de todas las referencias de materias primas, se seleccionaron únicamente 17, aquellas referencias de materias primas cuyos datos de demanda no exhibiesen un coeficiente de variación mayor a 1.
- Análisis de autocorrelación: Éste permitió identificar aquellas variables que están suficientemente relacionadas consigo mismas cuando su propia información es contrastada con ella misma, pero retrasándola n-períodos. Mediante este análisis se encontró que únicamente 5 de las 17 referencias estudiadas exhiben autocorrelaciones significativas. Este análisis permite, además, postular estos 5 conjuntos de datos para el desarrollo de los métodos de pronóstico más avanzados que propondremos en el presente trabajo.

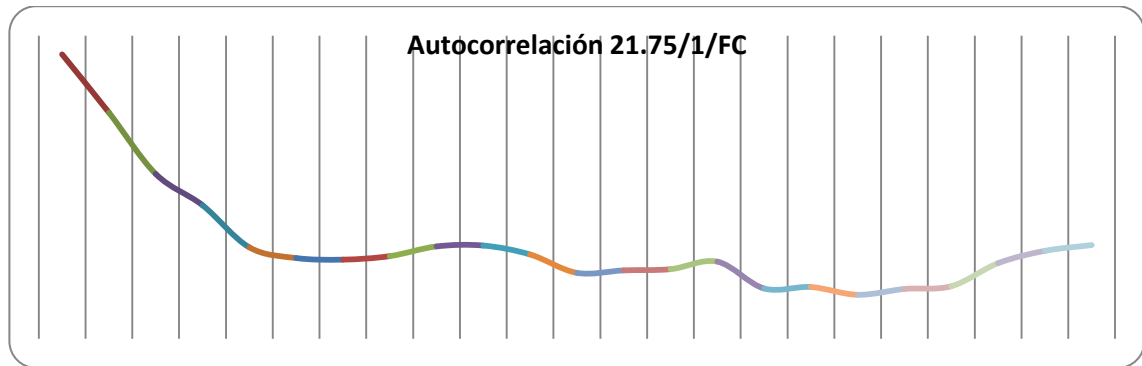
- El criterio de selección fue establecido con un nivel de confianza del 90%, usando la Distribución Normal con un valor $Z = 1.65$ y un tamaño muestral de $n=24$.
- La expresión es: $\left(\frac{1}{\sqrt{n}}\right) * Z = 0.336804839632687$
- Esto queriendo decir que todos los conjuntos de datos que tengan un coeficiente de autocorrelación de 0.3368 o mayor en los primeros retrasos de la misma variable ($n-1$ y $n-2$), serán considerados para la aplicación de métodos de pronóstico que usan la autocorrelación como mecanismo principal de análisis. Todos aquellos conjuntos de datos que estén por debajo de este valor podrían considerarse aleatorios; esto, sin implicar que dejemos de aplicar todos los demás métodos cuantitativos de pronóstico que serán aplicados.
- A continuación y a modo de ejemplo, se presentan la gráfica de autocorrelación de uno de los conjuntos de datos que muestran un coeficiente de autocorrelación superior a 0.3368. La siguiente gráfica muestra el coeficiente de autocorrelación de la referencia de materia prima que tuvo la autocorrelación más alta de las 17 referencias estudiadas

Coeficiente de Autocorrelación en:

$$n - 1 = 0.7257444$$

$$n - 2 = 0.49531071$$

Figura 11. Coeficientes de Autocorrelación de Referencia de Materia Prima “21.75/1/FC”



Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.4 Desarrollo de modelos cuantitativos de pronósticos de demanda

5.2.1.4.1 Justificación y selección de modelos cuantitativos a ser aplicados

Explorando los conjuntos de datos y entendiendo sus características estadísticas de dispersión, se ha comprendido que se trata de conjuntos de datos que pueden ser aleatorios o que se acercan al comportamiento aleatorio. Es precisamente por ello que, revisando el funcionamiento y la dinámica de los diferentes modelos cuantitativos de pronóstico, se ha determinado el uso de unos tipos específicos de modelos, excluyendo otros.

Desafortunadamente, aunque el comportamiento de los datos tenga una tendencia hacia la aleatoriedad, la necesidad de un pronóstico del consumo de estas materias primas sigue siendo apremiante y se necesitan mecanismos que si bien estarán medianamente alejados de la realidad, permitan vislumbrar el futuro con alguna medida de certidumbre. Estos mecanismos apoyarán y soportarán la toma de decisiones por parte de los actores responsables de la definición de los volúmenes de abastecimiento; en el caso puntual de la empresa estudiada son la Gerencia de Logística y la Gerencia Comercial.

Los modelos de pronóstico, a juicio de los autores de la presente investigación, podrían agruparse en dos grandes categorías.

Modelos Cuantitativos de Pronóstico de Respuesta Rápida: Se trata de los modelos cuantitativos de pronóstico que evalúan los datos más recientes y según el comportamiento de dichos datos, y la configuración propia del modelo, emiten un nuevo dato pronosticado para el siguiente periodo para el cual no se cuenta con información histórica.

Según el criterio propio de los autores de la presente investigación, y con el fundamento de la investigación sobre los mejores métodos y modelos de pronóstico, se ha ubicado dentro de esta categoría los siguientes modelos cuantitativos tradicionales de pronóstico:

- Promedios Móviles
- Promedios móviles simples
- Promedios móviles ponderados
- Suavización Exponencial.
- Suavización exponencial simple
- Suavización exponencial doble
- Suavización exponencial con ajuste de tendencia
- Suavización exponencial con ajustes de tendencia y estacionalidad
- Metodología ARIMA.

Modelos Cuantitativos de Pronóstico de Respuesta Lenta: Son los modelos cuantitativos de pronóstico que evalúan la totalidad de los datos y mediante la construcción matemática y procedimental de cada modelo, emiten un nuevo dato pronosticado para el siguiente periodo para el cual no se cuenta con información histórica.

Según el criterio propio de los autores de la presente investigación, y con el fundamento de la investigación sobre los mejores métodos y modelos de pronóstico, se ha ubicado dentro de esta categoría los siguientes modelos cuantitativos tradicionales de pronóstico:

- Métodos Regresivos
- Regresión Lineal
- Regresión multivariable
- Diversos métodos de regresión no lineal

Dentro de estas dos categorías se decidió optar por los modelos cuantitativos de pronóstico de respuesta rápida, pues ofrecerán una mayor flexibilidad y dinamismo al momento de calcular los datos pronosticados y adaptarse más rápidamente al comportamiento de una demanda que eminentemente tiende hacia la aleatoriedad.

5.2.2 Modelos cuantitativos seleccionados

A continuación se explican los modelos cuantitativos seleccionados y cómo fueron definidas sus características y variables para investigar una mejor forma de pronosticar el consumo de materias primas en la empresa estudiada.

5.2.2.1 Promedios Móviles Simples

Se calcula un promedio de los niveles de demanda de los últimos periodos de los cuales se posea información. El número de períodos en el pasado que son tenidos en cuenta para el cálculo varía, y se evalúan diferentes periodicidades para encontrar la mejor forma de aproximarse al comportamiento real del consumo de materias primas.

5.2.2.2 Promedios Móviles Ponderados

Se calcula un promedio ponderado de los niveles de demanda de los últimos periodos de los cuales se posea información. El número de períodos en el pasado que son tenidos en cuenta para el cálculo varía, y se evalúan diferentes

periodicidades para encontrar la mejor forma de aproximarse al comportamiento real del consumo de materias primas. Adicionalmente la ponderación que se le da a cada uno de los periodos evaluados varía, buscando la optimalidad del modelo de pronóstico para cada uno de los conjuntos de datos evaluados.

5.2.2.3 Suavizamiento Exponencial simple, doble y con ajustes de tendencia y/o estacionalidad

Estos modelos pronostican haciendo una revisión continua del error del pronóstico en el período inmediatamente anterior, para luego sumar ese error al dato que será pronosticado. Para ello, usa variables de suavizamiento que son definidas por la persona a cargo de realizar los pronósticos. Estas variables, según el modelo, también suavizan y ajustan el dato pronosticado con componentes de tendencia y estacionalidad. Serán dichas variables las que se optimizarán buscando el mejor modelo de pronóstico en cada caso.

5.2.2.4 Metodología ARIMA

La metodología ARIMA se diferencia de la mayoría pues no hace ninguna asunción sobre la naturaleza ni el comportamiento de los datos. Es una metodología que por medio de modelos autorregresivos y de modelos de ponderación del error, usa los mismos valores del conjunto de datos para pronosticar a corto plazo con un elevado nivel de exactitud. Por medio de procedimientos iterativos y de optimización no lineal del MPE, el algoritmo detrás de la metodología ARIMA calcula los coeficientes óptimos y la configuración de un modelo que se ajuste tanto como sea posible al comportamiento de los datos estudiados. Se trata de una metodología compleja y que requiere de la asistencia de la computación y la informática para su implementación de forma práctica y a costos razonables.

En la presente investigación, y para efectos de la empresa estudiada y el comportamiento de sus datos, únicamente 4 de los 17 conjuntos de datos reunieron los requisitos para que la búsqueda e implementación de un modelo

ARIMA se justifique realmente. Esta decisión principalmente basándose en el análisis de autocorrelación previamente desarrollado, y adicionalmente contrastado con un análisis de autocorrelación automatizado realizado con la asistencia del software “*IBM SPSS Base 15*”. Únicamente 4 de los 17 conjuntos de datos muestran señales estadísticamente consistentes de que existe autocorrelación en cada variable.

5.2.3 Resultados de los modelos de pronóstico cuantitativos propuestos

5.2.3.1 Generación y selección de los modelos cuantitativos de pronóstico

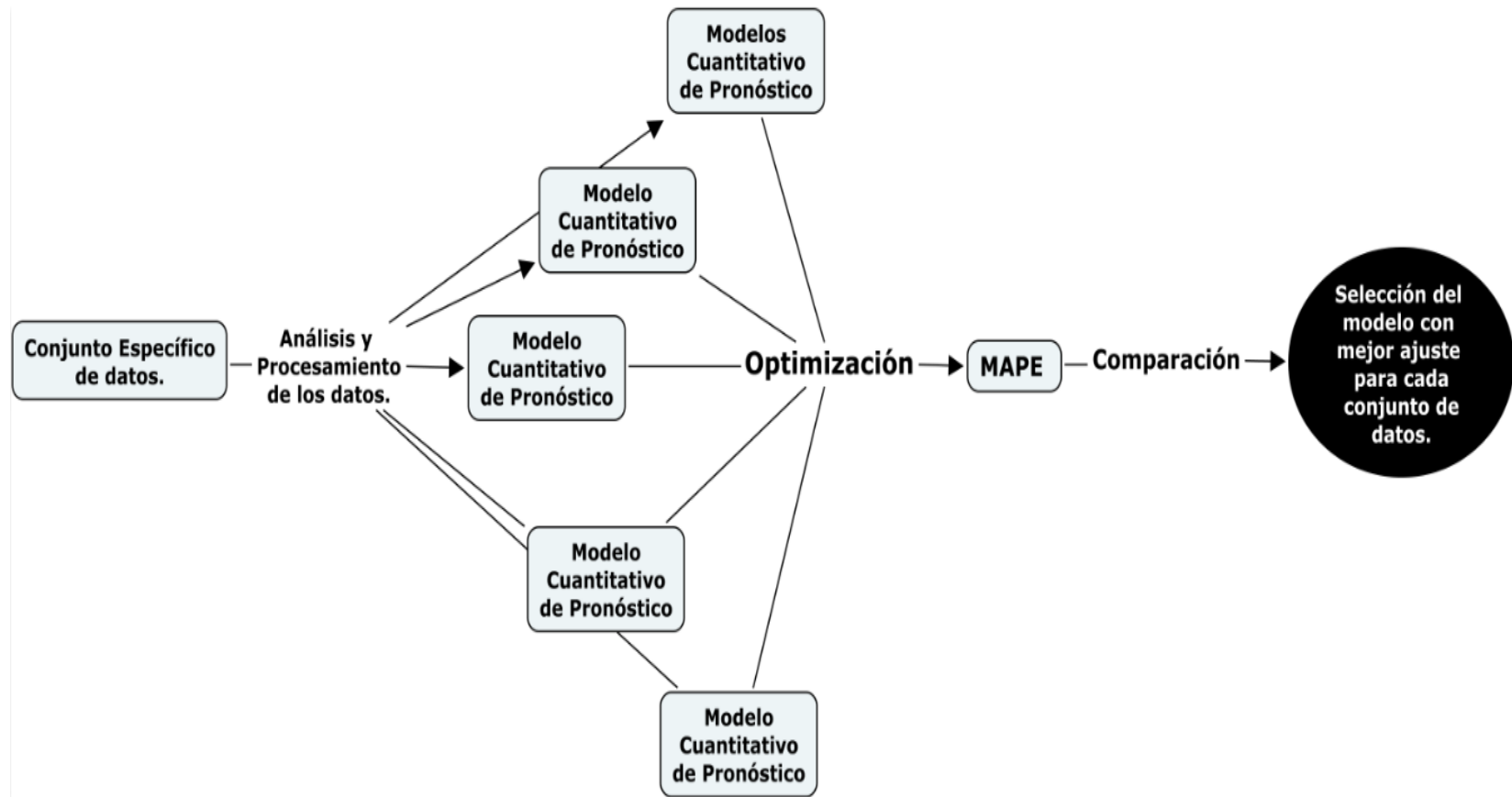
Los diferentes modelos cuantitativos de pronóstico tienen formas matemáticas generales que a priori pueden ser aplicadas a casi cualquier conjunto de datos. Aun así, el interés de los autores es el de encontrar los modelos cuantitativos de pronóstico de demanda que mejor se ajustan al comportamiento de los datos existentes, intentando pronosticar la demanda futura con la mayor exactitud posible.

Es por esto que se han tomado las formas generales de los modelos de pronóstico, y se ha aplicado la optimización por medio de diferentes métodos y algoritmos, para encontrar los valores de las variables de control y ajuste de los diferentes modelos que logran que el modelo pronostique la demanda con la menor incertidumbre o error posible. Una vez encontrados los valores óptimos de las variables de cada modelo, se procede a hacer una comparación entre todos ellos, para cada conjunto específico de datos.

La función objetivo a ser optimizada fue el cálculo del indicador de error MAPE, previamente discutido en este trabajo. Fue seleccionada al ser la única medida disponible que ofrece una medida relativa del desempeño de cada modelo cuantitativo de pronóstico. En otras palabras, el MAPE indica el porcentaje de error que tiene un modelo cuantitativo de pronóstico funcionando sobre un conjunto de datos específico. De forma tal, el MAPE permite comparar el desempeño y la exactitud de diferentes modelos de pronóstico actuando sobre un

mismo conjunto de datos, aun cuando se trate de modelos matemáticos radicalmente diferentes en su configuración intrínseca. Luego, es posible seleccionar el modelo cuantitativo de pronóstico que tenga mejor desempeño, o sea menor error MAPE, encontrando así el mejor modelo cuantitativo óptimo de pronóstico que se ajusta de la mejor forma al comportamiento de cada conjunto de datos de demanda de materias primas en la empresa estudiada. La siguiente ilustración permite vislumbrar mejor este concepto.

Figura 12. Metodología de optimización y selección de modelos óptimos y con ajuste adecuado para los conjuntos de datos



Fuente: Elaboración propia, basado en comparación del MAPE.

5.2.3.2 Optimización

Dada la diversidad en la naturaleza y la configuración intrínseca de cada uno de los modelos cuantitativos de pronóstico a examinar, ha sido necesario recurrir a diferentes instrumentos de optimización, que se adecúan a la naturaleza de cada modelo. Estos algoritmos de optimización no son de elaboración propia de los autores, y hacen parte de la oferta de diferentes productos comerciales en informática. Es por ello que, aunque se comprende bien en qué consiste su funcionamiento y como arrojan sus resultados, no se cuenta con detalles específicos de los aspectos funcionales ni la construcción matemática propia de los algoritmos usados para la optimización de las variables tratadas.

Se sabe que los algoritmos usados usan diferentes técnicas de programación matemática y de iteración a nivel informático y de procesamiento para lograr respuestas óptimas en cada caso. En el presente trabajo se usó tres algoritmos distintos, que pertenecen a dos herramientas de software diferentes:

5.2.3.2.1 Algoritmos Usados

Evolutionary: algoritmo evolutivo perteneciente a la funcionalidad de optimización denominada “*Solver*”, disponible en el paquete de software de Microsoft Excel 2010.

Este es un algoritmo evolutivo que hace muy pocas o ninguna asunción sobre el conjunto de datos que está analizando. Su método de optimización consta en la inicialización de las variables con valores cualesquiera, y la evolución constante de la solución actual comparada con nuevas soluciones que el algoritmo calcula de forma automática y aleatoria. De tal forma, y por medio de reglas de ejecución a nivel computacional el algoritmo sabe cuándo detenerse al no encontrar evidencia suficiente de que la solución que ya ha encontrado vaya a mejorar substancialmente. El modelo matemático sobre el cual el algoritmo opera deberá ser especificado y construido por el usuario, ciñéndose a la dinámica y la interface

de Microsoft Excel 2010, corriendo siempre el riesgo de que la optimización esté comprometida por una mala formulación por parte del usuario.

GRG Non Linear: algoritmo de optimización no lineal perteneciente a la funcionalidad de optimización denominada “*Solver*”, disponible en el paquete de software de Microsoft Excel 2010.

Este algoritmo emplea instrucciones iterativas para encontrar puntos óptimos a lo largo de sistemas no lineales. Tiene la restricción de que al encontrar un punto óptimo, se detendrá y no seguirá buscando más y mejores soluciones. Es posible que, aunque el algoritmo haya encontrado ese punto óptimo, se trate de un óptimo local y no un óptimo global. El modelo matemático sobre el cual el algoritmo opera deberá ser especificado y construido por el usuario, ciñéndose a la dinámica y la interface de Microsoft Excel 2010, corriendo siempre el riesgo de que la optimización esté comprometida por una mala formulación por parte del usuario.

Fit Algorithm: algoritmo de optimización no lineal perteneciente a la funcionalidad de “*Análisis de Series de Tiempo*”, disponible en el paquete de software IBM SPSS Base 15. Este algoritmo, inicialmente, usa técnicas de programación no lineal para, por medio de métodos de mínimos cuadrados y análisis de varianza correlacionada, calcula los coeficientes óptimos de un modelo de prueba a ser evaluado posteriormente; modelo que se ajusta al conjunto de datos que está siendo procesado. Posteriormente, busca la optimizar el ajuste del modelo cuantitativo propuesto, mediante el cálculo de diferentes pruebas estadísticas e indicadores de error de pronóstico, dentro de los que se incluye el MAPE.

Posteriormente, repite el procedimiento desde el inicio de forma iterativa, hasta que encuentra el modelo cuantitativo que mejor se ajuste estadísticamente al conjunto de datos que está siendo procesado. Este proceso es un poco más seguro que los anteriores, pues es el sistema mismo quien se encarga de investigar y definir los posibles modelos matemáticos que se ajustan al conjunto de datos, y casi no hay intervención humana en dicho proceso.

5.2.3.2.2 Metodología de optimización

Es importante recordar que la variable a ser optimizada con cualquiera de los algoritmos utilizados es la variable de error de pronóstico MAPE. Cada modelo de pronósticos escogido para ser computado, fue optimizado por ambos algoritmos, “Evolutionary” y “GRG Non Linear”, para encontrar los valores óptimos con dos métodos de optimización radicalmente distintos. Luego, ambos resultados fueron comparados para luego escoger el mejor de los dos. Cabe anotar que en la mayoría de los casos, ambos algoritmos llegaron a soluciones muy cercanas, e incluso exactamente iguales, aunque en otros casos, uno de los dos algoritmos presentó resultados sustancialmente diferentes.

También es valioso recordar que los modelos ARIMA son modelos que se construyen de forma adaptada a las características de cada conjunto de datos. En el caso de los conjuntos de datos que ameritaban ser analizados desde una perspectiva más profunda gracias a sus características de autocorrelación, la comparación fue hecha entre los resultados de tres algoritmos: “Evolutionary”, “GRG Non Linear” y los resultados de los modelos ARIMA logrados por el algoritmo “FIT Algorithm”, nuevamente escogiendo el mejor de los resultados (menor MAPE) como el modelo óptimo para pronosticar los valores futuros de cada conjunto de datos.

5.2.4 Modelos generados

Luego de haber comprendido cual es el comportamiento de los datos, y de haber optimizado las variables de ajuste de los diferentes modelos cuantitativos de pronóstico que se han aplicado, se ha llegado a modelos específicos que funcionan de manera óptima para pronosticar cada conjunto de datos en especial.

A continuación se desplegarán los modelos cuantitativos de pronóstico óptimos para cada conjunto de datos estudiado.

- Referencia 10.75/0.5/FC.
- Método óptimo: Promedio Móvil Ponderado (5 períodos)
- Modelo

$$\hat{Y}_{t+1} = 0.6898y_{t-1} + 0.0419y_{t-2} + 0.0094y_{t-4} + 0.2587y_{t-5}$$

- MAPE=0.3130 (Ver anexo x.x grg)

- Referencia 13.75/0.9/FC.
- Método óptimo: ARIMA(2,2)
- Modelo

$$\hat{Y} = -1.648y_{t-1} - 0.931y_{t-2} - 1.336\epsilon_{t-1} - 0.679\epsilon_{t-2} + 2540.827$$

MAPE=0.2919 (Ver anexo x.x Modelo ARIMA 13.75/0.9/FC)

- Referencia 12.75/0.5/FC.
- Método óptimo: Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia y estacionalidad (WINTER).
- Modelo:

$$\hat{Y}_{t+p} = (950967.9929 - 121439.2985p)(1)$$

- Variables de ajuste:
- $\alpha = 0.04289$
- $\beta = 1$
- $\gamma = 0$
- $St\ inicial = 1$
- MAPE=1.2826 (Ver anexo x.x evol)

- Referencia 21.75/1/FC.
- Método óptimo: Promedio Móvil Ponderado (4 períodos).
- Modelo:

$$\hat{Y}_{t+1} = 0.5849y_{t-1} + 0.0433y_{t-3} + 0.3716y_{t-4}$$
- MAPE=0.3628 (Ver anexo x.x grg)
- Referencia 8.25/0.8/FC.
- Método óptimo: Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia (HOLT).
- Modelo:

$$\hat{Y}_{t+p} = 218531.3506 + 83140.7397p$$
- Variables de ajuste:

$$\alpha = 0.07236$$

$$\beta = 0.80309$$
- MAPE=0.6298 (Ver anexo x.x grg)

- Referencia 8.25/0.7/FC.
- Método óptimo: Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia (HOLT).
- Modelo

$$\hat{Y}_{t+p} = 633040.5572 + 92267.0453p$$
- Variables de ajuste:

$$\alpha = 0.02107$$

$$\beta = 0.67967$$
- MAPE=0.3245 (Ver anexo x.x grg)

- Referencia 14.75/0.55/FC.
 - Método óptimo: Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia y estacionalidad (WINTER).
 - Modelo:

$$\hat{Y}_{t+p} = (514060 - 9694.1189p)(1)$$
 - Variables de ajuste:

$$\alpha = 1$$

$$\beta = 0.02017$$

$$\gamma = 0.96904$$

$$St\ inicial = 1$$
 - MAPE=0.3181 (Ver anexo x.x evol)
-
- Referencia 17.75/0.6/FC.
 - Método óptimo: Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia (HOLT).
 - Modelo:

$$\hat{Y}_{t+p} = 465821.5790 + 7717.6843p$$
 - Variables de ajuste:

$$\alpha = 0.00407$$

$$\beta = 1$$
 - MAPE=0.3331 (Ver anexo x.x evol)
-
- Referencia 11.75/0.5/FC.
 - Método óptimo: Promedio Móvil Ponderado (4 períodos).
 - Modelo:

$$\hat{Y}_{t+1} = 0.8656y_{t-1} + 0.1344y_{t-4}$$
 - MAPE=0.5930 (Ver anexo X.X grg)

- Referencia 27.75/1.1/FC.
- Método óptimo: Promedio Móvil Ponderado (5 períodos)
- Modelo:

$$\hat{Y}_{t+1} = 0.2413y_{t-1} + 0.0015y_{t-3} + 0.0462y_{t-4} + 0.7109y_{t-5}$$
- MAPE=0.6308 (Ver anexo x.x grg)

- Referencia 10.75/0.5/FB.
- Método óptimo: Promedio Móvil Ponderado (3 períodos).
- Modelo:

$$\hat{Y}_{t+1} = 0.4897y_{t-1} + 0.0225y_{t-2} + 0.4876y_{t-3}$$
- MAPE=0.3878 (Ver anexo x.x grg)

- Referencia 14.75/0.55/FB.
- Método óptimo: Promedio Móvil Ponderado (5 períodos)
- Modelo

$$\hat{Y}_{t+1} = 0.3903y_{t-1} + 0.0017y_{t-3} + 0.1710y_{t-4} + 0.4371y_{t-5}$$
- MAPE=0.3833. Ver anexo x.x grg

- Referencia 11.75/0.5/FB.
- Método óptimo: Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia y estacionalidad (WINTER).
- Modelo:

$$\hat{Y}_{t+p} = (499284)(1)$$
- Variables de ajuste:

$$\alpha = 0$$

$$\beta = 0.61076$$

$$\gamma = 0$$

$$St\ inicial = 1$$

- MAPE=0.5689 (Ver anexo x.x evol)

- Referencia 17.75/0.9/FB.

- Método óptimo: Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia (HOLT).

- Modelo

$$\hat{Y}_{t+p} = 105744.9988 + 2910.3831p$$

- Variables de ajuste:

$$\alpha = 0.00136$$

$$\beta = 1$$

- MAPE=0.8364 (Ver anexo x.x evol)

- Referencia 21.75/1/FB.

- Método óptimo: Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia y estacionalidad (WINTER).

- Modelo:

$$\hat{Y}_{t+p} = (142899.9587 + 86419.6294p)(1.00000203336621)$$

- Variables de ajuste:

$$\alpha = 0.22055$$

$$\beta = 0.99999$$

$$\gamma = 9.31071855365262E - 08$$

$$St\ inicial = 1$$

- MAPE=1.050 (Ver anexo x.x evol)

- Referencia 27.75/1.1/FB.
- Método óptimo: Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia y estacionalidad (WINTER).

- Modelo

$$\hat{Y}_{t+p} = (15653.8845 - 4372.2212p)(1)$$

- Variables de ajuste:

$$\alpha = 0.04838$$

$$\beta = 1$$

$$\gamma = 0$$

$$St\ inicial = 1$$

- MAPE=0.9242 (Ver anexo x.x grg)

- Referencia 17.75/0.6/FB.

- Método óptimo: Promedio Móvil Ponderado (3 períodos).

- Modelo:

$$\hat{Y}_{t+1} = 0.0178y_{t-1} + 0.5259y_{t-2} + 0.4563y_{t-3}$$

- MAPE=0.5833 (Ver anexo x.x evol)

5.2.5 Resultados de error de los modelos cuantitativos de pronóstico

Luego del cálculo de los diferentes modelos cuantitativos de pronóstico de demanda, usando diferentes algoritmos de optimización no lineal, se logró consolidar los siguientes resultados, expresados en términos de MAPE para cada referencia y para cada modelo cuantitativo de pronóstico:

Tabla 3. Resultados MAPE modelos cuantitativos de pronóstico

	MAPE												
Referencia	PMS2	PMS3	PMS4	PMS5	PMP2	PMP3	PMP4	PMP5	SES	SED	HOLT	WINTER	ARIMA
10.75/0.5/FC	0.395863792	0.391361284	0.403513778	0.414496656	0.361085785	0.322087652	0.33341031	0.313090694	0.361590367	0.360260366	0.361590367	0.366100791	
13.75/0.9/FC	0.366062316	0.392009874	0.414298094	0.406029753	0.357223049	0.364644613	0.406972624	0.352458877	0.372563959	0.372563959	0.372563959	0.356528363	0.2919
12.75/0.5/FC	1.937726916	1.765738058	1.677388934	1.597780855	1.73593893	1.659268281	1.363841905	1.329614585	1.736285057	1.782789702	1.286159918	1.282601583	
21.75/1/FC	0.591252154	0.477238207	0.435823095	0.423969946	0.54460479	0.411340017	0.362796422	0.364041942	0.4355813	0.429632287	0.432799149	0.432283202	0.52026
8.25/0.8/FC	0.797485106	0.915984716	1.28016447	1.701069467	0.671270108	0.679658754	0.752083243	0.968128501	0.838188824	0.837600843	0.629841466	0.633893285	
8.25/0.7/FC	0.812164428	0.705939999	0.635223101	0.594226229	1.068893285	0.694951496	0.405591604	0.488773406	1.037781211	Sin Datos	0.324568634	0.324803999	
14.75/0.55/FC	0.443076594	0.395156237	0.376486218	0.418115088	0.325044875	0.320836654	0.338262736	0.336702135	0.325128	0.372062383	0.324557624	0.318192099	0.39954
17.75/0.6/FC	0.462475956	0.462661492	0.451337448	0.454686653	0.453286639	0.409156666	0.414681323	0.402743161	0.345290818	0.345161364	0.33315376	0.345375581	
11.75/0.5/FC	1.063210083	0.951276645	0.664737391	0.720135088	1.061455641	0.8141243	0.593045542	0.5931038	0.666601179	0.664956187	0.666601285	0.666601328	
27.75/1.1/FC	1.275236357	1.029369463	0.961784388	0.894615833	1.154722111	0.888545803	0.829092522	0.63081982	0.897268354	0.897268354	0.897268354	0.897268354	
10.75/0.5/FB	0.480531125	0.422102272	0.392344881	0.412431	0.463699698	0.387841138	0.390858498	0.408428841	0.405823977	0.402971544	0.388079475	0.388079688	
14.75/0.55/FB	0.581628271	0.515954146	0.462328343	0.437758009	0.521918238	0.447073867	0.398178388	0.383352002	0.46145804	0.46145804	0.46145804	0.46145804	
11.75/0.5/FB	0.670213737	0.631160825	0.763341417	0.734468332	0.669357683	0.597889549	0.61001293	0.62989354	0.581111252	0.581111252	0.581111252	0.568954544	
17.75/0.9/FB	2.037215373	1.885067256	1.434766379	1.366722727	1.894914636	1.595411091	1.439527481	1.228649802	0.837721599	0.837721599	0.836458968	0.837721599	
21.75/1/FB	5.716872034	8.025781695	7.992185791	7.078648556	5.380785045	5.590559534	6.150031897	2.130649491	5.336443192	5.336443192	1.420442336	1.05079649	
27.75/1.1/FB	1.637968341	1.563027843	1.40568593	1.545187476	1.538475643	1.399868109	1.524244908	1.46162437	1.59260725	1.610327267	0.924291183	0.924291459	0.96406
17.75/0.6/FB	0.929615486	0.779065344	0.850083812	0.799293564	0.837414695	0.583369007	0.733253897	0.718541485	0.859239924	0.874834655	0.648071188	0.648071188	

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6 Verificación y validación de los resultados

Los resultados de los modelos cuantitativos estudiados y seleccionados fueron contrastados con modelos contruidos en investigaciones previas, cuyo funcionamiento y solidez han sido constatados.

En la mayoría de los casos, no existió diferencia alguna entre los resultados, y en los casos en los que sí existieron divergencias, nunca fueron de más de 4% en los resultados MAPE. Se atribuyen estas divergencias menores a los procedimientos de optimización, que a nivel infinitesimal nunca tienen una precisión absoluta.

Los modelos que fueron comparados y cuyos resultados fueron contrastados fueron los siguientes.

- Promedios móviles (simples y ponderados).
- Suavización exponencial (simple, doble, con ajustes de tendencia y estacionalidad)
- Regresión Lineal simple.

*Los modelos ARIMA no fueron comparados con ningún modelo preexistente.

5.2.7 Análisis cualitativo de la empresa y su operación respecto a los procesos de pronóstico de demanda

5.2.7.1 Alineación con las características clave de la operación de la empresa

El proceso de pronóstico de demanda de la empresa estudiada está alineado en diferentes dimensiones y medidas a las características y cualidades específicas de su operación. Analizando estos diferentes aspectos de su alineación será posible identificar dónde hay falencias que representan posibilidades de mejora y oportunidades de elevar la eficiencia en la empresa.

Las diferentes dimensiones en las cuales se evaluará la alineación del proceso de pronóstico de demanda con la operación propia de la empresa se desarrollan a continuación.

Niveles de Servicio a los Clientes. La empresa se caracteriza, dentro de su mercado y en su oferta a sus clientes, por un excelente servicio y confiabilidad entrega. Por esto, requiere de la certeza de contar siempre con las materias primas necesarias para responder a la demanda, que en la gran mayoría de los casos está fuera de sintonía con el comportamiento del abastecimiento de materias primas.

Normalmente el Lead Time del proveedor de materias primas es de 3 a 11 días, y el tiempo de tránsito internacional es de 51 días. Para desventaja de la empresa estudiada, los clientes realizan pedidos que, en ocasiones deben ser entregados en términos de semanas. Es por esto que es necesario un abastecimiento y almacenamiento constante de materias primas para poder cumplir con la demanda.

El proceso de pronóstico de demanda está alineado con estas necesidades y características de la industria, pero en detrimento de las utilidades y la versatilidad financiera de la compañía.

Los efectos negativos de esto giran en torno a la liquidez de la compañía y a su estructura de costos, pues niveles excesivos de inventarios representan baja liquidez y al mismo tiempo mayores costos asociados al almacenamiento, manipulación y pérdidas de materia prima por manipulación de inventarios.

Políticas corporativas de respuesta y servicio al cliente. Los niveles de servicio ya mencionados son estipulados por políticas corporativas de alto nivel, que imponen estándares de respuesta a cotizaciones y requerimientos, confirmaciones de pedidos, niveles de calidad en los productos entregados y

exactitud en el cumplimiento de los productos a sus clientes en cuanto a cantidades, características y fechas de entrega.

La empresa tiene toda una batería de indicadores enfilada a medir el desempeño de sus operaciones en estos aspectos y los resultados son evaluados mensualmente por los responsables de dicha evaluación en la casa matriz.

Políticas corporativas de áreas operacionales de la empresa.

Producción. El área de producción tiene ciertas políticas, algunas institucionalizadas y otras no formales, que afectan la operación de la empresa y que delinear también la alineación del proceso de pronósticos de demanda de la empresa.

Políticas de tiempos y periodicidad del mantenimiento de las máquinas, cantidades mínimas de lotes de producción, segmentación difusa y no institucionalizada de las líneas de producción y alianzas personales entre grupos de trabajadores y supervisores son algunas de las características de la empresa que hacen que el proceso de pronóstico de demanda deba adaptarse para poder cumplir con la demanda de productos terminados.

El ejemplo más claro y que mayores efectos tiene en la operación de la empresa es la *segmentación de las líneas de producción*. Esta segmentación cambia de forma abrupta y sin adherirse a ninguna política ni método fundamentado para realizar dichos cambios. Los cambios, a su vez, implican retrasos o adelantos en las fechas de entrega de productos terminados a los clientes, haciendo necesarios o innecesarios según sea el caso, mayores o menores niveles de inventarios de materias primas. En ocasiones estos cambios provocan rechazo de los pedidos o adelanto en las fechas de entrega de los pedidos de los clientes, y los niveles de inventario son demasiado elevados o demasiado bajos, para la nueva demanda requerida.

Se dan casos frecuentes de millonarias pérdidas por obsolescencia de materias primas, multas millonarias por incumplimiento en las fechas de entrega de productos terminados, y pérdidas millonarias en tiempo, esfuerzo y dinero a causa de reclamaciones de clientes ante necesidades de reproceso o incluso reposición de productos terminados.

Inventarios y almacenamiento. Las políticas en el área de inventarios y almacenamiento también tienen efectos en el desempeño de la compañía y claramente inciden en la forma en que el proceso de pronósticos de demanda está alineado con la empresa.

Existen políticas de niveles objetivo de inventarios de materias primas, designadas por la casa matriz. No se tiene conocimiento de cómo fueron calculados dichos niveles ni si siguen siendo los niveles adecuados para la correcta operación de la empresa en armonía con su desempeño financiero.

Adicionalmente, existen políticas de personal encargado de las labores de almacenamiento. El mismo equipo de trabajadores encargado de la recepción, inspección, almacenamiento y abastecimiento de las materias primas, también debe encargarse de las labores de recepción, empaque y despacho de lotes de productos terminados. Eso implica que las actividades de abastecimiento de materias primas a la planta de producción son más lentas y difíciles de cumplir a cabalidad.

Ambas políticas y situaciones tienen efectos en el proceso de pronóstico de demanda. Por una parte, en cuanto a los niveles de inventarios objetivo, el proceso debe adaptarse para cumplir con esos objetivos, en ocasiones en detrimento de la confiabilidad al cliente.

Por parte de la disponibilidad de tiempo y trabajo de los empleados, los niveles de demanda se ven enrarecidos o distorsionados por estas condiciones ya que en ocasiones los empleados entregan materias primas en exceso a la planta de

producción para poder mantenerla abastecida, y ya que como se mencionó anteriormente, la empresa hace un registro diario de consumo de materias primas, existe una distorsión en los niveles de consumo de materias primas cada semana al momento de realizar los pedidos de materias primas al proveedor. Esta situación se corrige documentalmente la semana siguiente, pero el pedido está hecho y unidades adicionales e innecesarias de materia prima ya fueron solicitadas y enviadas.

Distribución y transporte. Las materias primas empleadas son extremadamente delicadas a nivel estructural e higiénico. Se trata de vidrio que será usado en envases para productos farmacéuticos de consumo humano, por lo que tanto la fragilidad del material como la innumerable cantidad de elementos que pueden contaminar la materia prima, hacen que todos los procesos de distribución y transporte de la misma tengan efectos en el proceso de pronóstico de la demanda según la cual se calculan los niveles necesarios de materias primas requeridas.

Tienen que tenerse en cuenta probabilidades y porcentajes de pérdida por rotura y contaminación, elevando así los niveles de inventarios adquiridos y almacenados por la empresa estudiada.

5.2.8 Características del mercado que atiende la empresa

Competencia, dinámica y participación en el mercado. La empresa estudiada se mueve en un mercado en el que ella predomina por ser la más antigua y la de mayor participación; cuenta con una participación de alrededor del 40% del mercado.

La competencia es intensa, pues los competidores pueden hacer la mayoría de los productos que el mercado demanda, con algunas excepciones de productos de especificaciones muy estrictas.

En general, la dinámica del mercado se mueve por grandes lotes de producción de cada uno de los clientes, que realizan los pedidos según sus propios calendarios y esquemas de producción. Existen dificultades tales como las licitaciones con grandes corporaciones o con el estado, pues nunca hay certeza de qué cantidad de productos serán requeridos hasta que todo el proceso de negociación es finalizado, y al comenzar alguno de esos contratos inmediatamente explotan niveles de demanda elevadísimos, difíciles de prever desde la perspectiva del pronóstico de la demanda independiente.

El hecho de que la empresa estudiada pueda ser fácil y rápidamente reemplazada por alguno de sus competidores afecta directamente el proceso de pronóstico de demanda, que deberá adecuarse para garantizar la mayor probabilidad de éxito en la retención de los clientes, traduciéndose en disponibilidad de materias primas, y la necesidad de exactitud en el pronóstico para no afectar tan negativamente las finanzas corporativas.

Mercado nacional e internacional. Aproximadamente el 72% de las ventas son para clientes dentro del territorio nacional, mientras que el restante 28% están destinadas a clientes fuera del país. Se atienden clientes de Sur América (Perú, Ecuador, Venezuela) y de Centro América (Panamá, Costa Rica).

Dentro del proceso de pronóstico de demanda debe tenerse en cuenta, para efectos planeación de producción, que las fechas de entrega requeridas de los clientes tienen ciertos tiempos de tránsito internacional dependiendo de cada país. El proceso de pronóstico de la demanda de materias primas debe absorber estos tiempos por medio de pedidos con mayor anticipación, para no afectar los niveles de inventarios necesarios para cubrir la demanda nacional.

Urgencia en las entregas y los efectos adversos para los clientes en el caso de una entrega fallida. Al tratarse de productos terminados que serán usados para el envase de productos farmacéuticos, una entrega retrasada o fallida representa muchos problemas para los clientes. Los clientes producen

medicamentos en enormes cantidades, para ser envasados en miles y miles de dosis para el consumo final. Un pedido fallido representa el peligro de que los productos farmacéuticos fabricados deban ser desechados por que su composición o integridad química se vean afectadas por la demora en el envasado final. En ese caso, hay mucho dinero de por medio, aparte de la reputación tanto del proveedor (la empresa estudiada) como del cliente con sus propios clientes.

Por eso, el proceso de pronóstico de demanda no puede darse el lujo de fallar, o de llegar a la toma de decisiones que consistentemente provoquen una situación tan delicada como la que se acaba de describir; deberá estar blindado con márgenes de seguridad en sus cálculos de demanda para minimizar la posibilidad de que estos problemas surjan.

Estacionalidad, parcialidad y otras características especiales de la demanda en el mercado que atiende la empresa. Aunque aún no se entienden bien sus dimensiones ni comportamiento intrínseco, dentro de la compañía se sabe que existe un componente estacional en la demanda de productos terminados, el cual genera una caída en los niveles de demanda hacia los meses de noviembre y diciembre de cada año, acentuándose aún más en enero de cada año. Los niveles de demanda comienzan a elevarse de nuevo conforme avanza el mes de febrero de cada año para estabilizarse progresivamente en el mes de marzo.

También existe una característica especial en el comportamiento de esta industria; se trata de la parcialidad de las negociaciones y la demanda. Los clientes cotizan y hacen pedidos parciales, o sin confirmar, intentando garantizar la capacidad de producción del proveedor, y puede pasar un tiempo considerable sin que estos pedidos parciales se confirmen o se rechacen. Esto genera muchos problemas pues, ni los procesos de planeación de producción y de pronóstico de la demanda pueden funcionar correctamente y sin distorsiones con este tipo de incertidumbre.

5.2.9 Resultados de la comparación

Analizando el proceso de pronóstico de la demanda ya caracterizado por la presente investigación, su estructura y actual configuración, se ha identificado ciertos aspectos a mejorar. Para ilustrar dichos aspectos, se ha diseñado un proceso ideal que contemplaría la información necesaria y las personas o cargos participantes que podrían mejorar sobremanera el desempeño del proceso de pronóstico de la demanda en la empresa estudiada, y en algún grado, los resultados generales de la empresa en términos de utilidades netas y excelencia en sus operaciones: servicio al cliente, calidad de sus productos y confiabilidad de sus entregas de productos terminados.

5.2.10 Estado ideal del proceso

Se ha diseñado un proceso ideal de proceso de pronóstico de demanda que sería, según las mejores prácticas investigadas y revisadas, la mejor forma de llevar a cabo el proceso completo de pronóstico de demanda dentro del contexto y la configuración actual de la compañía estudiada. Este proceso se ilustra de manera resumida y sintética en el digrama X.X. A su vez, el diagrama X.X ilustra la información y las decisiones que el proceso ideal diseñado debería tomar en cuenta para su funcionamiento.

Es preciso aclarar a qué se refieren ciertos conceptos o ideas plasmadas en los diagramas. A continuación se desglosan para su mejor entendimiento y apropiación.

Históricos de consumo de vidrio: información histórica de consumo de vidrio por cada referencia, en periodicidades homogéneas.

Herramienta de análisis cuantitativo: herramientas automatizadas o manuales, computacionales o conceptuales, que permiten el análisis y entendimiento del comportamiento de una serie de tiempo, que en este caso es el consumo de vidrio.

Procesamiento de los datos: revisión de integridad y coherencia de los datos para que puedan ser analizados correctamente por las herramientas cuantitativas que sean pertinentes.

Optimización de modelos estadísticos: Optimización matemática de las herramientas de análisis cuantitativo aplicadas, para que, cuando es posible y según sus parámetros y variables cuantitativas de ajuste, se adecúen al comportamiento de los datos reales para que generen pronósticos con el menor error posible.

Pronóstico cuantitativo de consumo de vidrio: Datos pronosticados de cada serie de tiempo específica, arrojados por la mejor herramienta cuantitativa optimizada (según el error de pronóstico), proyectando su comportamiento uno o más periodos de tiempo en el futuro.

Políticas y niveles de inventarios: información sobre las políticas y reglas predefinidas en cuanto al manejo de los inventarios en la empresa estudiada, así como los niveles actuales de inventarios existentes para cada serie de tiempo estudiada (referencia de materia prima).

Consolidación cuantitativa de necesidades netas de compras: Diferencia entre los niveles pronosticados de consumo de materias primas y los niveles actuales de materias primas, para cada referencia específica.

Ejemplo: el pronóstico de consumo de materia prima referencia A es de 2000 kg. para el periodo de tiempo siguiente. El nivel de inventarios actuales de la referencia A es de 1250 kg. Las necesidades netas de compra de referencia A es de 750 kg. (2000kg. – 1250kg.)

Procedimientos de pronóstico integral de consumo de vidrio: manuales y documentación relacionada con el proceso completo de pronóstico de demanda de la empresa estudiada.

Prospectos de venta: Ventas potenciales y venideras que la compañía, y específicamente su departamento comercial, tienen previstas en los periodos de tiempo venideros.

Planeación de producción: programa y secuenciación de órdenes de producción en el futuro. Información específica de eventualidades en producción, así como la capacidad de respuesta de las operaciones productivas.

Esquema vigente de producción: configuración actual de las operaciones productivas, su capacidad de respuesta en términos de unidades y de tiempo, así como las restricciones variantes que existan respecto a la fabricación de productos específicos.

Tiempo de tránsito logístico: Tiempo que transcurre desde el momento en que se emite una orden de compra a los proveedores, hasta que las materias primas llegan a las instalaciones de la compañía estudiada.

Niveles de WASTE en producción: actual eficiencia de los procesos productivos en términos de utilización de las materias primas y su conversión en productos terminados.

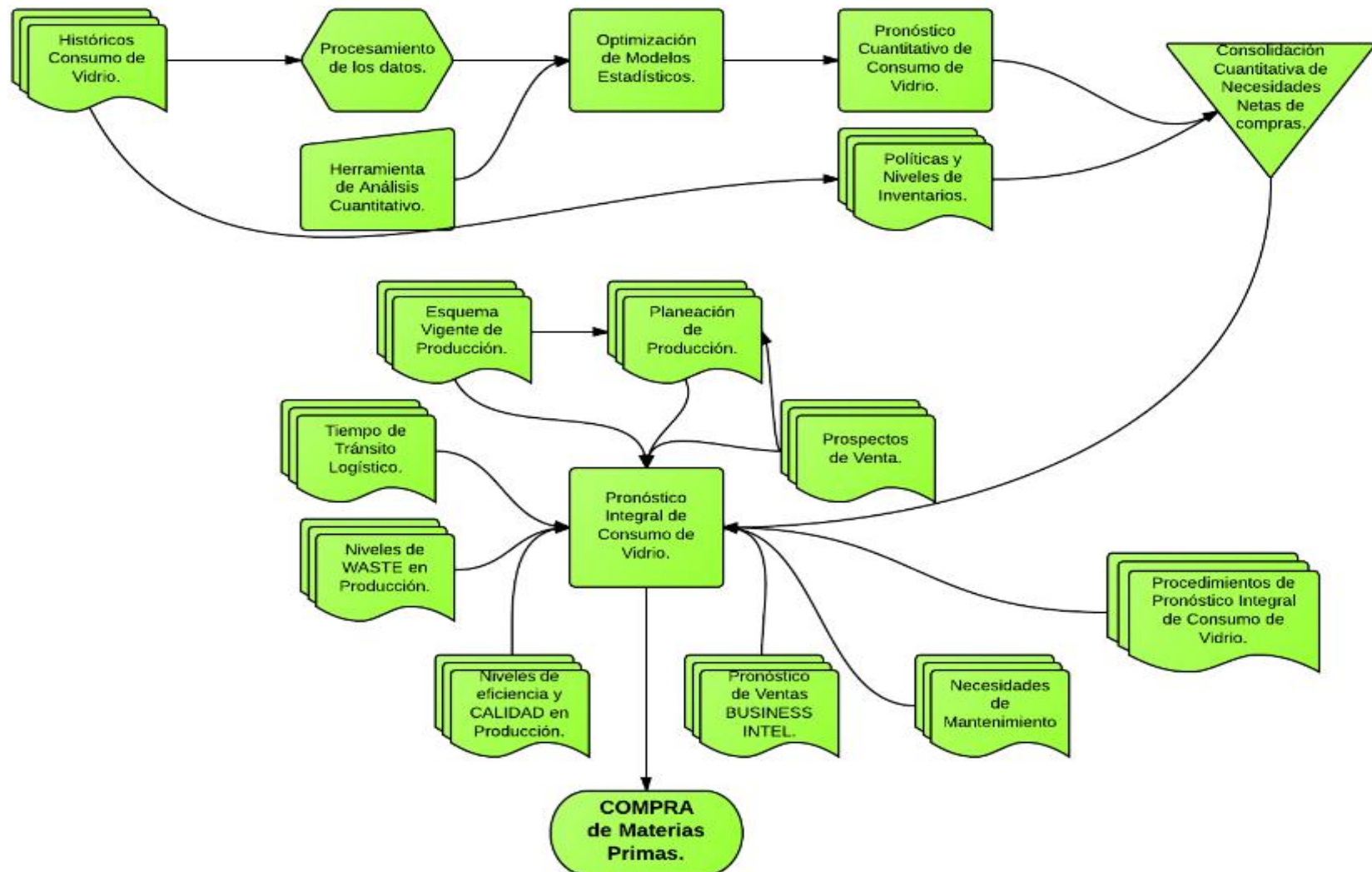
Niveles de eficiencia y calidad en producción: información relacionada con la eficiencia de los procesos productivos en términos de aceptación o rechazo de los productos terminados según los criterios de calidad de la compañía.

Pronóstico de ventas de Business Intel: pronósticos de ventas externos generados para reportes financieros y de comportamiento de las ventas.

Necesidades de mantenimiento: Necesidades e interrupciones en las operaciones productivas debidas a necesidades de mantenimiento y adecuación de la maquinara, instalaciones, equipos y demás.

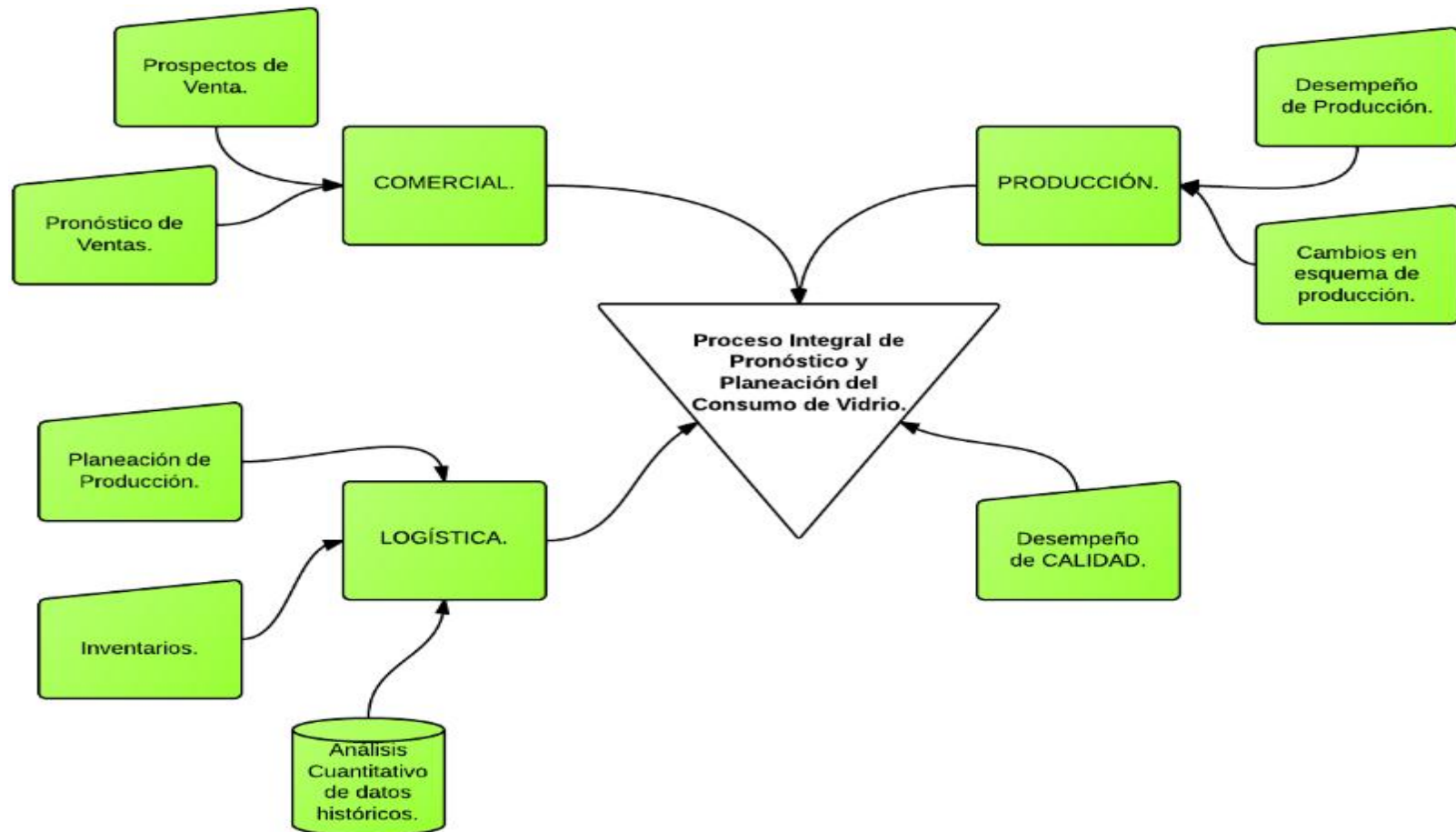
A continuación, las Figura 13 y Figura 14 ilustraran la configuración ideal del proceso de pronóstico, y la información que el proceso deberá usar, respectivamente.

Figura 13. Proceso ideal de pronóstico de demanda en la empresa estudiada



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Información necesaria ideal para el proceso de pronóstico de demanda en la empresa estudiada

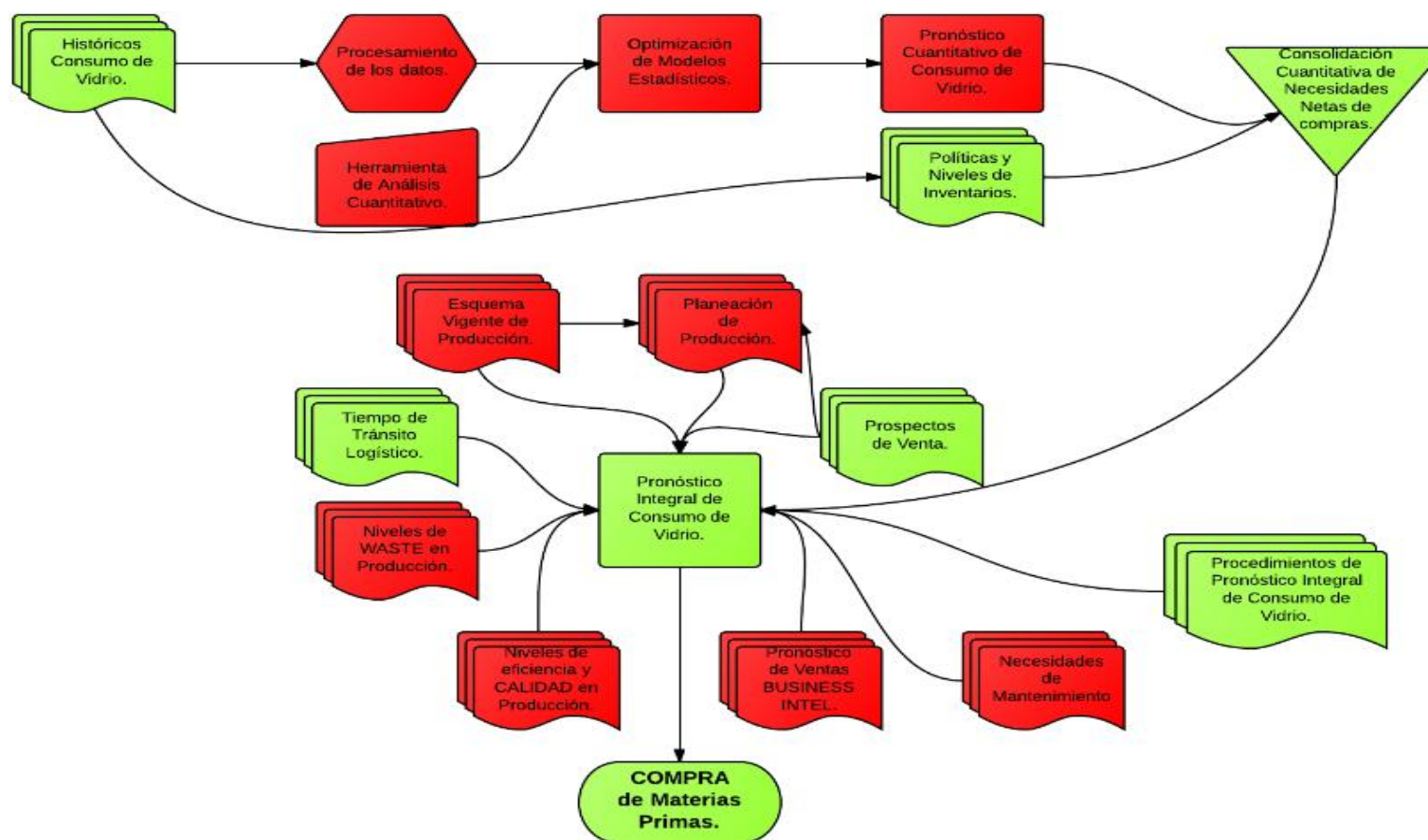


Fuente: Elaboración propia.

5.2.11 Estado actual del proceso

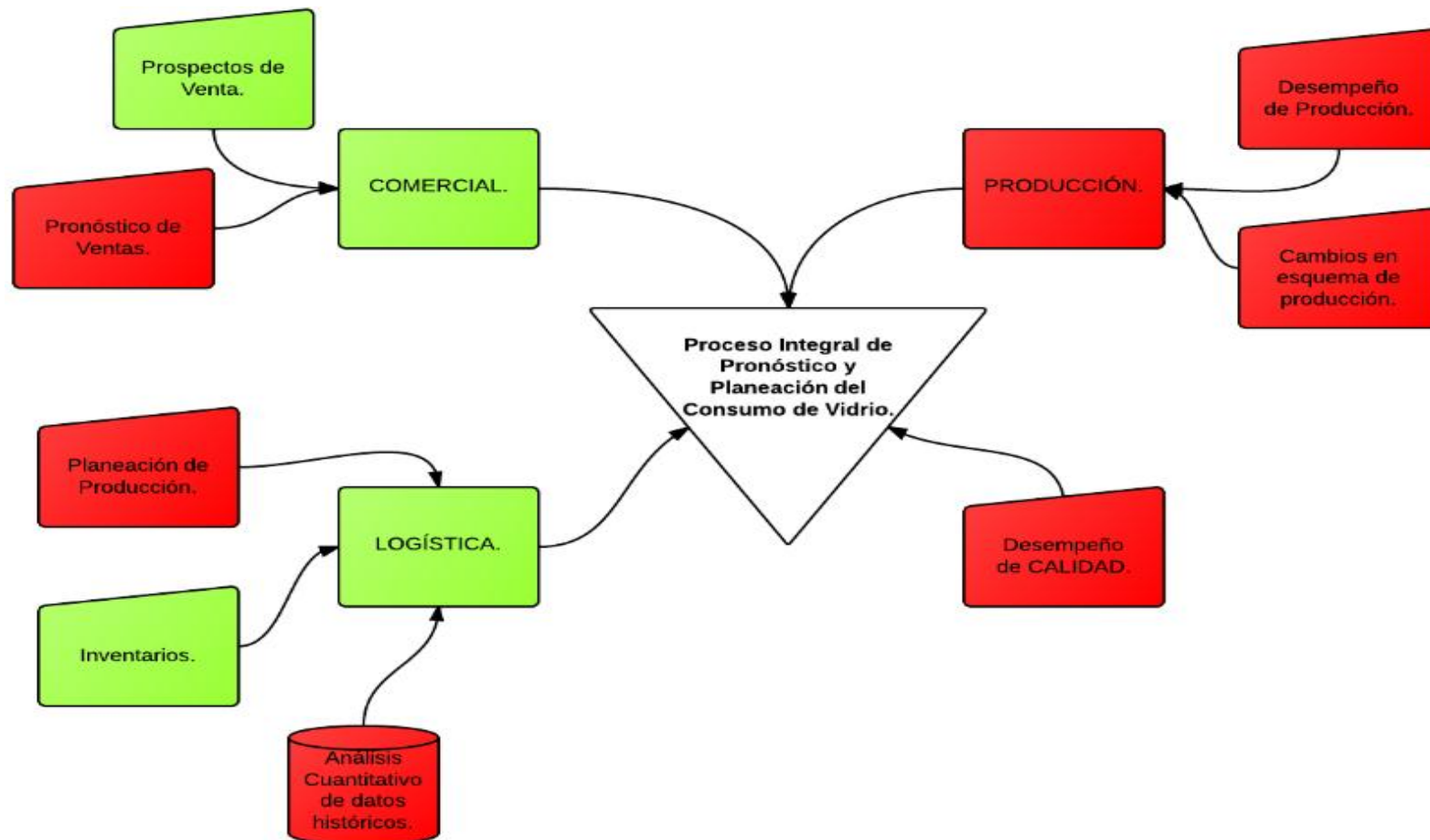
En este momento, el proceso de pronóstico de demanda de la empresa está funcionando de la forma ya descrita en las secciones anteriores de la presente investigación. De manera resumida y sintética, el proceso podría describirse y definirse de la forma en que se ilustra en la Figura 15, y hace uso de información y decisiones que provienen de diferentes fuentes y cargos, tales como los que se ilustran en la Figura 16. Los componentes de color rojo en cada diagrama, hacen referencia a los elementos que faltan en el proceso actual para llegar a ser tal y como el proceso ideal ha sido diseñado. A su vez, los elementos de color verde son los que actualmente constituyen el proceso actual de pronóstico de demanda, y la información usada en el proceso actual de pronóstico de demanda en la empresa estudiada, respectivamente.

Figura 15. Información necesaria ideal para el proceso de pronóstico de demanda en la empresa estudiada



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Información usada actualmente en el proceso de pronóstico de demanda en la empresa estudiada



Fuente: Elaboración propia.

5.2.12 Resultados

Existen grandes divergencias entre el que se ha identificado como el proceso ideal de pronóstico de demanda para la compañía estudiada y el proceso actual que hace parte de las operaciones diarias de la empresa. Esencialmente, estas divergencias pueden definirse de tres formas: falta de integración de información, falta de habilidades de análisis y falta de formalidad en el proceso.

5.2.12.1 Falta de Integración de Información

La información necesaria para que un proceso de pronóstico de demanda bien fundamentado pueda funcionar en la compañía estudiada, se encuentra actualmente diseminada a lo largo de la organización y no existen vínculos formales ni procedimentales que la integren de forma tal que aporten valiosa información para la toma de decisiones.

5.2.12.2 Falta de Habilidades de Análisis

La organización no cuenta con los recursos necesarios para el análisis formal y científico de la información relacionada con el comportamiento de la demanda. Estos recursos, tanto tecnológicos como de conocimientos y habilidades cuantitativas, no existen o no son claramente identificables a lo largo del proceso estudiado en la compañía.

5.2.12.3 Falta de Formalidad en el Proceso

El proceso actual no está debidamente documentado ni formalmente definido en ningún tipo de documento de soporte de fácil acceso para los participantes del mismo. Así mismo, las decisiones son tomadas sin criterios claramente establecidos, y los resultados de este proceso no son documentados ni almacenados. Esto desemboca en el hecho de que la presente investigación requirió estudiarlo por medio de la observación y la inmersión, y no fue posible evaluar los resultados pasados del proceso mismo.

5.2.13 Recomendaciones

Existen varias recomendaciones que podría hacerse a la compañía estudiada a fin de mejorar considerablemente su desempeño y confiabilidad en el proceso de pronóstico de demanda. Primordialmente todas las recomendaciones giran en torno a las tres grandes divergencias identificadas entre lo que se ha definido como el proceso ideal para la operación de la compañía, y la realidad de dicho proceso. A continuación, las recomendaciones se segmentarán según su área de divergencia.

5.2.13.1 Integración de la información

La principal recomendación respecto al proceso actual de pronóstico de demanda de la compañía está directamente enfocada a la integración de la información. Sea en el proceso actual, en el ideal, o en cualquier otra configuración de proceso que desee manejarse, es crucial contar con toda la información posible, pertinente y aportante para que las decisiones tengan fundamento y estén dirigidas a las intenciones operacionales y estratégicas de la compañía.

Esta integración debe hacerse entre todas las áreas que jueguen un papel importante en la operación de la empresa y puntualmente, que tengan efectos en el proceso de pronóstico de demanda, o que los resultados de dicho proceso estén directamente relacionados con su desempeño.

Lograr esta recomendación no llevará a la compañía a gastos ni a esfuerzos considerables, y traerá enormes beneficios a su operación.

5.2.13.2 Falta de Habilidades de Análisis

Es muy importante que la compañía esté en capacidad de comprender con todo el fundamento científico pertinente, cuál es el comportamiento subyacente de la demanda de sus productos terminados, materias primas, y ventas.

La recomendación para la compañía en este aspecto es la consecución de recursos tecnológicos y humanos que le permitan este entendimiento de manera

comprensiva y fundamentada. Existen diversas aplicaciones de software que permitirán a esta empresa analizar de forma rápida y fácil el comportamiento de su demanda externa e interna. Adicionalmente, personas con la capacitación necesaria para poder hacer este análisis y desplegar sus resultados serían de suma importancia.

Esta recomendación podría ser un poco más difícil de implantar debido a los costos que implican, así como las restricciones y directivas de la casa matriz de la firma.

5.2.13.3 Formalidad en el Proceso

Bien sea para el proceso actual de pronóstico de demanda o para cualquier otro proceso que se llegue a implantar, se recomienda a la compañía estudiada una documentación y formalización del proceso rigurosa y totalmente explícita. Esto permitirá a la compañía tener una estructura qué seguir, para que el proceso pueda ser ejecutado por nuevos integrantes del equipo en el futuro y además sea posible el seguimiento y control de los resultados y el desempeño del proceso mismo.

En un futuro, toda la documentación del proceso será la base para evaluar si es necesaria una reconfiguración o rediseño del proceso de pronóstico de demanda, basándose en la información histórica de sus resultados.

Esta recomendación no representa inversiones considerables para la compañía, aunque si implica esfuerzos por parte de sus participantes para lograr la formalización y documentación adecuada de su proceso de pronóstico de demanda.

5.3 SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN Y GENERACIÓN DE HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE PROCESO CUANTITATIVO DE PRONÓSTICO DE DEMANDA

La información recolectada permite conocer a fondo las características más intrínsecas del proceso corporativo de pronóstico de demanda, la forma en que sus actores y participantes la abordan, y los conceptos y percepciones que configuran sus acciones y perspectivas respecto del mismo.

5.3.1 Herramienta de evaluación de proceso cuantitativo de pronóstico de demanda

5.3.1.1 Generación de herramienta de soporte

En respuesta a los hallazgos posibles gracias a la información desplegada en la sección 3 del desarrollo metodológico (*Comparación y evaluación (Cuantitativa y Cualitativa) del proceso estudiado en la empresa seleccionada, contrastada con los resultados de la búsqueda de las mejores prácticas en pronósticos de demanda.*) se desarrolló una herramienta informática, basada en Microsoft Excel 2010, que permitirá al equipo encargado del proceso de pronóstico de demanda en la empresa estudiada, gestionar sus procesos cuantitativos de pronóstico de demanda de una manera más estructurada, técnica y que posibilita el seguimiento del desempeño de sus cálculos cuantitativos de demanda venidera.

5.3.1.2 Soporte y documentación

La herramienta está disponible para su uso repetido y constante, y el diseño funcional y de interface con el usuario fueron cuidadosamente alineados para facilitar su uso, claro está, dentro de las posibilidades y limitaciones que proporciona Microsoft Office 2010, software en el cual se basa su funcionamiento.

Naturalmente, los criterios de diseño y construcción de esta herramienta incluyeron el hecho de que las soluciones de software evolucionan y nuevas versiones van apareciendo con el tiempo, así como el hecho de que todas las empresas cuentan con versiones que no necesariamente están lo suficientemente

actualizadas. Siguiendo esto, la herramienta fue construida haciendo uso de características y funcionalidades relativamente básicas que pueden funcionar tanto en versiones anteriores como en versiones futuras de este aplicativo de software. Esto, a pesar de tener un efecto que aunque es menor, es negativo para la fluidez y la facilidad con que el usuario de la herramienta pueda apropiarse de su funcionamiento.

Siendo conscientes de lo anterior, se desarrolló un material audiovisual que explica paso a paso cada una de las características y el funcionamiento de la herramienta construida, para que cualquier usuario pueda hacerse a su ejecución, y sirva de referencia para dudas futuras. También para que a medida que nuevas personas hagan parte de la empresa y por supuesto de su proceso de pronóstico de demanda, la transmisión de las habilidades y los conocimientos necesarios para mantener operativo el proceso de pronóstico de demanda sea tan rápido y fluido posible.

- Para tener acceso a la herramienta, remítase al anexo X.X
- Para tener acceso al material audiovisual de soporte, remítase al anexo digital X.X
- Para tener acceso a soporte sobre las funcionalidades de Microsoft Excel 2010, remítase en Internet a la página oficial del paquete de Microsoft Office: office.microsoft.com

6 CONCLUSIONES

6.1 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS RESPECTO AL PROCESO DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA EN LA EMPRESA ESTUDIADA

- Diferentes personas, cargos, departamentos y fuentes de información deben estar integradas en el proceso de pronóstico, ya que estas decisiones afectan directa o indirectamente muchas áreas funcionales de la empresa. Adicionalmente, de esta forma se enriquece y fortalece la toma de decisiones de pronóstico y gestión de la demanda.
- Los procesos de pronóstico y gestión de la demanda deben incluir el juicio humano, y es recomendable que se apoyen en metodologías tanto cualitativas como cuantitativas para obtener información consistente sobre la cuál tomar decisiones.
- Este proceso debe estar debidamente estructurado y formalizado, ya que de él depende la operación de la empresa, y ningún tipo de fuga de conocimientos y habilidades debe ser admitida.

6.2 CONCLUSIONES GENERALES RESPECTO A LOS PROCESOS DE PRONÓSTICO DE DEMANDA

- El proceso corporativo de pronóstico y gestión de la demanda tiene grandes efectos en la productividad, competitividad y en la sostenibilidad de las organizaciones de cualquier tipo.
- Las organizaciones requieren de recursos humanos, técnicos y tecnológicos que les permitan gestionar y pronosticar la demanda de una manera adecuada. De lo contrario, una mala gestión irá en detrimento directo de sus resultados y su sostenibilidad en el tiempo.
- Las habilidades y procesos en pronóstico y gestión de demanda hacen parte esencial del "know how" de toda organización.

- El proceso de pronóstico de demanda en cualquier organización requiere de una constante revisión y redefinición, para adaptarse y adecuarse a las condiciones cambiantes del entorno y de la estrategia de la compañía.

7 RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar los procesos corporativos de pronóstico de demanda en todas sus dimensiones, identificando cuáles variables son pertinentes para ser incluidas en este proceso, reflejando tan bien como sea posible la realidad de la dinámica de la demanda de la empresa.

Adicionalmente, se recomienda que al momento de evaluar un proceso corporativo existente de pronóstico de demanda, o al momento de formular uno nuevo, se tengan en cuenta los siguientes aspectos:

- Presencia de elementos cuantitativos y cualitativos en el proceso de decisión.
- Información histórica con veracidad y fundamento estudiados y comprobados.
- Presencia justificada de diferentes áreas funcionales de la empresa y sus representantes, información relevante y procesos corporativos como criterios de decisión.
- Sistemas de información que soporten y faciliten el análisis de la información y la toma de decisiones.

Es preciso, también, recomendar la evaluación periódica, sistemática y suficientemente documentada de los procesos corporativos de pronóstico de demanda, su desempeño y resultados, ya que su efectividad y pertinencia están sujetas a la dinámica y el comportamiento de la demanda y los mercados, fenómenos siempre fluctuantes y siempre complejos

BIBLIOGRAFÍA

"¿Cómo se vive la homosexualidad en la escuela?" *Reflexiones Pedagógicas*, no. 26 (Agosto 2005): 62-66.

Abril Valdez, Elba, Rosario Román Pérez, María José Cubillas Rodríguez, y Icela Moreno Celaya. "¿Deserción o autoexclusión? Un análisis de las causas de abandono escolar en estudiantes de educación media superior en Sonora, México." *Revista electrónica de investigación educativa* 10, no. 1 (2008): Obtenido de <http://redie.uabc.mx/vol10no1/contenido-abril.html>.

Ajzenwaser, Marina, Cecilia Flood, Paloma Kipersain, Edith Weinstein, Cecilia Román, and Flora Kogan. *Carpeta de ruta: Una estrategia de reflexión en la formación, para estudiantes y profesores/as*. Diciembre 2, 2012. [http://www.ungs.edu.ar/redresidencia/jornadas/\(D\)%20Residencias/Ejes/Documentos/Eje%20A/Ajzenwzser-Flood-Garrido-Kipersain-Kogan-Rom%C3%A1n-Westein.htm](http://www.ungs.edu.ar/redresidencia/jornadas/(D)%20Residencias/Ejes/Documentos/Eje%20A/Ajzenwzser-Flood-Garrido-Kipersain-Kogan-Rom%C3%A1n-Westein.htm).

Alanis Pérez, María Elvia. "La deserción escolar por causas de embarazo." 2012. <http://www.redmasnicaragua.org/files/91183337b846938bd7fa1f9ca6a20123.pdf>.

Anderson, David Ray, Dennis J Sweeney, and Thomas Arthur Williams. *Métodos cuantitativos para los negocios: Soluciones empresariales*. 9. México: Cengage Learning Editores, 2004.

Anzoátegui, Edo. *Diagnóstico socio-comunitario de la deserción escolar en la comunidad de El Cardonal sector II*. Febrero 2009. <http://investigacionsocial2009.blogspot.com/2009/02/diagnostico-socio-comunitario-de-la.html>.

Argentina. Ministerio de Educación de la Nación. "Consumos culturales digitales: jóvenes de 13 a 18 años." Abril 14, 2012.

http://bibliotecadigital.educ.ar/uploads/contents/TIC_ConsumosCulturalesPARAokFINAL1.pdf.

Aristizabal Botero, Carlos Andrés. *Teoría y metodología de investigación*. Bogotá: Fundación Universitaria Luis Amigo, 2008.

Ballou, Ronal H. *Logística*. 5. México: Pearson Educación, 2004.

Barbero, Martín. "Secularización, desencanto y reencantamiento massmediático." 2010.

<http://www.altillo.com/EXAMENES/uba/cssociales/carrcscomunicacion/comunicacion2/comunicacion22010resmartinbarbero.asp>.

Behrman, Richard, Robert Kliegman, and Hal Jenson. *Tratado de Pediatría*. España: Elsevier España, 2004.

Blancas Jiménez, Roberto. *La deserción escolar en la escuela Secundaria: Un estudio de caso (Tesis de grado)*. Ajusco, México: Universidad Pedagógica Nacional, 2004.

Canto Bonilla, Pilar Angelina. *Factores individuales, familiares e institucionales relacionados con la deserción en una escuela preparatoria estatal de Yucatán (Tesis de Maestría)*. Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán, 2010.

CARACOL RADIO. *Gobierno de Manizales ratificó que la deserción escolar llega al 4.5 por ciento*. Febrero 2013.
<http://www.caracol.com.co/noticias/regional/gobierno-de-manizales-ratifico-que-la-desercion-escolar-llega-al-45-por-ciento/20130223/nota/1847785.aspx>.

Carrillo Picazzo, Leticia Mirella. *La familia, la autoestima y el fracaso escolar del adolescente (Tesis doctoral)*. España: Universidad de Granada, 2009.

Castro, Victor Hugo. *Aprendiendo a convivir. Reflexiones filosóficas en torno a la convivencia y amistad*. Argentina: Editorial Fundación Universitaria Nacional de San Juan, 2005.

Chapman, Stephen. *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación, 2006.

CNV-Colombia. *Mineducación lanza campaña Ni Uno Menos para promover el acceso y la permanencia escolar*. Noviembre 11, 2009. <http://www.noticiascolegios.com/2009/11/18/mineducacion-lanza-campana-ni-uno-menos-para-promover-el-acceso-y-la-permanencia-escolar/>.

Colombia Aprende. *Estrategias para disminuir la deserción*. <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/w3-article-302931.html>.

Colombia. *Constitución Política*. Bogotá: Legis, 2005.

Colombia, Ministerio de Educación Nacional. *Deserción escolar mayor problema de educación colombiana*. Marzo 14, 2012. <http://www.mineducacion.gov.co/observatorio/1722/article-299890.html>.

Colombia. Congreso de la República. "Ley 1098 de 2006." 2006.

Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. "Registro de instituciones educativas, estudiante y docentes de preescolar, básica (primaria y secundaria) y media." 2012. http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/educacion/educacion_formal/form_C6_00B_Sector_Oficial08_2012.pdf.

Colombia. Ministerio de Educación Nacional. *Estadísticas Educación Básica y Media*. 2005. <http://menweb.mineducacion.gov.co/seguimiento/estadisticas>.

—. *Familias en Acción*. Junio 09, 2010. <http://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-235127.html>.

—. *Gratuidad educativa para todos los estudiantes en establecimientos estatales*. Agosto 19, 2011. <http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-279832.html>.

—. *Infraestructura y dotación*. Julio 30, 2012. <http://www.mineduacion.gov.co/1621/w3-article-235114.html>.

—. *Jornadas Escolares Complementarias*. Junio 09, 2010. <http://www.mineduacion.gov.co/1621/w3-article-235125.html>.

—. *Ni Uno Menos*. Diciembre 16, 2009. <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-212395.html>.

—. "Plan Decenal de Educación, 2006-2016." 2008.

—. *Programa de alimentación escolar*. junio 9, 2010. <http://www.mineduacion.gov.co/1621/w3-article-235135.html>.

—. *Proyecto Ícaro*. Junio 09, 2010. <http://www.mineduacion.gov.co/1621/w3-article-235123.html>.

—. *Red Juntos*. <http://www.mineduacion.gov.co/1621/propertyvalue-39970.html>.

—. *Rendición de Cuentas. Diciembre 2011 - Septiembre 2012*. Bogotá: El Autor, 2012.

Cordero Cordero, Teresita. "La opinión de un grupo de docentes sobre la deserción escolar: Explorando sobre sus actuaciones en el contexto institucional." *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación* 8, no. 3 (2008): 1-33. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/447/44713048002.pdf>.

Correa, Oscar. *Pronóstico a través de analogías*. marzo 1, 2011. <http://mind.com.co/pronosticar-productos-nuevos-a-traves-de-analogias/>.

Corvetto Castro, Erika. "Definición de deserción escolar." 2010. <http://www.psicopedagogia.com/definicion/desercion%20escolar>.

Cruz Ordiérez, Diego Iván, and José Fernando Ortega Calpa. *Análisis de la deserción estudiantil en la facultad de ciencias exactas y naturales de la Universidad de Nariño desde la Cohorte 2001-2 hasta la Cohorte 2006-2 utilizando el sistema Apadies (Tesis de grado)*. San Juan de Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 2008.

Cuaderno de Prácticas. "Anexo 1.1. Anotaciones sobre narratividad y biografías." 2004. amvega.webs.ull.es/docencia/.../Practica1.doc.

Cuadrado, Isabel. *Psicología de la instrucción: Fundamentos para la reflexión y práctica docente*. Francia: Editions Book, 2008.

de la Fuente Olguín, Jorge. *¿Cómo se define un problema social y se elaboran objetivos en los procesos de planificación?* Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ingeniería Industrial, 2012.

Desrochers, Catherine. "Dos experiencias de prevención secundaria de la deserción escolar: Una aplicación psicoeducativa en la región de Outaouais." *Congreso Internacional de Psicoeducación. Niños y jóvenes en dificultades psicosociales, escenario y desafíos en las prácticas psicoeducativas*. Québec, USA: Université du Québec en Outaouais, 2007. 1-21.

DIARIO HOY. *El drama de la deserción escolar*. Septiembre 2009. <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-113591.html>.

Díaz Larrañaga, Nancy. "El relato de una vida: apunte teóricos-metodológicos en comunicación." *Revista Latinoamericana de Comunicación Social*, octubre 1999: Obtenido de <http://www.ull.es/publicaciones/latina/a1999coc/33vanancy.html>.

Durán Encalada, Jorge A, and Graciela Díaz Hernández. *Análisis de la deserción estudiantil en la Universidad Autónoma Metropolitana*. http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/publicaciones/revsup/res074/txt3.htm#5.

El Sahili González, Luis Felipe. *Investigación sobre deserción escolar mediante jerarquización de factores en la UPIIG, del IPN en Sailao, Guanajuato*. México: Instituto Politécnico Nacional, 2009.

EL TIEMPO. "Se evitó la deserción de 50 mil estudiantes en tres años, dice Gobierno." *Educación*, Noviembre 28, 2012: http://www.eltiempo.com/vida-de-hoy/educacion/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-12405891.html.

El Tiempo. "Crece deserción escolar en colegios oficiales: Defensoría." *Vida de Hoy*, Mayo 03, 2012.

Elespectador.com. "Alarma en Colombia por aumento de embarazos en adolescentes." *El Espectador*, septiembre 25, 2012: Obtenido de <http://www.elespectador.com/noticias/politica/articulo-377179-alarma-colombia-aumento-de-embarazos-adolescentes>.

Elías, Rodolfo, and José Molinas. "La deserción escolar de adolescentes en Paraguay." 2005. http://www.redligare.org/IMG/pdf/desercion_escolar_adolescente_paraguay.pdf.

Escuelas de Calidad. "Para promover la participación de los padres de familia en la educación: de la colaboración a la asociación." noviembre 2003. <http://portalsej.jalisco.gob.mx/programa-escuelas-calidad/sites/portalsej.jalisco.gob.mx.programa-escuelas-calidad/files/pdf/mpadres.pdf>.

España. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. "Estrategias y materiales pedagógicos para la retención escolar." Octubre 6 y 7, 2003. http://www.oei.es/quipu/proyecto_retencion_escolar_OEA.pdf.

Espíndola, Ernesto, and Arturo León. "La deserción escolar en América Latina: Un tema prioritario para la agenda regional." *Revista Iberoamericana de Educación* (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, La ciencia y la Cultura (OEI)), no. 30 (2002): 39-62.

Espinoza, Oscar, Dante Castillo, Luis Eduardo Gonzáles, and Javier Loyola. "Discusión teórica en torno a los determinantes de la deserción escolar (Documento de trabajo)." *Centro de Investigación en Educación*. Agosto 27, 2010. http://www.cie-ucinf.cl/download/documentos_de_trabajo/CIE_doc_discusion_teorica.pdf.

Estévez López, Estefanía, Sergio Murgi Pérez, Gonzalo Musito Ochoa, and David Moreno Ruíz. "Clima familiar, clima escolar y satisfacción con la vida en adolescentes." *Revista Mexicana de Psicología* 25, no. 1 (junio 2008): 119-128. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/2430/243016300009.pdf>.

Everet, Adam, and Ronald Ebert. *Administración de la producción y las operaciones: Conceptos, modelos y funcionamiento*. 4. México: Pearson Educación, 1991.

Federación Iberoamericana de Ombudsman. *Educación: VI Informe sobre Derechos Humanos*. España: El Autor, 2008.

Fernández, Hernán. "Texto 1: Los problemas sociales; qué son y como se manifiestan." 2010. <http://es.scribd.com/doc/33840643/Resumen-de-todos-los-textos-Psicologia-Social-Aplicada-primer-certamen>.

Franco Bentazos, Jonathan David. "Factores asociados a la deserción escolar en jóvenes de educación media y media superior con y sin problemas de conducta." Mayo 24, 2011. <http://www.slideshare.net/MIEJONATHANFRANCO/factores-asociados-a-la-desercin-escolar-en-jovenes-de-educacin-media-y-media-superior-con-y-sin-problemas-de-conducta>.

Gaither, Norman, and Greg Frazier. *Production and Operations Management*. South-Western College Publishing, 1999.

Gaonach, Daniel, and Caroline Golder. *Manual de psicología para la enseñanza*. España: Siglo XXI, 2005.

García Sánchez, Maria Rosario, Patricia Lubián García, and Ana Moreno Villajos. "La investigación biográfico narraiva en educación." 2003. http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/IBN_Trabajo.pdf.

—. "La investigación biográfico narrativa en educación." http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/IBN_Trabajo.pdf.

Gisella, Molina. "Deserción Escolar." 2004. <http://www.slideshare.net/guestd9ea83/la-desercin-escolar#btnPrevious>.

Gobernación de Cundinamarca. "Proyecto el Pln de Desarrollo Departamental: Cundinamarca Calidad de Vida 2012 - 2016." Febrero 2012. <http://educon.javeriana.edu.co/ofi/documentos/regionalizacion/Plan%20Desarrollo%20Cundinamarca.pdf>.

Goicovic, Donoso Igor. "Educación, deserción escolar e integración laboral juvenil." *Revista Última Decada*, marzo 2002: 11-53.

Gómez, Yoanny. *Propuesta de programa socio-educativo aplicado a los adolescentes sancionados con reglas de conductas, a la orden del tribunal de ejecución, del sistema de responsabilidad del adolescente, extensión acarigua, EDO.Portuguesa*. Barquisimeto: Universidad "Lisandro Alvarado". Obtenido de http://bibadm.ucla.edu.ve/edocs_baducla/tesis/P654.pdf, 2005.

Guzmán Puentes, Sandra Patricia. *Deserción y retención estudiantil en lo programas de pregrado de la Pontificia Universidad Javeriana (Tesis de maestría)*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2009.

Hanke, John E, and Arthur G Reitsch. *Pronósticos en los negocios*. México: Prentice Hall, 1996.

Hanke, John E, and Dean Wichern. *Pronósticos en los negocios*. 8. México: Pearson Educación, 2006.

Heizer, Jay, and Barry Render. *Principios de administración de operaciones*. 5. México: Pearson Educación, 2004.

IESA & OCEY. *Deserción Escolar en Venezuela 2012*. Abril 14, 2012. <http://chokalasmanos.wordpress.com/2012/04/14/desercion-escolar-en-venezuela-2012/>.

Izar Landeta, Juan Manuel. *Fundamentos de la investigación de operaciones para administración*. México: Editorial Universitaria Potosina, 1996.

Jacques, Delors. *La educación encierra un tesoro*. México: Santillana. Obtenido de <http://www.seg.guanajuato.gob.mx/Proeduca/Documents/glosario.pdf>, 2001.

Jadue, Gladys. "Transformaciones Familiares en Chile; Riesgo Creciente para el Desarrollo Emocional, Psicosocial y la Educación de los Hijos." *Revista Estudios Pedagógicos* 29 (2003): 115-126.

Julio Maturana, Cristina. "Educandos Fuera del sistema escolar: Derecho conculcado y un compromiso pendiente en la Educación Especial Chilena." *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva* 4, no. 2 (2010): 119-135.

Kotler, P, and G Armstrong. *Fundamentos de marketing*. 6ta. México., D.F: Pearson Educación, 2008.

Krajewski, Lee, and Larry Ritzman. *Administración de las operaciones: Estrategia y análisis*. 5. México: Pearson Edicación, 2000.

Linares Cantillo, Beatriz, and Pedro Quijano. "Nueva ley para la infancia y la adolescencia en cColombia." 2007. www.unicef.org.co/Ley/Presentacion/ABC.doc.

Loreto Jiménez, Daniela. "Análisis y pronósticos de demanda para telefonía móvil." *Tesis de maestría*. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Enero 2011.

Macias Calvario, Gilberto Germán. "Metodología para calcular el pronóstico de la demanda y una medición de su precisión, en una empresa de autopartes: Caso de estudio." México: Instituto Politécnico Nacional, 2007.

Magdalena, Gustavo Javier. "La escuela secundaria: ¿Dónde está el problema?" *Revista Criterio*, diciembre 2009: Obtenido de <http://www.revistacriterio.com.ar/cultura/la-escuela-secundaria-%C2%BFdonde-esta-el-problema/>.

Marambio Carrasco, Cecilia Alejandra. *Abandono al proceso de titulación por parte de los estudiantes de la Enseñanza Media Técnico Profesional (Tesis doctoral)*. Santiago de Chile: Universidad de Alcalá, 2010.

Martínez Álvarez, Domingo Balam. "La voz de los estudiantes: Experiencias en torno a la escuela." *Revista de Investigación Educativa* 12, enero-junio 2011: Obtenido de <http://www>.

Martínez Morales, Javier, and Alejandra Ortega Aguirre. *La problemática actual de la deserción escolar, un análisis desde lo local*. Málaga, España: Eumed, 2011.

Maté, Carlos. "Modelos ARIMA." 2009. http://www.upcomillas.es/presim/documentos/pred_clasi_03.pdf.

Mayorga Peralta, Paulina. "Pronóstico." *Slideshare*. Septiembre 2, 2009. <http://www.slideshare.net/jotape74/clase-n3-pronostico>.

Mendoza García, Jorge. "Las formas del recuerdo. La memoria narrativa." *Athenea Digital*, no. 6 (2004): 1-16. Obtenido de <http://www.raco.cat/index.php/Athenea/article/viewFile/34157/33996>.

Mesyngier, Leila. *El peligro de encasillar entre buenos y malos*. junio 13, 2012. http://www.uba.ar/comunicacion/detalle_notas.php?id=8105.

Miciudad.com. *Consumo de alcohol en menores puede causar deserción escolar y sexo temprano*. abril 27, 2012. <http://peru.com/2012/04/27/actualidad/miciudad/consumo-alcohol-menores-puede-causar-desercion-escolar-y-sexo-temprano-noticia-61029>.

Molina, Marta, Cristina Ferrada, Ruth Pérez, Luis Cid, Victor Casanueva, and Apolinaria García. "Embarazo en la adolescencia y su relación con la deserción escolar." *Revista médica de Chile* 132, no. 1 (2004): 65-70. Obtenido de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0034-98872004000100010&script=sci_arttext.

Moreno, Yoely, Marcos Viera, and Silvia Pérez. "La repitencia y la deserción estudiantil." *Consejo de Formación en Educación*. 2011. http://www.dfpd.edu.uy/ipa/materiales/mat_varios/abero/repitencia_desercion.pdf.

Navarro Sandoval, Norma Luz. "Marginación escolar en los jóvenes. Aproximación a las causas de abandono." *Notas, Revista de información y análisis*, no. 15 (2001): 43-50.

Navarro, Mayela R, and Dumelis Malavé. *Análisis de los factores que inciden en la deserción escolar de los estudiantes del Liceo Bolivariano "BR. RAFAEL CASTRO MACHADO"*. Cumaná, Estado Sre. 2007-2008 (Tesis de grado). Cumaná, Venezuela: Universidad de Oriente, 2009.

Obando Acosta, Pablo Emilio. "La deserción escolar." *Revista Semana*, Noviembre 2010: Obtenido de <http://www.mineduacion.gov.co/observatorio/1722/article-253788.html>.

Organización para las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. "Los seis objetivos EPT." 2010. <http://www.unesco.org/es/education-for-all-international-coordination/themes/efa-goals/>.

Osorio, Iván, and Mauricio Hernández. "Prevalencia de deserción escolar en embarazadas adolescentes de instituciones educativas oficiales del Valle del Cauca, Colombia, 2006." *Colombia Médica* 42, no. 3 (julio-septiembre 2011): 303-308.

Pascual Barrio, Belén. "Una aproximación a la vivencia del fracaso escolar por parte de jóvenes pertenecientes a entornos familiares marginales." 2004. <http://www.fracasoescolar.com/conclusions2004/pascual.pdf>.

Pérez Franco, Lilia. "Los factores socioeconómicos que inciden en el rezago y la deserción escolar." 2001. http://www.anuies.mx/servicios/d_estrategicos/libros/lib64/5.html.

Porta, Luis. "La investigación biográfico narrativa en educación. Entrevista a Antonio Bolívar." *Revista de Educación*, 2010: 201-212.

Ramírez Villacorta, Yolanda. *Deserción Escolar*. Mayo 23, 2009. <http://www.slideshare.net/glazaro/3-desercin-escolar>.

Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española [Dictionary of the Spanish Language]*. 22. Madrid, España: Autor, 2001.

Reyes García, Judith. *En torno a Paulo Freire: Aspectos filosóficos de su pensamiento y aportes a la reflexión de raíz latinoamericana (Tesis de grado)*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 1995.

Richards Torres, Cecilia. "¿Por qué creo que me fuí de la escuela?: Testimonio de jóvenes que viven la interrupción de su trayectoria educativa." In *Experiencias educativas de segunda oportunidad. Lecciones desde la práctica innovadora en América Latina*, 61-77. Santiago de Chile: UNESCO, 2009.

Rodríguez Akle, Álvaro, and Luis Alfredo González Monroy. "El fracaso escolar en el contexto de la región caribe colombiana: Una mirada desde el liderazgo formativo." *Revista Ibero Americana*, no. 51 (septiembre-diciembre 2009): 107-122.

Rodríguez Ruíz, Óscar. "La triangulación como estrategia de investigación en Ciencias Sociales." *Revista Tribuna de Debate*, no. 31: Obtenido de <http://www.madrimasd.org/revista/revista31/tribuna/tribuna2.asp>.

Romero Hernández, Omar, and Sergio Romero Hernández. "Pronóstico de la demanda." *Presentación en Power Point*. Disponible en http://allman.rhon.itam.mx/~oromero/Notas3_Pronostico_e_Inventarios_Diplomado_Plan_y_Dir_Ope.pdf, 2010.

Sánchez Méndez, Lucero. "El impacto de los pronósticos de la demanda en la planeación de materiales en la industria de la confección." *Tesis de grado*. Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Noviembre 2007.

Sánchez, Mirta Lidia. "Disciplina, autoridad y malestar en la escuela." *Revista Ibero Americana de Educación* 1, no. 14 (2006): 15-12.

SAP. 2005.
http://help.sap.com/saphelp_sbo2005asp1/helpdata/es_la/92/21727c3c6d4c6b8813f2484a35708b/content.htm.

Sapelli, Claudio, and Arístides Torche. "Deserción Escolar y Trabajo Juvenil: ¿Dos Caras de Una Misma Decisión?" *Cuadernos de Economía* 41 (agosto 2004): 173-198.

Sarmiento Gómez, Alfredo. "Una estrategia para aumentar la retención de los estudiantes." *Ministerio de Educación Nacional*. Mayo 2006. http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-122720_archivo_pdf.pdf.

SAS. *SAS Demand-driven forecasting*. 2011. <http://www.sas.com/offices/latinamerica/mexico/solutions/sci/ddf.html>.

Saucedo Ramos, Claudia Lucy. "El abandono Escolar desde la perspectiva de los alumnos." 2008. [http://www.monografias.com/trabajos28/abandono-escolar-perspectiva-alumnos.shtml](http://www.monografias.com/trabajos28/abandono-escolar-perspectiva-alumnos/abandono-escolar-perspectiva-alumnos.shtml).

Schroeder, R. *Administración de operaciones, toma de decisiones en la función de operaciones*. México: McGraw Hill, 1996.

Serrano Gonzáles, María Isabel. *La educación para la salud del siglo XXI: Comunicación y salud*. 2. Madrid: Díaz de Santos, 2002.

SMEToolkit. *Pronóstico de la demanda*. 2010. <http://mexico.smetoolkit.org/mexico/es/content/es/416/Pron%C3%B3stico-de-la-demanda>.

Spanchez Soto, Miguel, David Rodríguez Ibáñez, María Pilar Prieto Costa, and Carlos Mula Rubio. "¿Puede el comportamiento del profesor influir en la valoración que el alumno realiza de la Educación Física?" 2004. <http://www.um.es/univefd/comport.pdf>.

Sparkes, Andrew, and José Devís. "Investigación narrativa y sus formas de análisis: una visión desde la educación física y el deporte." http://viref.udea.edu.co/contenido/publicaciones/memorias_expo/cuerpo_ciudad/investigacion_narrativa.pdf.

"Suavización exponencial doble o ajustada - Holt." 2008. www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r9937.DOC.

Unicef, Unesco, Fundación Hineni. "Inclusión de niños con discapacidad en la escuela regular." *Desafíos de la política educacional. Ciclo de debates*. Chile: El Autor, 2001.

Uniersidad UCINF. "Convocatoria - Seminario deserción escolar en la educaciónn primaria, un desafío para la política pública." Mayo 12, 2011. https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:a08tOHijT5MJ:www.cpce.udp.cl/ponencias-pucon2010/doc_download/181-convocatoria-a-seminario-desercion-escolar+que+el+clima+escolar+ejerce+un+impacto+significativo+sobre+las+tasas+de+deserci%C3%B3n,+y+adem%C3%A1s+e.

Vera Callao, Raysha. *Uso de POM para Windows para pronosticar*. noviembre 2012. <http://adminoperaciones.blogspot.com/2012/11/uso-de-pom-para-windows-para-pronosticar.html>.

Yuni, José Alberto, and María Natalia Lencina. "Narración de primeras prácticas y construcción de saberes de la docencia." Mayo 7-9, 2009. http://www.mdp.edu.ar/humanidades/pedagogia/jornadas/profesorado2009/final/comunicaciones/2_narrativas/2a/2a_18.pdf.