

**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN, RECURSOS E
INVENTARIOS EN EMPRESA DEL SECTOR DE PLÁSTICOS PARA EL
AUMENTO DE SU UTILIDAD Y PRODUCTIVIDAD.**

**LAURA CRISTINA CARDONA ARENAS
CARLOS ANDRES OCAMPO RODRIGUEZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
INGENIERÍA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2017**

**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN, RECURSOS E
INVENTARIOS EN EMPRESA DEL SECTOR DE PLÁSTICOS PARA EL
AUMENTO DE SU UTILIDAD Y PRODUCTIVIDAD.**

**LAURA CRISTINA CARDONA ARENAS
CARLOS ANDRES OCAMPO RODRIGUEZ**

Trabajo presentado y dirigido para obtener el título de Ingeniero Industrial

Asesor

JHON FERNANDO CORREA SANTAMARÍA

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO

INGENIERIA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2017

Nota de Aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 19 de Mayo de 2017.

Inicialmente a Dios por darnos la oportunidad de llegar a esta grandiosa etapa de nuestras vidas, en la cual hemos pasado por un proceso de aprendizaje que nos ha ayudado a formarnos como personas profesionales.

A nuestras familias y especialmente a nuestras madres Paola Arenas y Bibiana Rodríguez por hacernos personas con principios por los cuales nos proyectamos para alcanzar nuestras metas y el apoyo que nos brindaron en nuestros estudios, finalmente a nuestras hermanas menores Salome Quintero e Isabella Ocampo quienes ven en nosotros un ejemplo a seguir.

LAURA CRISTINA CARDONA ARENAS

CARLOS ANDRES OCAMPO RODRÍGUEZ

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan un gran agradecimiento a:

Jhon Fernando Correa Santamaría, asesor del proyecto de grado. Especialista en Gerencia.

Los empleados y directivos de la empresa donde se llevó a cabo este proyecto, al permitir la realización del estudio en tan importante compañía, que a la vez se hizo posible la corroboración de nuestros conocimientos.

CONTENIDO

TABLA DE ILUSTRACIONES	9
CONTENIDO DE TABLAS	10
INTRODUCCIÓN	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
1. PROBLEMA.....	14
1.1 Delimitación	14
1.2 Planteamiento del problema	14
1.3 Capacidad instalada y planificación de los recursos	16
1.4 Incumplimiento de pedidos.....	19
1.4 Formulación del problema	22
2. JUSTIFICACIÓN	23
3. OBJETIVOS.....	24
3.1 Objetivo general.....	24
3.2 Objetivos específicos	24
4. MARCO REFERENCIAL	25
4.1. Descripción de la empresa.....	25
5. REFERENTES TEORICOS	29
5.2 Pronósticos y demanda	29
5.2.3 <i>Definición de pronósticos y su importancia en la planeación:</i>	30
5.3 Marco para hacer un pronóstico:	37
5.3.1 <i>Relaciones entre los sistemas de pronósticos y la toma de decisiones:</i> ...	37
5.3.2 <i>Calidad del sistema de información administrativa:</i>	38
5.3.3 <i>Selección de la variable clave:</i>	38
5.3.4 <i>Selección del método de pronóstico:</i>	39
5.4 TIPOS Y MÉTODOS DE PRONÓSTICOS:.....	41
5.4.1 <i>Pronósticos por series de tiempo:</i>	43
5.4.2 <i>Suavización exponencial simple</i>	44
5.4.2 <i>Regresión lineal</i>	46

5.5	Administración de la demanda:	48
5.5.1	<i>Análisis de registros históricos</i>	49
5.5.2	<i>Método de la demanda potencial</i>	49
5.5.3	<i>Método de la investigación de mercados</i>	50
5.5.4	<i>Análisis de ventas anteriores y de tendencias</i>	51
5.6	Administración de inventarios	52
5.6.1	<i>Importancia de la administración de inventarios</i>	53
5.6.2	COSTO DE INVENTARIOS	54
5.6.3	<i>Planeación del inventario</i>	57
5.7	CAPACIDAD DE PLANTA	60
5.7.1	<i>Medidas de la capacidad</i>	61
5.7.3	<i>Planeación de la capacidad</i>	62
5.7.4	<i>Relación capacidad-programación</i>	63
6.	DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR	65
6.1	Tipo de investigación	65
6.2	Enfoque	65
6.3	Fase 1	66
6.4	Fase 2	68
6.5	Fase 3	70
7.	RESULTADOS	71
	Fase 1	71
	Fase 2	76
	Fase 3	100
	RECOMENDACIONES	117
	CONCLUSIONES	119
	CRONÓGRAMA DE ACTIVIDADES	121
8.	BIBLIOGRAFIA	122
	Bibliografía	122

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Maquinaria PET-----	25
Ilustración 2 Productos línea PET -----	26
Ilustración 3 Envases realizados material PET-----	27
Ilustración 4 Distribución Línea PET -----	27
Ilustración 5 Demanda vs Tiempo -----	31
Ilustración 6 Horizonte de planeación -----	34
Ilustración 7 Forecasting Sobre Previsión y Bajo Previsión-----	36
Ilustración 8 Métodos cualitativos y cuantitativos de pronósticos-----	41
Ilustración 9 Periodos vs demanda (suavización) -----	44
Ilustración 10 Regresión Lineal -----	46
Ilustración 11 Diagrama de pareto -----	67
Ilustración 12 Histórico de las cantidades vendidas mes a mes -----	68
Ilustración 13 Grafica del sector-----	69
Ilustración 14 Análisis estadístico-----	69
Ilustración 15 Patrón de demanda-----	78
Ilustración 16 Diagramas sector farmacéutico-----	80
Ilustración 17 Diagramas sector químico-----	83
Ilustración 18 Diagramas sector higiene bucal-----	86
Ilustración 19 Diagramas sector alimento -----	89
Ilustración 20 Diagrama sector cosméticos-----	92
Ilustración 21 Diagramas sector línea de hogar -----	95
Ilustración 22 Diagrama sector varios-----	98
Ilustración 23 Modelo de pronósticos y demanda-----	101
Ilustración 24 Coeficiente de correlación -----	107
Ilustración 25 Modelo de pronósticos y demanda formulado -----	116

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Análisis fecha de entrega por envase	17
Tabla 2 tiempos perdidos por falta de personal 2017	18
Tabla 3 Resultado de indicadores OTIF 2016-2017	21
Tabla 4 Histórico de ventas del producto PET	66
Tabla 5 Identificación de productos inyector soplado	72
Tabla 6 identificación de productos Soplado de preformas	74
Tabla 7 Análisis de referencia.....	77
Tabla 8 Historico de las cantidades vendidas mes a mes sector farmacéutico	79
Tabla 9 Análisis de las cantidades vendidas mes a mes sector higiene bucal.....	85
Tabla 10 Historico de las cantidades vendidas mes a mes sector alimentos.....	88
Tabla 11 Historico de las cantidades vendidas mes a mes sector cosmético	91
Tabla 12 Historico de las unidades vendidas mes a mes sector línea de hogar	94
Tabla 13 Historico de las unidades vendidas mes a mes sector varios.....	97
Tabla 14 Cronograma de actividades	121

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de grado tiene como objetivo realizar el estudio de una problemática en la que se ve involucrada una empresa perteneciente al sector de plásticos, donde se encuentra un déficit en el análisis de datos del comportamiento de la demanda de una de las líneas productivas de la empresa llamada PET, lo que conlleva a un vacío en la planificación de la producción, gestión de los inventarios, requerimiento de materiales, mano de obra y maquinarias.

Sin embargo, una empresa que cuenta con una planeación bien estructurada está en mejores condiciones para enfrentar futuras situaciones. Para planear el accionar ante situaciones imprevistas, se debe analizar la situación, establecer objetivos, formular estrategias para alcanzarlos y luego desarrollar acciones que apunten a cómo se implementarán dichas estrategias.

La planeación es importante porque reduce la incertidumbre y minimiza el riesgo, ya que a través de este proceso se prevén los cambios y se señala cómo se va a reaccionar en caso de que lleguen, por ello, a lo largo de esta investigación se desea aportar un modelo que ayude a gestionar y planear tanto a corto como a mediano y largo plazo a través del estudio de los productos y las demandas.

Este proyecto de grado para que tenga éxito, debe ser coherente, es decir, una vez realizada la propuesta de la metodología a implementar, las personas involucradas, las estrategias y políticas trazadas en la empresa deben converger al modelo propuesto. Es fundamental tener en cuenta en la implementación de la propuesta la realidad interna de la organización, porque ello dice con objetividad que sabe hacer la empresa, sería un error fatal desconocer el medio interno de la organización. Pero la coherencia de la propuesta no sólo debe ser interna, debe ser también externa, es decir, con el entorno en que tiene que actuar o desenvolverse la compañía.

RESUMEN

El siguiente proyecto fue realizado en una empresa perteneciente al sector de plásticos enfocada al proceso productivo llamado PET y en el cual se evidencia las falencias existentes en cuanto a la planificación de producción, recursos e inventarios que afectan directamente la rentabilidad y productividad de la organización.

Para el desarrollo de las alternativas propuestas se llevó a cabo el análisis de datos de las ventas históricas de la compañía empleando diagramas de Pareto, gráficas y estudio de la demanda para lograr obtener un modelo óptimo de planificación.

A través de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera profesional como Ingenieros Industriales, se logró cumplir con los objetivos del proyecto al proponer un modelo de Pronósticos y demandas que aportaran a la empresa la mejora de sus falencias de planificación de recurso humano, materias primas, maquinaria y control de inventarios a corto, mediano y largo plazo.

ABSTRACT

The following project was carried out in a company belonging to the plastics sector focused on the production process called PET and in which the existing shortcomings in the planning of production, resources and inventories that directly affect the profitability and productivity of the organization are evidenced.

For the development of the proposed alternatives, the analysis of historical sales data of the company was carried out using Pareto diagrams, graphs and demand study to obtain an optimal planning model.

Through the knowledge acquired throughout the professional career as Industrial Engineers, it was possible to achieve the project's objectives by proposing a model of forecasts and demands that will contribute to the company the improvement of its human resources planning flaws, raw materials, machinery and inventory control in the short, medium and long term.

1. PROBLEMA

1.1 Delimitación

La delimitación del proyecto está enfocada en una empresa del sector plástico, ubicada en el Municipio de Sabaneta localidad integrada al Área Metropolitana de Medellín. Todos los conocimientos adquiridos, las investigaciones pertinentes y las prácticas que se lleven a cabo de acuerdo a la problemática, se aplicarán en el área de producción de la empresa, se verán involucrados los sistemas de información, jefes de producción y gerente de operaciones, para la obtención de la información necesaria.

Todo el desarrollo de la investigación se basa de acuerdo al control de inventarios, programación y planificación de los recursos, estudio de la demanda y la recolección de la información para analizar y entender la situación actual y poder proporcionar soluciones óptimas de acuerdo a las herramientas de la Ingeniería Industrial.

1.2 Planteamiento del problema

Actualmente en la empresa se cuenta con 4 procesos productivos, inyección, soplado, troquelados y PET siendo este último la línea de envasado para sectores farmacéuticos, alimenticios, cosméticos y pegados. Dicho proceso viene creciendo de manera acelerada, para lo que se hace necesario mejorar la productividad y aprovechar en lo máximo los recursos.

En la empresa, la línea de Pet hace referencia a dos procesos el primero es: inyector-soplado el cual consiste en la obtención de una preforma del polímero a procesar, similar a un tubo de ensayo, la cual posteriormente se calienta y se introduce en el molde que alberga la geometría deseada. El proceso de soplado de preformas

consiste en que por medio de una banda ingresan a la maquina preformas que son adquiridas por la empresa; luego son calentadas e introducidas en un molde para adquirir la forma deseada, la diferencia entre estos dos procesos es que en el proceso de inyecto-soplado, la maquina automáticamente inyecta sus propias preformas, pero en el de soplado de preformas la maquina necesita de preformas ya fabricadas para realizar el proceso de soplado.

A pesar de que la línea de PET es uno de los procesos más controlados en la empresa, hay factores que aun intervienen en el buen desarrollo de la productividad, uno de estos principales factores es la falta de control en cuanto a los niveles de inventario que se debe mantener de cada una de las referencias, actualmente, la línea de PET cuenta con 176 referencias de las cuales el 60% son controladas por el área de producción con una meta a mantener que no se cambia sino que siempre es la misma, el principal problema, radica en que la demanda de algunos de los productos no es constante sino variable y esto es algo que no se tiene plenamente identificado ocasionando un vacío en la planificación de recursos, incumplimiento de pedidos a los clientes, deficiencia en la capacidad instalada e inventarios obsoletos.

Uno de los indicadores que tiene la empresa es el de los niveles de inventario el cual controla las existencias de productos para los clientes grandes de la compañía y desde hace poco se incorporaron las referencias de PET, este indicador es controlado desde el área de producción, y aunque es un indicador que mide el resultado mensual de los inventarios, no tiene definido un método o análisis de datos para el cambio de metas a mantener.

1.3 Capacidad instalada y planificación de los recursos

PET es un proceso que viene en constante creciente y que requiere identificar plenamente su capacidad instalada, pues uno de los problemas que se tiene es que al haber tantas referencias, muchas de ellas se incumplen debido a que no se fabrican dentro del tiempo estipulado a falta de disponibilidad de máquinas o herramientas. Esto viene dado a que la empresa no está lo suficientemente preparada para las ventas a corto y largo plazo.

Un claro ejemplo de este problema se puede detectar con las siguientes referencias:

- Envase de 510 Proquident
- Envase de 350 Negro
- Envase de 1000 Bala
- Envase de 750 Whisky
- Envase de 361 Whisky

Cada uno de estos envases podría fabricarse en cualquiera de las maquinas ASB50 de la compañía, pero solo se podría trabajar uno a la vez debido a que utilizan una misma unidad de inyección. Hay temporadas en las cuales la demanda de unos es menor que la otra, pero el problema viene cuando la demanda de todos los envases por una misma temporada es alta, ahí es cuando la empresa no se encontraba preparada y con ello se vienen los retrasos e incumplimiento a los clientes.

Tabla 1 Análisis fecha de entrega por envase

O.T	ENVASE	FECHA TERMINACION DE PRODUCCIÓN	FECHA ENTREGA	OBSERVACIÓN
S01072- 17	Envase 765 whisky	08/11/2017 08:33	08/06/2017 00:00	NO CUMPLE
S01215- 17	Envase 350 Negro	08/30/2017 08:27	08/20/2017 00:00	NO CUMPLE
S01048- 17	Envase de 1000 Bala	08/09/2017 08:50	07/31/2017 00:00	NO CUMPLE
S00989- 17	Envase 510 Nat	07/27/2017 15:55	07/15/2017 00:00	NO CUMPLE
S01182- 17	Envase 510 Nat	08/22/2017 09:01	08/15/2017 00:00	NO CUMPLE

Como se puede observar en la tabla anterior, Ninguno de los pedidos se logró cumplir, si se analiza las fechas de entrega de cada envase, se puede detectar que son fechas que se encuentran todas por una misma temporada, lo que se puede concluir que durante los meses de Julio y Agosto, estas referencias se consumen más pero la empresa no estuvo en capacidad de responder a tiempo debido a la disponibilidad de máquina y herramental.

Aparte de que no se tiene una plena identificación de la maquinaria y los herramientas necesarios, tampoco se tiene una visión futura de la mano de obra requerida y los materiales, lo que también trae consigo numerosos problemas del día a día como son máquinas paradas por falta de personal o materiales.

Tabla 2 tiempos perdidos por falta de personal 2017

MAQUINAS	TIEMPO PAROS	COSTO DE OPORTUNIDAD	PERDIDA
S035	11980	\$ 1,293.94	\$ 15,501,411.33
S036	9680	\$ 1,293.94	\$ 12,525,347.39
S038	1200	\$ 241.60	\$ 289,916.63
S042	2490	\$ 241.60	\$ 601,577.01
S047	890	\$ 241.60	\$ 215,021.50
S056	4430	\$ 241.60	\$ 1,070,275.56
S058	5460	\$ 458.10	\$ 2,501,237.07
S061	860	\$ 241.60	\$ 207,773.59
S064	1820	\$ 458.10	\$ 833,745.69
S065	16730	\$ 1,293.94	\$ 21,647,630.35
S066	2030	\$ 458.10	\$ 929,947.12
S067	970	\$ 241.60	\$ 234,349.28
S068	4280	\$ 1,293.94	\$ 5,538,066.82
S069	8530	\$ 1,293.94	\$ 11,037,315.41
Total general	71350		\$ 73,133,614.74

En total en el año 2017, la empresa ha perdido \$ 73.133.614 por tiempos en los cuales las máquinas de PET estuvieron paradas a falta de personal. Fueron 71.350 minutos de paros que pudieron haber sido aprovechados en producción si se hubieran planificado bien el recurso humano.

1.4 Incumplimiento de pedidos

La empresa cuenta con 4 tipos de clientes, a los cuales según sea su volumen de compra se pueden clasificar en:

Clientes tipo 1: Son estratégicos para la compañía por el volumen de compra, forma de pago y la periodicidad de los pedidos a los cuales se les va a dar el máximo servicio en especial en la atención de urgencias y pedidos especiales. Adicionalmente esta empresa, es un proveedor crítico para ellos por la exclusividad de los productos y el impacto en su proceso productivo.

Cliente tipo 2: Son aquellos que manejan pedidos significativos, pero inferiores a los clientes tipo 1.

Clientes tipo 3: Son aquellos que aunque compran periódicamente, se trabajan sobre pedido, y para los cuales la empresa no impacta fuertemente la operación de sus negocios.

Clientes tipo 4: Son los clientes que realizan compras puntuales, de menor tamaño y que se atienden de acuerdo con la disponibilidad de inventarios en el almacén.

En PET se maneja un total de 176 referencias de las cuales el 60% se vende en su mayoría a clientes tipo 3 y 4 y el otro 40% son referencias bajo pedidos ya que se piden puntualmente por algunos clientes, al no llevarse un adecuado control de inventario de estos productos, a muchos clientes se les incumplen pedidos por falta de existencia o peor aún hay productos almacenados con meses sin movimientos. Uno de los indicadores que muestra esta problemática es el indicador, OTIF (On

Time In Full) en el cual como se observa en la siguiente tabla, no se ha logrado llegar al cumplimiento de la meta:

Tabla 3 Resultado de indicadores OTIF 2016-2017

CLIENTE	2016					2017					
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb.	Mar	Abr	May	Jun
Indice de cumplimiento cliente Tipo 3	67.5%	86.9%	58.6%	26.7%	44.4%	73.4%	56.9%	86.6%	87.0%	89.7%	79.1%
Indice de cumplimiento cliente Tipo 4	69.0%	89.6%	64.8%	63.4%	52.3%	79.4%	78.0%	83.8%	49.8%	91.8%	92.4%
Meta	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

La tabla 2 muestra el resultado de los clientes tipo 3 y 4 en el OTIF, que como se puede observar ha sido poco favorable para la empresa.

El proceso de PET, es potencial para la compañía y viene creciendo de manera acelerado, pues el número de clientes que compra productos de esta línea cada vez es mayor y más cantidades y tipos de referencia, esto a su vez se convierte en algo contraproducente para la empresa sino se controla eficientemente, pues el análisis y la toma de decisiones son clave, teniendo en cuenta la rotación y cantidad de inventario de productos ya que cada uno tiene una estacionalidad diferente que no está previamente identificada para su control.

1.4 Formulación del problema

¿Cuál debe ser el modelo más apropiado para la planeación de recursos y control de inventarios en el proceso de PET de una empresa del sector de plásticos, para hacerla más eficiente?

2. JUSTIFICACIÓN

Las empresas industriales, se caracterizan en su mayoría por manejar altos volúmenes de materias primas, producto en proceso y producto terminado, es por esto que cuando se tiene un negocio con una gran cantidad de mercancías, una de las cosas más importantes es tener el control de éstas, qué se tiene, qué falta, qué excedente hay, el control de inventarios se vuelve indispensable para que pueda fluir la empresa sin retrasos indeseados y, sobre todo, sin pérdidas de capital.

Por lo anterior, para que exista una buena rentabilidad es necesario depender de las ventas, pues estas son el motor de toda compañía, sin embargo, si los inventarios no funcionan eficientemente, el departamento de ventas no tendrá material suficiente para trabajar, los clientes se inconforman al no tener sus pedidos y la posibilidad de tener unas buenas utilidades se disuelve. Es precisamente por esto que se desea llevar a cabo este proyecto, pues la empresa siendo del sector de plásticos, maneja muchas cantidades y tipos de referencias, en este caso envases, cada uno con características y funciones en específico, pues cada cliente es el encargado de darle valor agregado a los envases a los cuales se les provee.

Es importante realizar un estudio detallado que permita conocer el tipo de producto y compartimiento de la demanda, su estacionalidad y el papel que juega dentro de la compañía, pues unos son más representativos que otros. Dicho estudio también sirve para la toma de decisiones que impactan directamente la rentabilidad de la compañía, en la planificación de los recursos necesarios a corto y largo plazo y una mejora continua para el desarrollo de la actividad de la empresa.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Realizar una propuesta de planificación de producción, recursos e inventarios en empresa del sector de plásticos para el aumento de su utilidad y productividad.

3.2 Objetivos específicos

- Recolectar datos históricos de las ventas de la empresa para identificar las de mayor demanda
- Analizar el sector al cual pertenecen cada una de las referencias a intervenir y su respectiva demanda.
- Realizar propuesta de mejora

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. Descripción de la empresa.

Esta compañía es una empresa del sector plástico con un tiempo en el mercado de 55 años; cuenta con dos plantas de producción que se encuentran ubicadas en el Municipio de Sabaneta localidad integrada al Área Metropolitana de Medellín y en Manizales en el parque industrial Juanchito. Se dispone de los mejores equipos para la producción de artículos plásticos para el hogar, la industria y el comercio. La empresa., se creó en el año 1959, como empresa productora de plásticos inyectados siendo una empresa de carácter familiar.

Hoy es una empresa reconocida en el sector plástico, la cual cuenta con cerca de 100 máquinas para los diferentes procesos de fabricación: inyectoras de 20 hasta 1000 toneladas de cierre; sopladoras para envases con posibilidades de 10 cm³ hasta 30,000 cm³; taller de fabricación y mantenimiento en moldes y equipos; planta de marcación y decoración de envases y otros productos.



Ilustración 1 Maquinaria PET

Los procesos misionales con lo que cuenta actualmente la compañía, son: ventas y servicio al cliente, diseño de producto y proceso, planeación, compras, producción, pigmentos, montajes y logística, por otra parte, como procesos de apoyo la empresa cuenta con gestión humana, gestión de la información, mantenimiento, gestión de la medición y auditorías internas.

En la empresa se cuentan 4 procesos que son inyección, soplado, inyecto-soplado y soplado de preforma y adicional se tienen los subprocesos de troquelado, etiquetado y ensamble, procesos que van dirigidos a la elaboración en línea de envases para lubricantes, alimentos, tapas, hilaturas, partes industriales, entre otros.



Ilustración 2 Productos línea PET



Ilustración 3 Envases realizados material PET

PET

INY-SOP	SO-PREFOR	SO-PREFOR	INY-SOP	INY-SOP	INY-SOP	INY-SOP	INY-SOP	INY-SOP	SO-PREFOR	INY-SOP	SO-PREFOR.	INY-SOP
S066	S035	S036	S056	S042	S038	S047	S058	S064	S065	S061	S063	S067
Grupos por capacidad		Maquinas										
G1		35-36-63-65										
G2		38-42-47-56-61-67										
G3		58-64-66										

Ilustración 4 Distribución Línea PET

4.2 Antecedentes

En la empresa se manejan dos tipos de pedidos, el primero son los pedidos en firme los cuales son pedidos de referencias de baja rotación, es decir que el cliente lo solicita rara vez y a los cuales no se les maneja un stock de inventario, por otra parte se tienen los pedidos que son proyección, es decir son pedidos que realiza el programador o vendedor de las referencias con alta rotación y de las cuales se les debe manejar un stock de inventario.

Anteriormente en la empresa los asesores comerciales eran los encargados de mantener un stock de inventario para las referencias que más se mueven en el mercado, más sin embargo los asesores manejaban este stock de acuerdo a la experiencia y las predicciones que podrían tener de las ventas, más no en el análisis de datos. Desde junio del año 2017, a decisión de la gerencia, todas las referencias que manejan Stock de inventarios en PET pasaron a ser controladas por el proceso de producción, estableciendo una meta para cada producto de acuerdo al histórico de ventas, aunque el proceso mejoró notoriamente en cuanto a los inventarios y cumplimiento de pedidos, aún hay deficiencias que deben ser planamente identificadas para la planificación de los recursos y un análisis más profundo del comportamiento de la demanda.

5. REFERENTES TEORICOS

5.2 Pronósticos y demanda

“Pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los eventos del futuro, los responsables de esta actividad cuentan con herramientas y métodos cada vez más eficientes y sofisticados” (Hanke j. E., 2006), Las cuales mostraremos en el desarrollo de este proyecto.

El pronóstico es un elemento necesario del proceso de planeación, pero no es la planeación en sí, (Sweeney, 2006), menciona que el “pronostico predice lo que pasará si las tendencias históricas no cambian, si esto no sucede, cada pronostico deberá ajustarse”

Según (Hanke j. E., 2006) Quien planea las ventas necesita tener una idea de la cantidad de inventario a producir para hacer frente a las demandas actuales y futuras del mercado. La planeación de operaciones depende de la combinación hábil entre las condiciones actuales de la demanda de los productos y servicios y la visión de lo que se espera que ocurra. La orientación de estos factores es relativamente común, en vista que se necesitan elaborar planes desde la base diaria hasta la base anual. Por lo que la planeación se complementa con métodos de pronósticos que puedan adaptarse a las necesidades de la información actual y a menudo detallada, tal vez de un gran número de conceptos que tengan que pronosticarse.

Lo anterior nos sugiere dos cosas realmente importantes:

1. Los pronósticos serán más inciertos en la medida que se propone a pronosticar en periodos cada vez más lejanos.
2. los pronósticos siempre presentarán un grado de incertidumbre.

Actualmente, los pronósticos son casi siempre hechos por personas que han recibido entrenamiento en la aplicación de técnicas especiales. La utilización de estas técnicas no elimina los errores pero pueden predecir su magnitud. Las técnicas son solo herramientas y por lo tanto es indispensable que en la elaboración del pronóstico se tome en consideración las condiciones internas y externas a la empresa, y la experiencia y buen juicio de la persona responsable de aplicar la técnica.

5.2.3 Definición de pronósticos y su importancia en la planeación:

Para (Ballou, 2004) se consideran tanto, a las empresas proveedoras de bienes como a las de servicio, un sistema productivo, “en donde la administración es el conjunto de actividades que aseguran la continuidad y el funcionamiento eficiente, la administración incluye como funciones esenciales: la previsión, la planificación, la coordinación y el control de las operaciones a fin de lograr los objetivos deseados”.

Las predicciones y pronósticos de la demanda constituyen los datos básicos para la planeación, ya que toda y cualquiera de las decisiones para el futuro se basa en alguna especie de pronóstico.

En la industria se pueden usar dos términos diferentes: predicción y pronósticos. El término predicción, es cuando se está integrando una muy buena parte de la información subjetiva y objetivas disponibles según (Hanke J. E., 1997), para con esto hacer la mejor estimación posible del futuro. En cambio con la palabra pronóstico se designará una técnica estadística que permite estimar un evento futuro analizando para ello datos del pasado, los cuales se combinan sistemáticamente en forma predeterminada para obtener el estimado del futuro. El tratar de representar como una regla del comportamiento de datos pasados, es lo que se conoce como pronóstico objetivo o matemático , que resultan ser más

exactos y valiosos que los intuitivos, ya que su desarrollo y la aplicación se basa en las características de la demanda, cuya curva se obtiene al graficar la producción pasada contra el tiempo. La curva formada por cuatro componentes:

- Tendencia
- Variación cíclica
- Variación estacional
- Fluctuación irregular

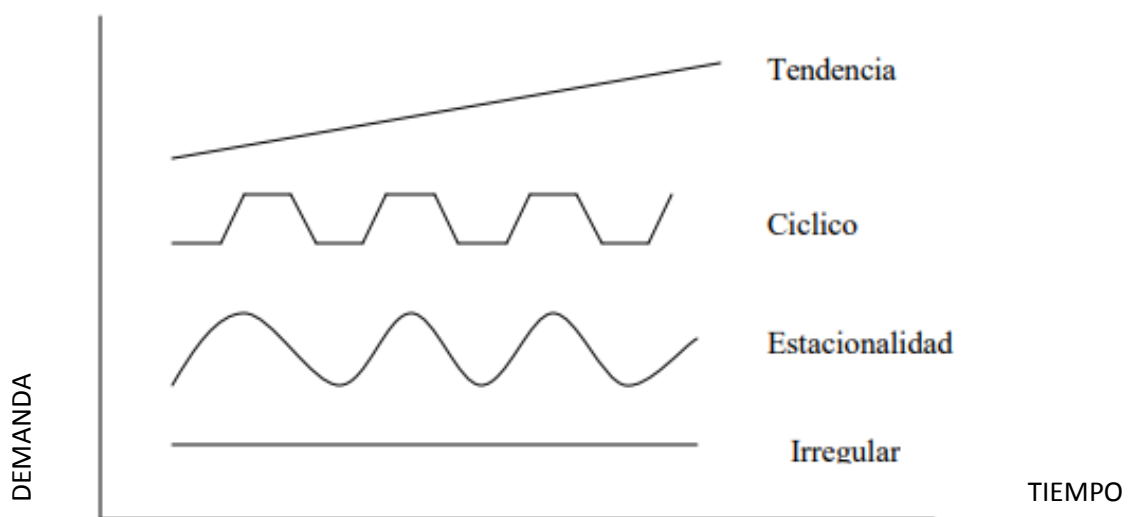


Ilustración 5 Demanda vs Tiempo

Cuando el valor de los datos incrementa o decrece durante un largo periodo se dice que hay tendencia; la estacionalidad se presenta en conjuntos de datos influenciados por factores estacionales, como por ejemplo por épocas del año. Navidad, vacaciones de verano, fiestas, carnavales, las series con estas características también son llamadas periódicas.

Para (Sweeney, 2006) El componente cíclico existe cuando los datos en las curvas presentan altas y bajas que no son de un periodo fijo. La diferencia entre estacional y cíclico consiste en que la estacionalidad es de longitud constante y repetitiva en base a un periodo regular; mientras que el ciclo varía de longitud.

La cambios irregulares según (Sweeney, 2006) causada por las desviaciones de los valores reales de la serie de tiempo en comparación con los esperados, representa la variabilidad de la serie de tiempo, por lo que es impredecible.

Tal como la administración de inventarios, los pronósticos se tratan del pronóstico de la demanda de un producto; en forma más general, para definir el problema de pronóstico, se debe empezar con el problema de decisión (Adam, 1991) La información del proceso de pronóstico se utilizará como entrada para mejorar el problema de decisión, por consiguiente, la naturaleza de las decisiones que se tomen se determinará las características deseadas del pronóstico, un estudio del problema de decisión ayudará a responder preguntas tales como:

1. ¿qué estamos pronosticando?
2. ¿qué forma debería tomar el pronóstico?
3. ¿Cuáles son los elementos del tiempo?
4. ¿cuál es la exactitud deseada del pronóstico?
5. ¿Qué se está pronosticando?

Aquí se definen las variables o parámetros que deben predecirse, el nivel de detalle requerido es una consideración importante. Un sistema de planeación de ventas puede requerir un pronóstico de demanda en unidades de cada uno de los productos terminado, para programar la venta y programar y controlar los inventarios. El nivel de detalle del pronóstico está influenciando por muchos factores, tales como disponibilidad de datos, costos y exactitud que se pueda obtener.

La importancia de pronosticar según (taha, 2012) es usar la mejor información disponible para guiar las actividades futuras tendientes al cumplimiento de las metas de la organización. El interés radica principalmente es los pronósticos de demanda, pero las empresas también pronostican los precios de las materias primas, los

costos de la mano de obra, las tasas de interés y los ingresos. Los buenos pronósticos capacitan a los administradores para planear niveles apropiados del personal, materias primas, capital, inventarios, etc.

Elementos del involucrado:

Los siguientes elementos de tiempo para (Hanke J. E., 1997) deben considerarse en el desarrollo el pronóstico:

1. El periodo de pronóstico: es la unidad básica de tiempo para el cual se hace el pronóstico. Por ejemplo, podríamos desear un pronóstico de demanda por mes, en cuyo caso el periodo es de un mes.
2. El horizonte de pronóstico: es el número de periodos en el futuro cubiertos por el pronóstico.

Uno de los interrogantes más frecuentes al generar un pronóstico corresponde a cuál es el período de la demanda que precisamos calcular. Es decir, si queremos calcular la demanda de un mes, un trimestre, un semestre, un año... “Al período de tiempo que cubrirá el pronóstico se le conoce como horizonte de planeación, y su idoneidad depende de cuál sea nuestro objetivo al emplear la previsión de la demanda” (Hanke j. E., 2006). Es muy común en la gestión de la demanda establecer horizontes de planeación no mayores a 18 meses, dado que se considera que según los cambios que afectan constantemente los procesos, los sistemas y los entornos, un período mayor arrojaría resultados muy poco confiables.

El periodo de pronóstico y el horizonte son usualmente determinados por el proceso de decisión o por el modelo que requiera el pronóstico como información de entrada,

para que un pronóstico tenga valor no debe ser menor que el tiempo de anticipación para implementar la decisión.



Ilustración 6 Horizonte de planeación

3. El intervalo del pronóstico: es la frecuencia del pronóstico (es decir, que tan frecuente se deben preparar nuevos pronósticos). En ocasiones el intervalo de pronóstico es el mismo que el periodo de pronóstico.
4. La metodología empleada: los pronósticos para grupos de productos tienden a ser más seguros que aquellos para un solo producto, y los pronósticos a corto plazo son más seguros que los pronósticos a largo plazo (mayor a cinco años).

El forecasting, como se le conoce en el entorno económico al proceso de pronosticar ventas o demandas, se define como el arte y la ciencia para predecir el futuro para un bien, componente o servicio en particular, con base en datos históricos,

estimaciones de mercadeo e información promocional, mediante la aplicación de diversas técnicas de previsión. (Keat, 2004)

Para (Keat, 2004) Las previsiones de demanda constituyen una parte fundamental de los sistemas de planeación y por ende de la economía en general. “Los pronósticos de la demanda ejercen una gran influencia en la determinación de factores claves de los procesos, factores como lo son la capacidad instalada (equipos, almacenes, plantas), requerimientos financieros (inventarios, flujo de caja), estructura organizativa (personas, sistemas, servicios), contratos con terceros (compras, operadores), etc”.

A causa de la extensa influencia del forecasting en cualquier sistema productivo, se considera que la gestión de la demanda constituye un factor fundamental para el éxito de cualquier organización.

"Toda actividad requiere algún sistema de estimación del volumen que se va a manejar dentro de ésta. Los estimados son el resultado de predicciones y pronósticos" (Kotler, 2002)



Ilustración 7 Forecasting Sobre Previsión y Bajo Previsión

Implicaciones del error en el pronóstico:

Los errores más comunes en la gestión de la demanda se encuentra en primer lugar la fallida selección del método de previsión, “existe una problemática no menor que consiste en la elaboración de diferentes pronósticos por cada órgano funcional de la organización, es decir, el pronóstico es usualmente desarrollado por el área comercial y choca contra la planificación realizada por el área de producción” (Adam, 1991).

5.3 Marco para hacer un pronóstico:

Para hacer un pronóstico según (Hanke j. E., 2006), el pronosticador adoptará un procedimiento específico tomando en consideración el costo de las diversas posibilidades, el tiempo disponible antes de que se necesite el pronóstico y alguna idea de la precisión probable de los métodos que puede aplicar en forma competente. También debe tener en cuenta la importancia de manejar la precisión del pronóstico.

Puede ser que el pronóstico resultante aun no satisfaga cuando se le compare con los valores y objetivos iniciales del encargado de la toma de decisiones. Por lo tanto se tiene que revisar lineamientos de planeación y los supuestos que constituyen la información de entrada del conjunto inicial de pronósticos. (Sweeney, 2006)

5.3.1 Relaciones entre los sistemas de pronósticos y la toma de decisiones:

Las relaciones entre la función de pronósticos y la toma de decisiones son débiles en muchas organizaciones. Esto se debe a que los encargados de la toma de decisiones y los pronosticadores tienen puntos de vista diferentes en cuanto a lo que son las prioridades. (Sweeney, 2006) señala que el proceso de toma de decisiones puede ser de dos maneras básicas: cuantitativo y cualitativo; por lo que los pronósticos como herramientas que contribuyen a este proceso serán cuantitativos o cualitativos dependiendo de la complejidad del problema y de la experiencia del pronosticador.

5.3.2 Calidad del sistema de información administrativa:

La mayoría de los procedimientos de pronósticos tienen como premisa el supuesto de que existe información en la cual la empresa tiene fácil acceso. Desafortunadamente, se sabe que muchas empresas no llevan registro adecuado, ni han considerado un método consistente para generar información propia y por lo tanto, a menudo no cuentan con cifras acerca del volumen y de los precios de grupos homogéneos. Pero en los últimos años se ha incrementado el uso de bases de datos para toma de decisiones con base en resultados arrojados por pronósticos, (Hanke J. E., 1997) y (Heizer, 2004) mencionan cinco lineamientos a seguir para establecer una base de datos para pronósticos:

1. Debe existir un plan de pronóstico y solo recolectar datos requeridos.
2. En la medida de lo posible utilizar datos públicos disponibles.
3. Almacenar los datos en su forma original, para que puedan ser usados posteriormente para propósitos diferentes.
4. Revisar datos y documentarlos.
5. Diseñar bases de datos permitiendo su crecimiento.

5.3.3 Selección de la variable clave:

Para (Chapman, 2006) Un factor importante que influye en la selección de la variable consiste en la comprensión de la misma y de su patrón histórico. La evidencia empírica indica que muchos administradores se confunden por las diferencias entre pronósticos, presupuestos, planes y objetivos. El resultado de esta confusión es que puntos que debían considerarse como variables dependientes del pronóstico, se consideran como constantes. A medida que la escala de tiempo para

la toma de decisiones se alarga, cada vez es más necesario considerar las variables que a corto plazo se pueden tratar como constantes.

5.3.4 Selección del método de pronóstico:

No es fácil encontrar reglas sencillas mediante las cuales el pronosticador pueda seleccionar el método que le permita lograr el nivel de precisión deseado. (Ballou, 2004) Divide los métodos de pronósticos en tres categorías: cualitativos, proyección histórica y causales, sin embargo, hacen otra división también en tres grupos: cuantitativos, cualitativos e impredecibles. Por lo tanto no se espera que el analista examine todo los métodos posibles, los compare y evalúe.

Básicamente las elecciones se hacen teniendo en cuenta los siguientes cuatro factores:

1. Concepciones previas del pronosticador: esto es en base a su experiencia si únicamente se conoce un método. Ese será el que se use.
2. Cómo se empleará el pronóstico: el enfoque seleccionado tendrá que responder a la interrogante que se pretende pronosticar.
3. Complejidad y facilidad de comprensión: se debe facilitar el empleo del modelo, es difícil considerar un modelo si este es demasiado complicado para el que toma las decisiones. También se rechazará un modelo que no incluya aquellos elementos que el encargado de la toma de decisiones juzga importante.

4. Pruebas de comparación: si se toma en serio la tarea de selección se desarrollarán paralelamente algunos métodos y se probará su utilidad para el pronóstico.

5.4 TIPOS Y MÉTODOS DE PRONÓSTICOS:

En este trabajo se abordarán principalmente técnicas de pronósticos cuantitativos y se hará una breve referencia a los pronósticos cualitativos.



Ilustración 8 Métodos cualitativos y cuantitativos de pronósticos

Pronósticos cualitativos: los pronósticos cualitativos son aquellos que utilizan el juicio, intuición, resumen o técnicas comparativas para producir estimados cuantitativos acerca del futuro. (Ballou, 2004).

Pronósticos cuantitativos: (Ballou, 2004) menciona que los pronósticos cuantitativos pueden aplicarse cuando existan las siguientes condiciones:

1. Información disponible acerca del pasado.
2. La información puede ser cuantificada.
3. El patrón de comportamiento de la información en el pasado, continuará en el futuro.

Los métodos cuantitativos para (Ballou, 2004) presentan dos características:

1. Se expresan en notación matemática: por lo tanto, establecen un registro no ambiguo sobre la forma de como se hace la predicción, esto permite una comunicación clara sobre el pronóstico entre aquellos a quienes interesa. Además proporciona una oportunidad de hacer modificaciones sistemáticas y mejorar la técnica de pronosticar.
2. Mediante el uso de computadores, un modelo se puede basar en una cantidad importante de datos, por ejemplo los sistemas de control de inventarios que requieren pronósticos actualizados cada mes para miles de artículos, no podrían ser construidos sin modelos cuantitativos y computadores.

5.4.1 Pronósticos por series de tiempo:

Estos modelos generan pronósticos, mediante la extrapolación del comportamiento anterior de los valores de una variable que interese los modelos de series de tiempo se refieren a la medición de una variable en el tiempo a intervalos espaciados uniformemente (Hanke j. E., 2006). El objetivo de la identificación de la información histórica es determinar un patrón en su comportamiento, que posibilite la proyección futura de la variable deseada.

En un análisis de serie de tiempo pueden distinguirse cuatro componentes básicos que se refieren a una tendencia, a un factor cíclico a fluctuaciones estacionales y variaciones no sistemáticas (error aleatorio) (Hanke j. E., 2006)

Lo que se busca en series de tiempo, es identificar la magnitud y la forma de cada uno de los componentes basándose en los datos disponibles del pasado, estos componentes (con excepción del componente aleatorio), se proyectan hacia el futuro. Si solo queda un componente aleatorio y pequeño y el patrón persiste en el futuro, se obtendrá un pronóstico confiable. (Hanke j. E., 2006)

$$Y_t = F (S_t + T_t + E_t)$$

Dónde:

Y_t = demanda durante el periodo t

S_t = componente estacional

T_t = tendencia

E_t = error aleatorio

Como puede observarse este modelo, por series de tiempo tiene factor cíclico, tendencia, fluctuaciones estacionales y variaciones no sistemáticas (error aleatorio)

Cada uno de estos términos se estima a partir de los datos del pasado para desarrollar una ecuación que se utiliza para pronosticar la demanda del futuro.

5.4.2 Suavización exponencial simple

El método de suavización o suavizamiento exponencial simple puede considerarse como una evolución del método de promedio móvil ponderado, en éste caso se calcula el promedio de una serie de tiempo con un mecanismo de autocorrección que busca ajustar los pronósticos en dirección opuesta a las desviaciones del pasado mediante una corrección que se ve afectada por un coeficiente de suavización.

Así entonces, este modelo de pronóstico precisa tan sólo de tres tipos de datos: el pronóstico del último período, la demanda del último período y el coeficiente de suavización.

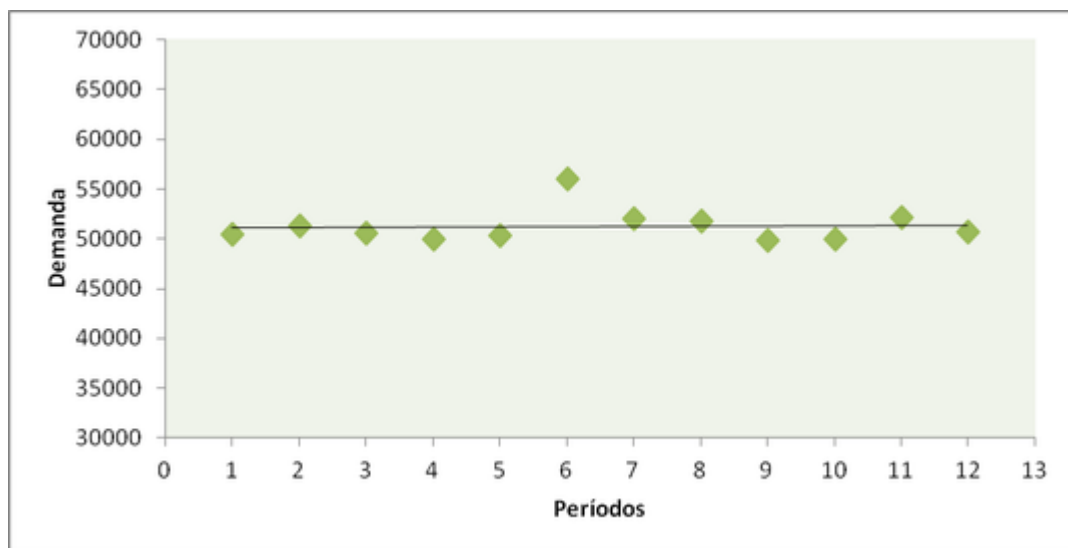


Ilustración 9 Periodos vs demanda (suavización)

El pronóstico de suavización exponencial simple es óptimo para patrones de demanda aleatorios o nivelados donde se pretende eliminar el impacto de los Elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente, este posee una ventaja sobre el modelo de promedio móvil ponderado ya que no requiere de una gran cantidad de períodos y de ponderaciones para lograr óptimos resultados.

Formula:

$$\hat{x}_t = \hat{x}_{t-1} + (\alpha \cdot (x_{t-1} - \hat{x}_{t-1}))$$
$$\alpha = \frac{2}{n + 1}$$

\hat{X}_t Promedio de ventas en unidades en el período t

\hat{x}_{t-1} Pronóstico de ventas en unidades del período t -1

X_{t-1} Ventas reales en unidades en el período t - 1

α Coeficiente de suavización (entre 0,0 y 1,0)

5.4.2 Regresión lineal

El modelo de pronóstico de regresión lineal permite hallar el valor esperado de una variable aleatoria a cuando b toma un valor específico. La aplicación de este método implica un supuesto de linealidad cuando la demanda presenta un comportamiento creciente o decreciente, por tal razón, se hace indispensable que previo a la selección de este método exista un análisis de regresión que determine la intensidad de las relaciones entre las variables que componen el modelo.

El pronóstico de regresión lineal simple es un modelo óptimo para patrones de demanda con tendencia (creciente o decreciente), es decir, patrones que presenten una relación de linealidad entre la demanda y el tiempo.

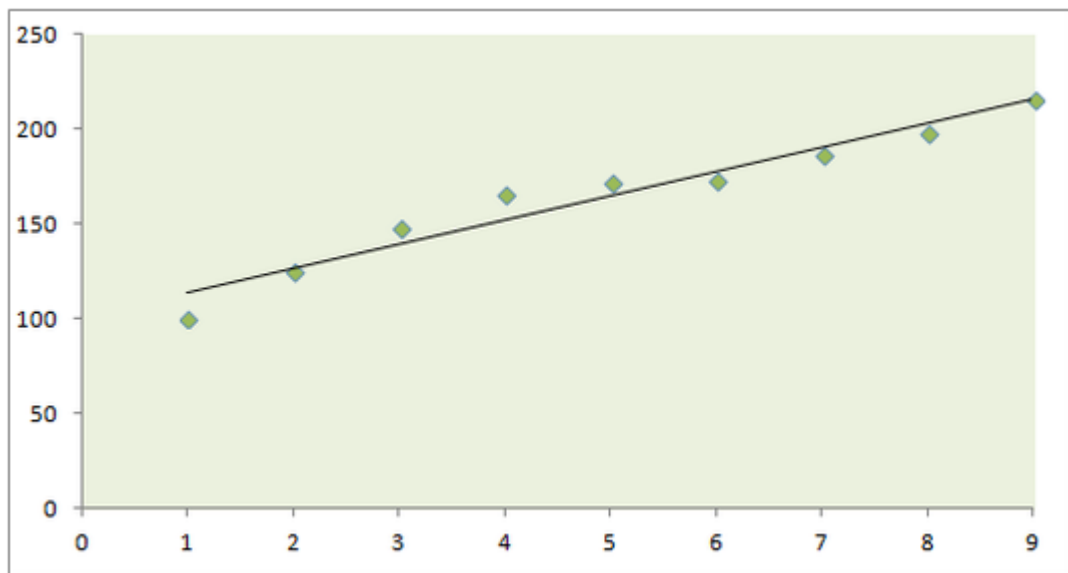


Ilustración 10 Regresión Lineal

Existen medidas de la intensidad de la relación que presentan las variables que son fundamentales para determinar en qué momento es conveniente utilizar regresión lineal. El objetivo de un análisis de regresión es determinar la relación que existe entre una variable dependiente y una o más variables independientes. Para poder realizar esta relación, se debe postular una relación funcional entre las variables.

Cuando se trata de una variable independiente, la forma funcional que más se utiliza en la práctica es la relación lineal. El análisis de regresión entonces determina la intensidad entre las variables a través de coeficientes de correlación y determinación.

Formula

$$\hat{X}_t = a + bt$$

\hat{X}_t Pendiente (positiva o negativa)

a Pronóstico del período t

$$a = \bar{X} - b\bar{t}$$

b Intersección de la línea con el eje

t Periodo de tiempo

5.5 Administración de la demanda:

Según (taha, 2012) la administración de la demanda es el término moderno que cubre todas las actividades comprendidas en la planeación y manejo de todos los tipos de demanda en una instalación de producto en venta, esto incluiría:

- Clientes
- Pronostico de demanda
- Manejo de pedido
- Relación de promesas de entrega

En su sentido más amplio, la administración de la demanda comprende la planeación del manejo de los productos en venta y su operación.

El pronóstico de la demanda consiste en hacer una estimación de nuestras futuras ventas (ya sea en unidades físicas o monetarias) de uno o varios productos (generalmente todos), para un periodo de tiempo determinado (generalmente un mes). (taha, 2012)

El realizar el pronóstico de la demanda nos permitirá elaborar nuestra proyección o presupuesto de ventas (demanda en unidades físicas multiplicado por el precio del producto) y, a partir de ésta, poder elaborar las demás proyecciones o presupuestos.

Por ejemplo, al pronosticar o calcular a cuánto ascenderán nuestras futuras ventas, podemos calcular cuánto será nuestra producción (cuántos productos necesitaremos producir), a cuánto ascenderán nuestros costos, qué cantidad de personal necesitaremos contratar, a cuánto ascenderá nuestra rentabilidad, etc.

Y, de ese modo, lograr un mejor control, una mayor coordinación, minimizar riesgos, y todas las otras ventajas que conlleva una buena planificación.

5.5.1 *Análisis de registros históricos*

(Chapman, 2006) Consiste en analizar nuestras ventas pasadas y hacer una proyección de las mismas, por ejemplo, si hemos notado que nuestras ventas en los últimos meses han aumentado en un 10%, entonces, lo lógico sería que para este mes que se aproxima también aumenten en un 10%, pero si además notamos que este próximo mes es de temporada alta para el tipo de producto que comercializamos, y que además hemos decidido invertir más en publicidad, entonces podríamos pronosticar que para este próximo mes nuestras ventas aumentarán en un 20%. Este método requiere que el negocio ya tenga un tiempo de operaciones, para hallar el pronóstico de la demanda para un nuevo negocio o para el lanzamiento de un nuevo producto.

5.5.2 *Método de la demanda potencial*

Para (Chapman, 2006) consiste en hallar primero la demanda potencial (máxima demanda posible que se podría dar en un mercado) de todos los productos similares al nuestro que existan en el mercado al cual nos dirigimos, y luego, en base a dicha demanda potencial, determinar la demanda de nuestros productos, teniendo en cuenta aspectos limitativos tales como el tamaño de nuestra inversión, nuestro capital de trabajo, nuestra capacidad de fábrica (capacidad máxima de producción), nuestra capacidad de abastecimiento (disponibilidad de materia prima y mano de obra), nuestro esfuerzo de marketing, etc.; pero también, teniendo en cuenta otros aspectos tales como la demanda de nuestra competencia, nuestra experiencia en

el negocios, opiniones de personas con experiencia en el mismo tipo de negocio, etc.

Por ejemplo, si quisiéramos pronosticar la demanda para nuestro negocio de restaurante, primero hallaríamos la demanda potencial que existe para todos los restaurantes que conforman nuestro mercado objetivo (por ejemplo, un distrito, una avenida, un centro comercial), y luego, en base a dicha demanda potencial y a otros aspectos como el tamaño de nuestro negocio, nuestra inversión en publicidad, la información que hemos recopilado de la competencia, etc., determinamos o pronosticamos nuestra demanda.

Por ejemplo, una vez que hemos hallado la demanda potencial, determinamos que trabajaremos para captar el 20% de dicha demanda potencial, es decir, dicho 20% será nuestro pronóstico de demanda.

5.5.3 Método de la investigación de mercados

“Se puede definir como la recopilación y el análisis de información, en lo que respecta al mundo de la empresa y del mercado, realizados de forma sistemática o expresa, para poder tomar decisiones dentro del campo del marketing estratégico y operativo”. (Adam, 1991) La investigación de mercados proporciona la información necesaria para la maduración de decisiones básicas y de largo alcance de la empresa que requieren un análisis cuidadoso de los hechos.

Para (Adam, 1991) Consiste en pronosticar nuestras ventas a través de una investigación o estudio de mercado, podemos, por ejemplo, hacer uso de encuestas, en donde algunas de las preguntas podrían ser:

- ¿tiene usted interés en adquirir este producto?
- ¿estaría dispuesto a probar este nuevo producto o servicio?
- ¿cuánto estaría dispuesto a pagar por este producto?
- ¿cada cuánto tiempo consume o adquiere productos similares?
- ¿cuánto gasta en promedio al acudir a negocios similares?
- ¿con qué frecuencia acude a negocios similares?

O también se puede hacer uso de otras técnicas de mercado, por ejemplo, podemos visitar negocios similares al nuestro y calcular el promedio de clientes que tienen y el promedio de consumo de cada uno, o podemos hacer pequeñas entrevistas a clientes de nuestros principales competidores o a personas que hayan estado antes en el mismo tipo de negocio que el nuestro, etc.

Para hallar el pronóstico de la demanda no existe un método o fórmula específica, sino que debemos ser creativos, pudiendo, por ejemplo, hacer uso de varios métodos; al final no importa cuál método hayamos usado, lo importante es lograr el mayor aproximado posible. (Heizer, 2004)

5.5.4 *Análisis de ventas anteriores y de tendencias*

Según (Heizer, 2004) Un método muy común de pronóstico, se basa enteramente en las ventas anteriores. Lo utilizan los detallistas cuya finalidad principal es “superar las cifras del año pasado”. En el análisis de ventas anteriores, el pronóstico de la demanda no es más que un simple incremento porcentual aplicado al volumen obtenido en el año anterior o al volumen promedio de algunos años precedentes.

Es una técnica simple, barata y fácil de aplicar. (Heizer, 2004) menciona que Las ventas anteriores pueden emplearse para predecir el volumen de ventas en el caso de una empresa que opere en un mercado estable, donde su participación ha permanecido constante durante varios años. Sin embargo, pocas son las

compañías que trabajan en ambientes inalterados, lo cual hace que éste método sea poco confiable.

Un análisis de tendencias también se funda en datos referentes a las ventas anteriores, pero es una técnica de pronóstico más complicada. Un tipo es la proyección de ventas a largo plazo, generalmente calculado por una técnica estadística denominada regresión. La complejidad estadística del análisis de tendencias a largo plazo no compensa la debilidad intrínseca de fundamentar las estimaciones futuras exclusivamente en la actividad pasada de ventas. (Keat, 2004)

Un segundo tipo del análisis requiere una proyección a corto plazo, que utiliza un índice estacional de ventas. “El análisis de tendencias a corto plazo será aceptable, si las ventas siguen un patrón estacional confiable”. (Keat, 2004)

5.6 Administración de inventarios

Dentro de las empresas industriales existen pocos elementos que jueguen un papel tan importante como los inventarios. Además de ser esenciales para todo proceso productivo, representan un gran porcentaje de la inversión en dichas empresas, por lo que la eficiencia con que sean manejados es un factor determinante en el éxito o fracaso de la misma. (taha, 2012)

Inventarios son los bienes de una empresa destinados a la producción de artículos para su posterior venta según (taha, 2012), tales como materias primas, producto en proceso, producto terminado y otros materiales que se utilicen en el empaque.

La administración de inventarios es la aplicación de procedimientos y técnicas que tienen por objeto establecer, poner en efecto y mantener las cantidades ventajosas

de materias primas, o cualquier tipo de inventario, minimizando los costos a que den lugar, para contribuir a lograr los fines de la empresa.

5.6.1 Importancia de la administración de inventarios

La importancia de tener un control efectivo sobre los inventarios se basa en las siguientes premisas según menciona (Chapman, 2006):

- El manejo efectivo de los inventarios es esencia a fin de proporcionar el mejor servicio a los clientes. Si la situación de pedidos atrasados o falta de artículos en bodega se convierte en una situación constante, se invita a la competencia a llevarse el negocio sobre la base de un servicio más completo.
- Sin un manejo y control de existencias, una compañía no puede producir con el máximo de eficiencia. Si las materias primas, las piezas o sub ensambles no se tienen al momento en que deben emplearse, el objetivo de la producción, que es fabricar oportunamente el producto deseado, de una calidad específica, en cantidades apropiadas y al menor costo posible, no se logra.
- El costo de mantener los inventarios está afectando directamente por la pericia con que se controlen los diversos niveles establecidos para los mismos.

Se ha estimado que el costo de mantenimiento fluctúa entre un 10% y un 25% del valor de los propios inventarios, dependiendo de la rama industrial de que se trate y de las condiciones peculiares de la empresa.

5.6.2 COSTO DE INVENTARIOS

Decisión es la acción que implica la selección de una alternativa entre varias. Las decisiones que se tomen en relación con la afectación de los inventarios de la empresa, tienen consecuencia sobre el desarrollo de la misma, ya que una de ellas puede conducir a la empresa a problemas financieros por sobreinversión de inventarios o bien, lo contrario, a pérdidas de mercado por carecer de los mismos. (Boulangier, 2007)

Las siguientes definiciones de los costos son basadas según (Boulangier, 2007):

1. Costos de mantener

Estos incluyen todos los gastos en que una empresa incurre y que corresponden a la inversión, guarda y manejo que se tienen de los inventarios, es un costo variable que se expresa en porcentajes y comprende principalmente los siguientes elementos:

2. El costo del capital invertido

Los problemas de planteamiento de inventarios requieren considerar el uso del capital. El costo del capital no es la pérdida de éste, sino el costo necesario para obtenerlo, con el fin de utilizarlo para soportar o financiar operaciones. Dicho costo puede basarse en alguno de los factores siguientes o en ambos: el costo de desviar capital de otros usos posibles, es decir, el de las oportunidades pérdidas para usos redituables, o el de conseguir fondos bancarios. Estos son los principales factores que intervienen en el costo del capital, el cual será evaluado de acuerdo con el rendimiento esperado y con la tasa de préstamos bancarios.

3. Costo de obsolescencia

Este costo se determinará con base en los datos históricos de la empresa e incluye la parte de la inversión en inventarios que no se utiliza, ya sea porque no satisface los requerimientos actuales de los artículos producidos porque hayan sufrido cambios o, en el caso de los productos terminados, artículos que ya han pasado de moda. Esta situación se presenta a menudo con los productos altamente estacionales.

4. Los seguros

Dentro de las empresas es una práctica común y adecuada asegurar las distintas inversiones que se tienen en ellas. Los inventarios no son una excepción en este caso y en una administración sana, son asegurados de acuerdo con el valor de la inversión en éstos; es decir, de acuerdo con el valor de la cantidad de materiales o productos que se tengan. A eso se debe que el costo de estos seguros debe añadirse al costo de mantener inventarios. Estos costos por seguros también se determinan con base en datos históricos de la empresa.

5. Almacenaje

Los locales en que se tienen almacenados los inventarios pueden encontrarse en una de las dos siguientes situaciones:

- Que sean rentados por la empresa.
- Que sean propiedad de la empresa.

En el primer caso, los inventarios absorberán la parte proporcional de la renta que les corresponde de acuerdo con la superficie que ocupen. En el segundo, absorberán dentro de su costo de almacenaje, la parte proporcional de la depreciación del local, de acuerdo también con la superficie que ocupen. El costo de mantener los inventarios, como se dijo anteriormente, se expresa en porcentajes que irán en relación con la inversión que la empresa tenga en los mismos, estos porcentajes fluctúan entre un 10 y un 25% del valor de los propios inventarios, dependiendo de la rama industrial de que se trate y de las condiciones peculiares de la empresa. Por lo tanto, se puede decir que a medida que aumenta nuestra inversión en inventarios, aumentará nuestro costo de mantenerlos

6. Costos de ordenar

Este costo comprende todos aquellos gastos necesarios para expedir una orden de compra u orden de producción y se expresa en importes. En el caso de las órdenes de compra, el costo de ordenar incluye en forma general los siguientes conceptos:

- Trámites con proveedores.
- Preparación de las requisiciones de compra.
- Recepción de los materiales.

En el objetivo del control o administración de inventario lo más normal no es saber cuáles son los costos, sino qué los originó y quién es el responsable de esos costos, lo importante no es saber a cuánto ascienden los costos, sino a cuánto debieron ascender. La atención se concentra no en lo ya sucedido, sino en los sectores débiles que requieren correcciones.

La importancia que representa que la gerencia desea controlar siempre sus costos, para asegurarse de que no son excesivos según los objetivos y planes de la compañía.

5.6.3 Planeación del inventario

Para (Horngren, 2006) el planeamiento de inventarios es necesario en primer lugar, establecer el periodo para el cual se desea planear, es decir, fijar el tiempo. Con esta planeación se debe responder a las necesidades de la demanda, buscando un ritmo constante de abastecimiento y así evitar agotamiento de los productos que se comercializan o venden. Se debe mantener un ritmo estable y constante en el abastecimiento del tipo de inventario según su necesidad también mantener la inversión en existencia de materia prima y productos terminados en niveles satisfactorios y económicos para el negocio.

Los inventarios son activos de gran importancia para las empresas ya que con ellos se amortigua el efecto originado por situaciones como las variaciones en el ritmo de la demanda de los productos, problemas en la adquisición con los distribuidores, incumplimiento en fechas de entrega y aumento de inventario obsoleto en las bodegas de almacenamiento. (Adam, 1991)

Para planear y programar un inventario suficiente y con la rotación adecuada, es importante definir:

- Frecuencia con la que deben hacerse los pedidos.
- La cantidad que debe solicitarse en cada pedido.
- Cuáles son los productos que no deben escasear y cuales se deben producir en menos cantidad.
- Dar continuidad al abastecimiento.
- Cumplir oportunamente con la demanda.
- Mantener los costos adecuados.

Políticas a tener en cuenta:

Largo y mediana plazo:

Se debe definir el horizonte de tiempo que queremos estudiar en años.

- Tendencias de mercado.
- Introducción de nuevos productos/promociones.
- Estrategias de precios.
- Estrategia de canales
- Márgenes de contribución.
- Capacidad de Abastecimiento
- Inversiones

Corto Plazo:

- Tendencias de mercado.
- Ajustes Introducción de nuevos productos/promociones.
- Ajustes Estrategias de precios.
- Ajustes Estrategia de canales
- Márgenes de contribución.
- Ajustes Abastecimiento

Familia:

Se deben crear familias de productos que ayuden a tener pronósticos claros.

Para ser competitivas, las empresas deben reaccionar rápidamente al menor cambio que surja en la demanda (Keat, 2004). Es por eso que las empresas se preguntan últimamente: ¿puedo a través de la planeación de la demanda tener mayores ganancias en mi negocio?

Muchas grandes empresas ya se han volcado a eficientizar la forma de pronosticar y planificar la demanda y el inventario para aumentar las ganancias. Es hora que las empresas medianas también aprovechen estos beneficios. Esta iniciativa abarca las tres principales actividades de las organizaciones: la compra de productos, almacenamiento de los productos y la venta de los mismos (Horngren, 2006)

- **Compra:** La visibilidad de la demanda a largo plazo permite una compra más estratégica, fortalecer el relacionamiento con los proveedores y bajar el costo de los productos.
- **Almacenamiento:** Mayor precisión en los pronósticos significa inversiones más eficientes del inventario, logrando menores costos operativos.
- **Venta:** Tasas más consistentes y mejores servicios, como el inventario manejado por los proveedores pueden lograr un aumento en los márgenes y mejorar la rentabilidad.

La buena planeación de la demanda permite superar los desafíos relacionados con la estacionalidad de los productos, los eventos promocionales y el lanzamiento de nuevos productos.

Las soluciones para la planeación de la demanda y del inventario ayudan a las empresas a:

1. Mejorar la precisión de los pronósticos en 20% al 40%.
2. Mejorar el tiempo de entrega en un 20%.
3. Bajar las inversiones del inventario y aumentar las ganancias en un 15% al 30%.
4. Disminuir la obsolescencia un 15%.

5.7 CAPACIDAD DE PLANTA

Todas las empresas precisan de analizar y estudiar el sistema de capacidad que puedan implementar, con el fin de implicar la mayor cantidad de demanda, optimizando las utilidades en la empresa y con el tiempo vislumbrar la posibilidad de expandirse, para aumentar su mercado y brindar un mejor servicio y satisfacción de necesidades a sus clientes.

Se define como capacidad, la máxima cantidad disponible de productos del proceso de transformación durante un cierto periodo de tiempo; puede referirse a la empresa en su conjunto o a un centro de trabajo. (Chapman, 2006)

Para (Chapman, 2006) Se expresa por medio de relaciones y se mide en unidades de salida por unidad de tiempo. Estas medidas de capacidad, no registran los múltiples tipos de productos con los que una organización se relaciona en la práctica.

La capacidad de planta es la tasa de producción en la que operan los procesos en condiciones normales, esta se mide en unidades producidas por unidades de tiempo. La capacidad está dada también de acuerdo al diseño del sistema en el que opera, a estas se la llama capacidad diseñada. Cuando se emplea de manera óptima los recursos productivos se obtiene la tasa más alta de producción y a esta se la llama "capacidad máxima" (Adam, 1991).

En las plantas industriales la capacidad de producción puede establecerse de tres formas: sobre producción, producción óptima y producción deficiente. En la sobre producción la planta estará produciendo más unidades de las que su mercado requiere y esto le obligará a reducir los precios de las unidades producidas para estimular al mercado a adquirir los productos. La producción óptima es la más adecuada y va en función de los requerimientos del mercado, es decir se establece un punto de equilibrio. Lo que se produce se vende. (taha, 2012)

En la producción deficiente el ritmo de producción es lento, no se cumplen con los requerimientos del mercado y esto podría hacer perder clientes, o permitir que la competencia invada el mercado. Por lo tanto (taha, 2012) menciona la capacidad de producción permite definir los límites competitivos de la empresa, tomando en cuenta los costos de producción, costos de administración, el personal, sus instalaciones, el ritmo de trabajo, etc. Los factores que pueden afectar a la capacidad de producción son internos y externos. Entre los internos comprenden: políticas de la empresa, distribución física de la planta, flujo de procesos, calidad de personal, capacitación, motivación, aprendizaje, métodos, mantenimiento del equipo, administración de materiales, capacidad de dirección y contenido del trabajo.

5.7.1 Medidas de la capacidad

Para (Kotler, 2002):

- La capacidad proyectada o diseñada: Es la tasa de producción ideal para la cual se diseñó el sistema. Por ejemplo, se puede haber diseñado una planta manufacturera para producir un máximo de 500 unidades de determinado artículo al año; es posible que esta meta se haya o no alcanzado, incluso haber sido excedida, una vez finalizada la instalación, con una maquinaria y equipo nuevos y un óptimo nivel de trabajo.

- La capacidad efectiva: Capacidad que espera alcanzar una empresa según sus limitaciones operativas (personal y equipo). Se puede señalar, como un índice de la producción de trabajo para las condiciones establecidas en un determinado momento. Es decir, las maquinas pueden estar en mantenimiento, la mano de obra capacitada puede ser limitada y así de modo sucesivo; demostrando que la capacidad efectiva de la planta para las 500 unidades puede estar establecida para casi 450 unidades en cualquier año dado, bajo condiciones típicas de operación.

5.7.3 Planeación de la capacidad

Planeación de la capacidad a largo plazo: La capacidad a largo plazo, se relacionan con la expansión y contracción de las instalaciones:

Expansión: es la ampliación de la capacidad. Cuando se presenta esta decisión se debe estudiar: si falta la capacidad instalada y si no hay un buen aprovechamiento de la capacidad las estrategias a seguir pueden ser:

1. Proactiva o expansionista: La dirección anticipa el crecimiento futuro y diseña la instalación para que esté lista cuando surja la demanda.
2. Reactiva o conservadora: Implica que la capacidad instalada siempre está por debajo de la demanda. Se apoya en horas extras o sub contratación para subsanar el exceso de demanda.
3. Neutral o intermedia: Se espera tener una capacidad "promedio" que vaya en algunas ocasiones por detrás de la demanda y otras veces por delante.

Contracción: Se utiliza como último recurso, las consecuencias son el cierre de plantas y despidos de personal.

Planeación de capacidad a corto plazo: No existe alternativa perfecta para la capacidad a corto plazo, el problema radica en el manejo de demandas inesperadas de manera económica, bien sea menores o mayores de lo anticipado, pero cercanamente reales. Por lo que, el gerente de operaciones deberá planificar que alternativas de capacidad a corto plazo debe utilizar en cada caso; deferencias limitadas generalmente, programadas para los siguientes seis meses o en menor tiempo, pudiendo ser para las próximas horas.

5.7.4 Relación capacidad-programación

Un aspecto importante de la capacidad, es su estrecha relación con la programación, en otras palabras, una programación deficiente puede acarrear problemas de capacidad y una escasez de capacidad puede atraer dificultades de programación continuas. Por lo tanto, existe una estrecha relación entre la planificación de la capacidad con la función de programación. La diferencia es que la capacidad está orientada de forma directa hacia la adquisición de recursos productivos, mientras que la programación se ocupa de fijar el momento de su uso. Aunque con frecuencia es difícil separarla, en especial cuando intervienen los recursos humanos, como en el uso de tiempo extra. La planificación se puede establecer a más de un año. Su objetivo principal es adecuar la capacidad para satisfacer la demanda de la manera más eficiente y económica posible.

Las fases del proceso de planificación son las siguientes:

- Calculo de la capacidad disponible.
- Determinar necesidades de capacidad.

- Desarrollar alternativas de expansión.
- Evaluar alternativas.

6. DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR

6.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación presente en el desarrollo de este proyecto es exploratorio, ya que se enfoca en demostrar una problemática con la cual viene la empresa y que nunca se ha llegado a estudiar de manera profunda, se pretende no solo hablar del problema sino de que es lo que lo causa y poderlo atacar mediante la implementación de diversas herramientas de la ingeniería industrial.

6.2 Enfoque

El enfoque es mixto porque abarca información cuantitativa que es con la cual se pueden medir las variables que afectan los incumplimiento a los clientes y paros de máquinas por no tener programación de la producción y las mejoras de acuerdo a las hipótesis planteadas y es cualitativa porque se debe utilizar información precisa de tipo descriptivo que ayude a entender mejor el problema.

Todo el desarrollo del proyecto se basa de acuerdo a la investigación de la mejora de procesos, reducción de tiempos improductivos, mantenimiento preventivo, control de inventarios, programación y planificación de los recursos, pronósticos y demandas y la recolección de la información para analizar y entender la situación actual y poder proporcionar soluciones optimas de acuerdo a las herramientas de la Ingeniería Industrial.

6.3 Fase 1

Identificación de productos

De acuerdo al estudio realizado, para alcanzar el logro de los objetivos planteados en este proyecto, inicialmente se debe realizar el estudio de la demanda, conocer los productos que trabajan en el proceso de PET, saber su rotación, estacionalidad y qué papel juegan dentro de la compañía, se debe identificar principalmente cuales son las referencias a las cuales se les debe mantener un stock de inventario. Inicialmente se pretende obtener el histórico de ventas en unidades desde octubre del año 2015 hasta octubre del año 2017, separar por proceso (Inyectado –soplado y soplado de preformas) y finalmente aplicar una de las herramientas de la calidad más eficiente que es el diagrama de Pareto.

Tabla 4 Histórico de ventas del producto PET

REFERENCIA	UNIDADES VENDIDAS	UNIDADES VENDIDAS ACUMULADAS	% DE PARTICIPACIÓN	% DE PARTICIPACIÓN ACUMULADO	80/20	PROCESO

El formato es inicialmente los que servirá como apoyo del estudio de la demanda, a través de los datos histórico de ventas se podrá identificar cuáles fueron las ventas en periodos pasados de todas las referencias de la línea de PET para así saber cuál es el 20% de los productos que generan el 80% de las ventas.

Después de obtener el listado, se debe realizar un diagrama de Pareto para saber cuál es el 20% de los productos que están generando el 80% de las ventas y a los cuales deberá establecerles el nivel de inventario

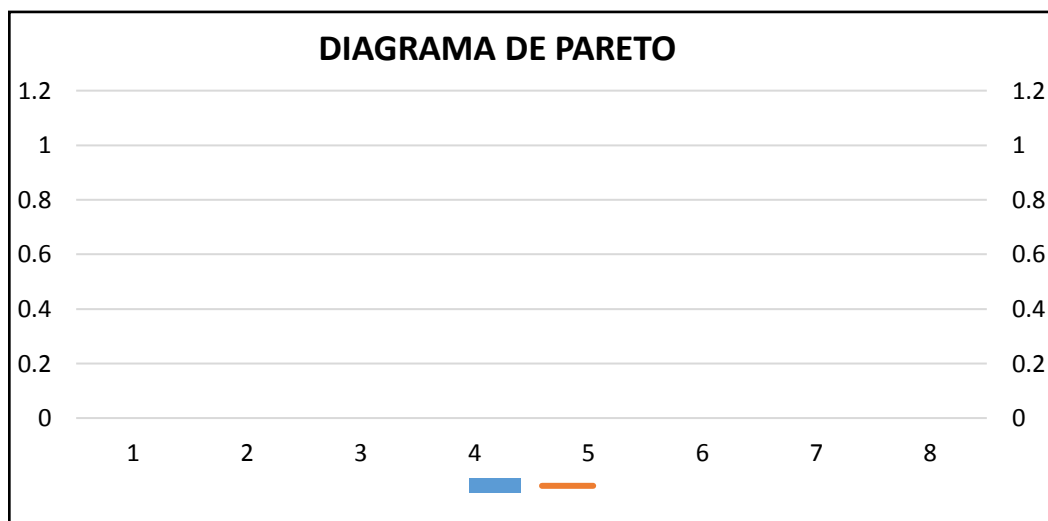


Ilustración 11 Diagrama de pareto

El diagrama de Pareto sirve para hacer un enfoque a las referencias más representativas de la línea de PET, las que generan una mayor demanda y a las cuales debe prestarse un mayor grado de atención, pues estas serán el resultado de las referencias a las cuales hay que mantener un stock de inventarios.

6.4 Fase 2

Análisis de referencias

Plenamente identificadas las referencias principales a intervenir, se debe proceder a realizar un estudio de cada producto, cual es funcionalidad, uso, como se comporta su demanda y a qué sector económico pertenece pues con esto se clarifica si el producto tiene alguna estacionalidad en el año, si su consumo es constante o variable según ciertas épocas.

Para cada una de las referencias, se clasificarán en sectores económicos para luego realizar el siguiente estudio:

1. Se realizara un cuadro mes a mes de las cantidades vendidas de los productos por sector, que abarque los dos últimos años, es decir, desde octubre del 2015 hasta octubre del 2016 y desde octubre del 2016 hasta octubre del 2017, utilizando el siguiente formato:

PERIODO	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16
CANTIDAD VENDIDA OCT 2015-OCT 2016													
PERIODO	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17
CANTIDAD VENDIDA OCT 2016-OCT 2017													

Ilustración 12 Histórico de las cantidades vendidas mes a mes

2. Se procede a realizar dos tipos de gráficas, la primera será una gráfica mes a mes que va desde octubre del 2015 hasta octubre del 2017, donde se incluye en color rojo la media aritmética, en color verde el límite superior, en color morado el límite inferior, y en azul la demanda, de manera tal que permita ver si existen picos altos o bajos que se salgan de los límites o para identificar si existe patrones de demandas cíclicas o estacionales:

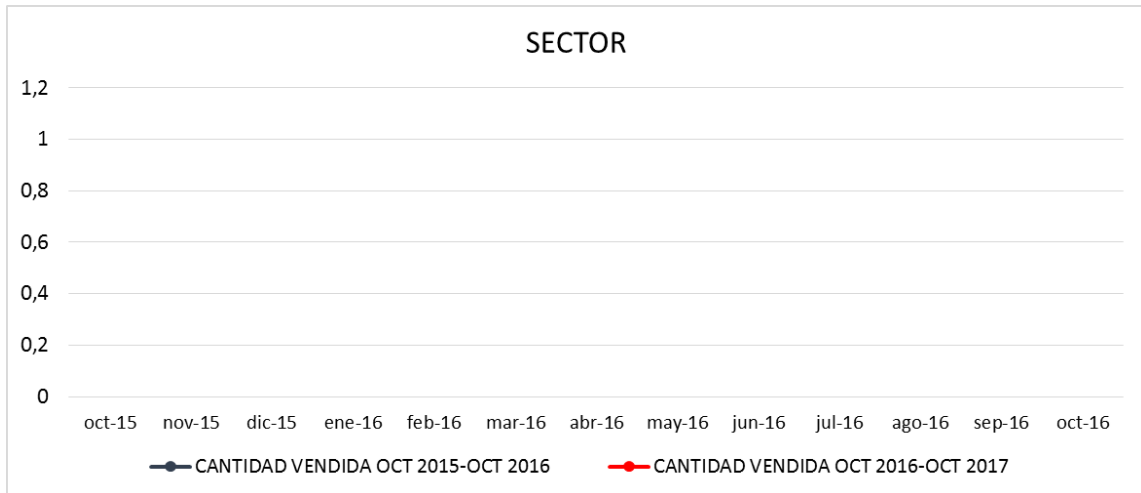


Ilustración 13 Grafica del sector

La segunda grafica es una comparación del primer año, (Desde octubre del 2015 hasta octubre del 2016) con respecto al segundo año (Desde octubre del 2016 hasta octubre del 2017), de manera que se pueda comparar los meses de ambos años:

3. Se describirá el sector económico, analizando como es la demanda para estos tipos de productos, de tal forma que se pueda identificar de manera descriptiva si existe alguna temporada en específico en el que se consuma más de estos productos.
4. Se realiza un análisis estadístico en base al último año, de la desviación estándar, el coeficiente de variación, límite superior e inferior y el tipo de patrón de demanda de acuerdo a los resultados de las gráficas y teniendo en cuenta la siguiente tabla:

MEDIA ARITMETICA	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	LIM SUPERIOR	LIM INFERIOR	PATRON DE DEMANDA

Ilustración 14 Análisis estadístico

6.5 Fase 3

Propuesta de mejora

De acuerdo a los resultados obtenidos en la fase 1 y 2, en esta fase se debe elegir el tipo de modelo de planeación de recursos e inventarios que más se ajuste a la problemática planteada según lo investigado en los referentes teóricos, es clave esta fase ya que de ella depende el éxito y logro del objetivo de este proyecto.

Es importante, antes de definir el tipo de modelo a utilizar, socializar la investigación desarrollada a lo largo del proyecto con las partes interesadas o tomadoras de decisiones de la empresa.

En esta tercera fase se pretende que toda la investigación llevada a cabo sobre cada referencia que trabaja en la línea de PET, puede mejorarse a través de la aplicación de un buen modelo el cual servirá para una planificación organizacional de inventarios, recursos y capacidad instalada.

7. RESULTADOS

Fase 1

Identificación de productos

El desarrollo de este proyecto se llevara a cabo con el estudio del año 2016 y 2017 con el fin de tener la mayor información disponible para que el pronóstico sea más verdadero. Iniciando con la identificación de los productos elaborados en el proceso de PET, se tiene como herramienta la base de datos del histórico de ventas en el último año, es decir desde el mes de octubre del 2016 hasta el mes de octubre del 2017, esta información se obtiene del sistema de información de la empresa (SLI) donde se obtiene el producto, se organizan los datos de mayor a menor y se aplica la herramienta del diagrama de Pareto:

Inyector - soplado

Tabla 5 Identificación de productos inyector soplado

REFERENCIA	UNIDADES VENDIDAS	UNIDADES VENDIDAS ACUMULADAS	% DE PARTICIPACIÓN	% DE PARTICIPACIÓN ACUMULADO	80/20	PROCESO
E 90CM³ RD PET 14G NAT T28 SE	5,415,721	5,415,721	11.462%	11.46%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 60CM³ RD PET 10G NAT T28 SE	3,300,570	8,716,291	6.985%	18.45%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 120CM³ RD PET 16+-1G BLA T28 SE	3,150,879	11,867,170	6.668%	25.12%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 60CM³ RD PET 10G NAT T28 PEGA	2,505,960	14,373,130	5.304%	30.42%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 100CM³ RD PET 17GR BLA TA 28 SE	2,458,881	16,832,011	5.204%	35.62%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 30CM³ RD PET 8G NAT T28 SE	2,444,148	19,276,159	5.173%	40.80%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 60CM³ RD PET 14G NAT T28 SE	2,406,958	21,683,117	5.094%	45.89%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 30CM³ RD PET 17G NAT TCTE SERUM	2,219,280	23,902,397	4.697%	50.59%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 20CM³ RD PET 8G NAT T28 SE	2,124,960	26,027,357	4.497%	55.08%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 120CM³ RD PET 15G NAT T28 SE	1,979,316	28,006,673	4.189%	59.27%	80%	INYECTO-SOPLADO
E510CM³ OV PET34G NAT T28 CTE PROQUIDENT	1,633,468	29,640,141	3.457%	62.73%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 250CM³ OV PET 30G NAT T38 FT ASCENDER	1,562,843	31,202,984	3.308%	66.04%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 120CM³ RD PET 15G AMB T28 SE	1,389,636	32,592,620	2.941%	68.98%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 170CM³ RD PET 16G NAT T24-410 SALSA	1,366,007	33,958,627	2.891%	71.87%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 120CM³ RD PET 14G NAT T28 SE PEGA	1,230,336	35,188,963	2.604%	74.47%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 30CM³ RD PET 5+-1G NAT TC18MM BALA	1,102,005	36,290,968	2.332%	76.81%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 120CM³ RD PET 15G BLA T28 SE	1,035,504	37,326,472	2.192%	79.00%	80%	INYECTO-SOPLADO
E1000CM³ OV PET 52G NAT T38 FT ASCENDER	978,481	38,304,953	2.071%	81.07%	80%	INYECTO-SOPLADO
E 60CM³ RD PET 10G AMB T28 SE	941,220	39,246,173	1.992%	83.06%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 60CM³ RD PET 10G BLA T28 SE	653,940	39,900,113	1.384%	84.44%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 30CM³ RD PET 8G AMB T28 SE	625,192	40,525,305	1.323%	85.77%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 250CM³ RD PET 17G NAT T28SE FARMA(I-S)	584,640	41,109,945	1.237%	87.00%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 500CM³ OV PET 33G NAT T38 FT ASCENDER	497,831	41,607,776	1.054%	88.06%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 375CM³ OV PET35G NAT TGUALA 1/2 AGT	493,053	42,100,829	1.043%	89.10%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 30CM³ RD PET 8G BLA T28 SE FARMA	471,744	42,572,573	0.998%	90.10%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 20CM³ RD PET 8G AMBAR T28 SE	414,656	42,987,229	0.878%	90.98%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 60CM³ RD PET 14G BLA T28 SE	326,994	43,314,223	0.692%	91.67%	20%	INYECTO-SOPLADO
E250CM³RDPET17GAMBT28SE FAR(I-S)10227687	278,945	43,593,168	0.590%	92.26%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 375CM³ OV PET 34G NAT TCTE 1/2AGT CURV	253,080	43,846,248	0.536%	92.80%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 350CM³ OV PET 40G NEG T28 SE 10227699	211,496	44,057,744	0.448%	93.24%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 375CM³ OV PET35G NAT TGUA1/2AGT LG HUI	200,040	44,257,784	0.423%	93.67%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 1000CM³ RD PET 34G NAT T28 CTE BALA	177,840	44,435,624	0.376%	94.04%	20%	INYECTO-SOPLADO

E 361CM³ RD PET 42G NAT TQUALA WHISKEY	171,360	44,606,984	0.363%	94.41%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 375CM³ OV PET34G NAT T28SE 1/2 AGT L.C	148,350	44,755,334	0.314%	94.72%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 200CM³ RD PET 24G NAT T24 SALSAS	141,844	44,897,178	0.300%	95.02%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 60CM³ RD PET8GNAT T18 BALA MASTERPLAST	132,870	45,030,048	0.281%	95.30%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 260CM³ RD PET 24+-1G NAT T24-410	131,904	45,161,952	0.279%	95.58%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 37CM³ RD PET 5.8G NAT TC18MM CAMPANA	131,040	45,292,992	0.277%	95.86%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 3800CM³ RD PET 130G NAT T90 SE	127,281	45,420,273	0.269%	96.13%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 125CM³ RD PET 16G NAT T24 BALA	125,760	45,546,033	0.266%	96.39%	20%	INYECTO-SOPLADO
EI 61CM³ RD PET BALA CARDIOMED	119,524	45,665,557	0.253%	96.65%	20%	INYECTO-SOPLADO
E120CM³ RC PET 17G NEGRO T28 SE 10359855	118,271	45,783,828	0.250%	96.90%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 30CM³ RECT PET 6.5G NAT TC18MM ESTELAR	117,504	45,901,332	0.249%	97.14%	20%	INYECTO-SOPLADO
EI 30CM³ RD PET BALA CARDIOMED	108,157	46,009,489	0.229%	97.37%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 2000CM³ RD PET 90G NAT T90SE CILIND	97,092	46,106,581	0.205%	97.58%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 61CM³ RD PET 10G NAT TC18MM BALA	96,316	46,202,897	0.204%	97.78%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 260CM³ RD PET 24G NEGRO T24-410 BALA	87,984	46,290,881	0.186%	97.97%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 257CM³ CD PET 25G NAT T24/410 PREBEL	87,912	46,378,793	0.186%	98.16%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 765CM³ RD PET 42G NAT TA 28 GUA WHIKY	84,105	46,462,898	0.178%	98.33%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 49CM³ RECT PET 10G NAT TC18MM ESTELAR	72,150	46,535,048	0.153%	98.49%	20%	INYECTO-SOPLADO
E250CM³RECTPET24GNATT24-410CUR 30002049	67,590	46,602,638	0.143%	98.63%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 375CM³ OV PET 34G AMB TCTE 1/2RON CURV	55,080	46,657,718	0.117%	98.75%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 125CM³ RD PET 16G NEGRO T24 BALA	51,600	46,709,318	0.109%	98.85%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 37CM³ RD PET 5.8G BLA TC18MM CAMPANA	50,400	46,759,718	0.107%	98.96%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 40CM³ OV PET 8G NAT TC18MM AGRARIA DIV	42,112	46,801,830	0.089%	99.05%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 120CM³ RC PET 16G AMA T28 SE COLOM	40,936	46,842,766	0.087%	99.14%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 5060CM³ CD PET 90G VER T38SEGP ASA VER	40,094	46,882,860	0.085%	99.22%	20%	INYECTO-SOPLADO
E27CM³ RD PET 6G NAT TC18MM SOL DIVERSAS	39,312	46,922,172	0.083%	99.31%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 90CM³ RD PET 14G AMB T28 SE	36,608	46,958,780	0.077%	99.38%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 33CM³ RECT PET 5G NAT TC18MM RUBI	35,260	46,994,040	0.075%	99.46%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 20CM³ RD PET 8G AZU T28 SE	32,832	47,026,872	0.069%	99.53%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 250CM³ RD PET 17G BCO T28SE FARMA(I-S)	28,320	47,055,192	0.060%	99.59%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 40CM³ RD PET 9G NAT TC18MM COSMOS	25,704	47,080,896	0.054%	99.64%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 150CM³ RD PET 14G NAT T28SE HUELLAS	24,150	47,105,046	0.051%	99.69%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 260CM³ RD PET 24G BLANCO T24-410 BALA	22,752	47,127,798	0.048%	99.74%	20%	INYECTO-SOPLADO
EI 250CM³RC24GRPET T24-415 CURV CLARITY	22,176	47,149,974	0.047%	99.79%	20%	INYECTO-SOPLADO
E27CM³ RD PET 6G BCO TC18MM SOL DIVERSAS	16,380	47,166,354	0.035%	99.82%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 125CM³ RD PET 16G VERDE T24 BALA	15,120	47,181,474	0.032%	99.85%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 270CM³ RD PET 24+-1 NATT24-410 MASTERP	15,096	47,196,570	0.032%	99.89%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 125CM³ RD PET 16G BCO T24 BALA	12,720	47,209,290	0.027%	99.91%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 33CM³ RECT PET 5G BLA TC18MM RUBI	10,320	47,219,610	0.022%	99.93%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 380CM³ OV PET 30G NAT T38 FT GOURMET	10,080	47,229,690	0.021%	99.96%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 5060CM³ CD PET 90G NAT T38SEGP ASA VER	9,456	47,239,146	0.020%	99.98%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 30CM³ RECT PET 7-1.5G NAT TC18MM TV	5,264	47,244,410	0.011%	99.99%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 30CM³ RECT PET 7-1.5G BLA TC18MM TV	5,264	47,249,674	0.011%	100.00%	20%	INYECTO-SOPLADO
E 5060CM³ CD PET 90G NAT T38SEGP ASA BLA	819	47,250,493	0.002%	100.00%	20%	INYECTO-SOPLADO
TOTAL	47,250,493					

Inyector - soplados, el 20% de las referencias son un total de 18 productos, los cuales suman un total de 47.250.493 unidades vendidas y son las referencias a las cuales se les dará el enfoque para el desarrollo de las fases restantes.

Tabla 6 identificación de productos Soplado de preformas

REFERENCIA	UNIDADES VENDIDAS	UNIDADES VENDIDAS ACUMULADAS	% DE PARTICIPACIÓN	% DE PARTICIPACIÓN ACUMULADO	80/20	PROCESO
E 1000CM³ RD PET 28G NAT T28 FRUDEL	2,746,248	2,746,248	22.254%	22.25%	80%	SOPLADO PREFORMA
E 1000CM³ RD PET 30G NAT T28 NACIENTE	1,585,522	4,331,770	12.848%	35.10%	80%	SOPLADO PREFORMA
E500CM³ OV PET22G NAT T28 CON RED10355222	1,501,230	5,833,000	12.165%	47.27%	80%	SOPLADO PREFORMA
EE 283CM³ RD PET NAT 40G JET UNTABLE T63	1,298,657	7,131,657	10.524%	57.79%	80%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ RD PET 22G NAT T28 SE FRUDEL	1,064,320	8,195,977	8.625%	66.42%	80%	SOPLADO PREFORMA
E 600CM³ RD PET 22G NAT T28 NACIENTE	672,112	8,868,089	5.447%	71.86%	80%	SOPLADO PREFORMA
E 250CM³ RD PET 17G NAT T28SE FR	410,160					SOPLADO PREFORMA
E 600CM³ RD PET 22G NAT T28 PETALOIDE	331,590					SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ RD PET 22G NAT T28 SE BALA	329,216	9,197,305	2.668%	74.53%	80%	SOPLADO PREFORMA
E1000CM³ RDPET37G NAT T28SEDIAM NUEVO DISE	243,625				80%	SOPLADO PREFORMA
E 1000CM³ RD PET 37G NAT T28 CTE BALA	205,992	9,403,297	1.669%	76.20%	80%	SOPLADO PREFORMA
E 1000CM³ OVPET 47GNAT T28 PIS 10227677	193,226	9,596,523	1.566%	77.77%	80%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ RD PET 25G NAT T28 SE J LIQUIDO	176,520	9,773,043	1.430%	79.20%	80%	SOPLADO PREFORMA
E 270CM³ OV PET 25G NAT T28 SE BASE COOK	132,990	9,906,033	1.078%	80.27%	80%	SOPLADO PREFORMA
E 155CM³ RD PET 12G NAT T28 SE SIN ESTRI	130,750	10,036,783	1.060%	81.33%	80%	SOPLADO PREFORMA
E 270CM³ OV PET 25G NAT T28 SE TAEQ	130,020	10,166,803	1.054%	82.39%	80%	SOPLADO PREFORMA
E 363CM³ RD PET 19G VER T28SE LA PARCELA	129,556	10,296,359	1.050%	83.44%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 540CM³ OV PET 28G NAT T28 CTE PISTOLA	125,952	10,422,311	1.021%	84.46%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ OV PET 25G NAT T28 CON FROTEX	125,114	10,547,425	1.014%	85.47%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 250CM³ RD PET 17G NAT T28SE BALA	101,574	10,648,999	0.823%	86.29%	20%	SOPLADO PREFORMA
EI 125CM³ RD PET BALA NAT CARDIOMED	95,041	10,744,040	0.770%	87.07%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ OV PET 28GNAT T28CTE 276320	88,973	10,833,013	0.721%	87.79%	20%	SOPLADO PREFORMA
EE 500CM³ CD PET 22GR NAT T28 SE AMANZI	79,428	10,912,441	0.644%	88.43%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ RD PET 19G NAT T28 SE 4ESTRIAS	75,392	10,987,833	0.611%	89.04%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 350CM³ OV PET 19G NAT T28 SALSA	70,848	11,058,681	0.574%	89.61%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 750CM³ RD PET 22G VER T28SE LA PARCELA	68,136	11,126,817	0.552%	90.17%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 1000CM³ RD PET 37G NAT T28 ESTRIAS ASC	64,080	11,190,897	0.519%	90.69%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 350CM³ OV PET 22G NAT T28 SALSA	63,288	11,254,185	0.513%	91.20%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 260CM³ RD PET 17G NAT T28 PETALOIDE	55,968	11,310,153	0.454%	91.65%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ RD PET 25G NAT T28 SE DIAMANTE	51,414	11,361,567	0.417%	92.07%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 120CM³ RD PET 16+ 1G AMBAR T28 SE	50,220	11,411,787	0.407%	92.48%	20%	SOPLADO PREFORMA
E1000CM³ OV PET 37G NAT T28 CON REDISEÑO	49,560	11,461,347	0.402%	92.88%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 375CM³ OV PET 28G NAT T28 SE	47,754	11,509,101	0.387%	93.26%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 350CM³ RD PET 17G NAT T28 SE TÈ	47,466	11,556,567	0.385%	93.65%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 120CM³ RD PET 17G NAT T28 SE BALA	45,520	11,602,087	0.369%	94.02%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 1000CM³ RD PET 25G NAT T28 SE 4 ESTRIA	44,580	11,646,667	0.361%	94.38%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 1490CM³ CD PET 37G NAT T28 SE	38,880	11,685,547	0.315%	94.69%	20%	SOPLADO PREFORMA
E1000CM³ OV PET 37G NAT T28 PIST	38,384	11,723,931	0.311%	95.01%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 300CM³ RD PET 17G NAT T28 SE J.LIQUIDO	37,848	11,761,779	0.307%	95.31%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 120CM³ RD PET 22G NAT T28 SE BALA	35,040	11,796,819	0.284%	95.60%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ RD PET 25G NAT T28SE FARMA	34,848	11,831,667	0.282%	95.88%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ RD PET 22G NAT T28 SE 4ESTRIAS	33,792	11,865,459	0.274%	96.15%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 520CM³ OV PET 25G NAT T28 CTE 30002050	33,330	11,898,789	0.270%	96.42%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 1000CM³ RD PET37G NAT T28 SE J LIQUIDO	32,660	11,931,449	0.265%	96.69%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 120CM³ RD PET 19G NAT T28 SE BALA	30,000	11,961,449	0.243%	96.93%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ OVPET25GNATT28 JAB LIQ.30001101	29,248	11,990,697	0.237%	97.17%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ RD PET 28G NAT T28SE FARMA	29,246	12,019,943	0.237%	97.40%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 1000CM³ RD PET 37G NAT T28 SE DIAMANT	29,085	12,049,028	0.236%	97.64%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 1000CM³ OV PET 37G NAT T28 CON FROTEX	27.377	12.076.405	0.222%	97.86%	20%	SOPLADO PREFORMA

E 1000CM³ RD PET 37G NAT T28 ESTRIAS	18,096	12,199,753	0.147%	98.86%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 1000CM³ RD PET 47G NAT T28 CTE BALA	17,676	12,217,429	0.143%	99.00%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 375CM³ RD PET 25G NAT T28SE FARMA	17,052	12,234,481	0.138%	99.14%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 490CM³ RD PET 25G NAT T28 SE J LIQUIDO	12,720	12,247,201	0.103%	99.25%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 340CM³ OV PET 28G NAT T28 CTE PISTOLA	9,072	12,256,273	0.074%	99.32%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ RD PET 19G NAT T28 SE HUELLAS	8,576	12,264,849	0.069%	99.39%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 250CM³ RD PET 25G NAT T28 SE BALA	8,208	12,273,057	0.067%	99.46%	20%	SOPLADO PREFORMA
E1000CM³ OV PET 37G NAT T28 JABON LIQ.	8,085	12,281,142	0.066%	99.52%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 750CM³ RD PET 42G VER T28 SE VINO	8,010	12,289,152	0.065%	99.59%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 300CM³ CD PET 17G NAT T28MM SE	6,160	12,295,312	0.050%	99.64%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 250CM³ RD PET 19G NAT T28 SE FARMA	5,760	12,301,072	0.047%	99.68%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 90CM³ RD PET 14G BLA T28 SE	5,280	12,306,352	0.043%	99.73%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 788CM³ RD PET 37G NAT T28SE FARMA	5,200	12,311,552	0.042%	99.77%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ RD PET 22G NAT T28 SE HUELLAS	5,120	12,316,672	0.041%	99.81%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 750CM³ RD PET 37G NAT T28 SE VINO	5,040	12,321,712	0.041%	99.85%	20%	SOPLADO PREFORMA
E500CM³ RD PET19G AZUT28SE CASCA PETALOI	4,410	12,326,122	0.036%	99.89%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 1000CM³ RD PET47G NAT T28 SE J LIQUIDO	3,685	12,329,807	0.030%	99.92%	20%	SOPLADO PREFORMA
E200CM³ OVPET 25GNAT T28RL ARGOLL REFILAD	3,080	12,332,887	0.025%	99.94%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 510CM³ OV PET 28G NAT T28 RL C.NUEVO PQD	3,000	12,335,887	0.024%	99.96%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 800CM³ RD PET25G NAT T28RL LISO REFILAD	2,730	12,338,617	0.022%	99.99%	20%	SOPLADO PREFORMA
E 500CM³ RD PET 37G NAT T28SE FARMA	1,632	12,340,249	0.013%	100.00%	80%	SOPLADO PREFORMA
TOTAL	12,340,249					

Las referencias resaltadas en color amarillo, no se tiene en cuenta debido a que la negociación de estos productos decayó en la empresa, sin embargo se conservan en el diagrama. Como resultado se tiene que el 20% de las referencias son un total de 11 productos, los cuales suman un total de 12.340.249 de unidades vendidas y son las referencias a las cuales se les dará el enfoque para el desarrollo de las fases restantes.

Fase 2

Análisis de referencias

Esta fase permite conocer detalladamente los productos, el sector al cual pertenecen y su demanda, obteniendo como resultado un amplio conocimiento que facilitara la elección del pronóstico.

De acuerdo al resultado obtenido en el diagrama de Pareto de ambos procesos, son 30 referencias a intervenir de las cuales se clasifican en los siguientes sectores económicos:

Tabla 7 Análisis de referencia

REFERENCIA	PROCESO	SECTOR
E 90CM ³ RD PET 14G NAT T28 SE	INYECTO - SOPLADO	FARMACEUTICO
E 60CM ³ RD PET 10G NAT T28 SE	INYECTO - SOPLADO	
E 120CM ³ RD PET 16+-1G BLA T28 SE	INYECTO - SOPLADO	
E 100CM ³ RD PET 17GR BLA TA 28 SE	INYECTO - SOPLADO	
E 60CM ³ RD PET 14G NAT T28 SE	INYECTO - SOPLADO	
E 120CM ³ RD PET 15G BLA T28 SE	INYECTO - SOPLADO	
E 120CM ³ RD PET 15G NAT T28 SE	INYECTO - SOPLADO	
E 120CM ³ RD PET 15G AMB T28 SE	INYECTO - SOPLADO	
E 60CM ³ RD PET 10G NAT T28 PEGA	INYECTO - SOPLADO	QUIMICO
E 120CM ³ RD PET 14G NAT T28 SE PEGA	INYECTO - SOPLADO	
E510CM ³ OV PET34G NAT T28 CTE PROQUIDENT	INYECTO - SOPLADO	HIGIENE BUCAL
E 250CM ³ OV PET 30G NAT T38 FT ASCENDER	INYECTO - SOPLADO	ALIMENTOS
E 170CM ³ RD PET 16G NAT T24-410 SALSA	INYECTO - SOPLADO	
E1000CM ³ OV PET 52G NAT T38 FT ASCENDER	INYECTO - SOPLADO	
E 1000CM ³ RD PET 28G NAT T28 FRUDEL	SOPLADO PREFORMA	
E 1000CM ³ RD PET 30G NAT T28 NACIENTE	SOPLADO PREFORMA	
E 270CM ³ OV PET 25G NAT T28 SE BASE COOK	SOPLADO PREFORMA	
EE 283CM ³ RD PET NAT 40G JET UNTABLE T63	SOPLADO PREFORMA	
E 500CM ³ RD PET 22G NAT T28 SE FRUDEL	SOPLADO PREFORMA	
E 600CM ³ RD PET 22G NAT T28 NACIENTE	SOPLADO PREFORMA	
E 30CM ³ RD PET 5+-1G NAT TC18MM BALA	INYECTO - SOPLADO	
E 30CM ³ RD PET 17G NAT TCTE SERUM	INYECTO - SOPLADO	
E 30CM ³ RD PET 8G NAT T28 SE	INYECTO - SOPLADO	VARIOS
E 20CM ³ RD PET 8G NAT T28 SE	INYECTO - SOPLADO	
E 500CM ³ RD PET 22G NAT T28 SE BALA	SOPLADO PREFORMA	
E 1000CM ³ RD PET 37G NAT T28 CTE BALA	SOPLADO PREFORMA	
E500CM ³ OV PET22G NAT T28 CON RED10355222	SOPLADO PREFORMA	LINEA DE HOGAR
E 1000CM ³ OVPET 47GNAT T28 PIS 10227677	SOPLADO PREFORMA	
E 500CM ³ RD PET 25G NAT T28 SE J LIQUIDO	SOPLADO PREFORMA	

Para el tipo de patrón de demanda de acuerdo a los resultados de las gráficas, los autores realizan la siguiente tabla que sirve como guía para la identificación:

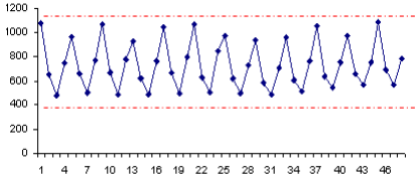
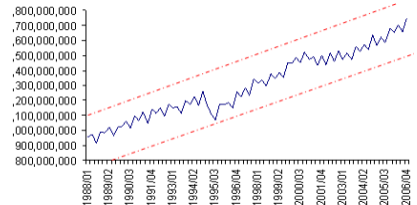
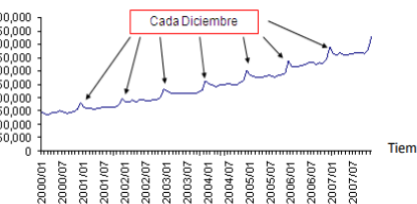
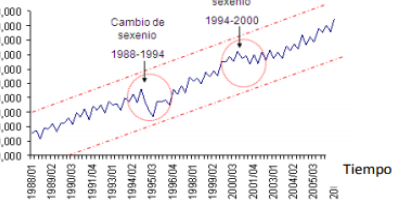
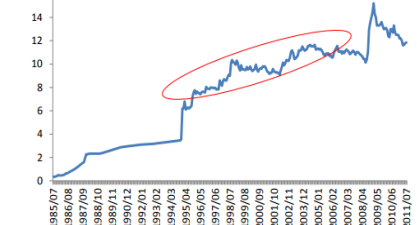
PATRON DE DEMANDA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE GRAFICA
Horizontal	Cuando los valores de una variable oscilan a través del tiempo alrededor de un nivel constante o medio	
Tendencia	existe cuando las series crecen o decrecen consistentemente sobre un largo periodo de tiempo.	
Estacional	factores que se repiten en la misma temporada del año	
Cíclico	un crecimiento o decrecimiento constante cada cierto tiempo (tres años o más)	
Variación irregular	Son cambios en la serie de corto plazo que por su aleatoriedad son difíciles modelarlos matemáticamente y por consecuencia no se proyectan al futuro para realizar pronósticos.	

Ilustración 15 Patrón de demanda

Sector farmacéutico

Según las ventas de esta empresa, de manera general para los productos identificados en el sector farmacéutico, este ha sido el comportamiento de su demanda en los últimos dos años, desde oct del 2015 hasta oct del 2017:

PERIODO	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16
CANTIDAD VENDIDA OCT 2015-OCT 2016	2227676	1801582	1158012	1922500	2276778	1964558	670296	1067917	1663506	1045982	1916025	1666328	1905178
PERIODO	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17
CANTIDAD VENDIDA OCT 2016-OCT 2017	1905178	1753564	1616032	1288538	1457420	1737807	1030226	1549652	1967642	1662998	1766980	2343962	1906546

Tabla 8 Historico de las cantidades vendidas mes a mes sector farmacéutico

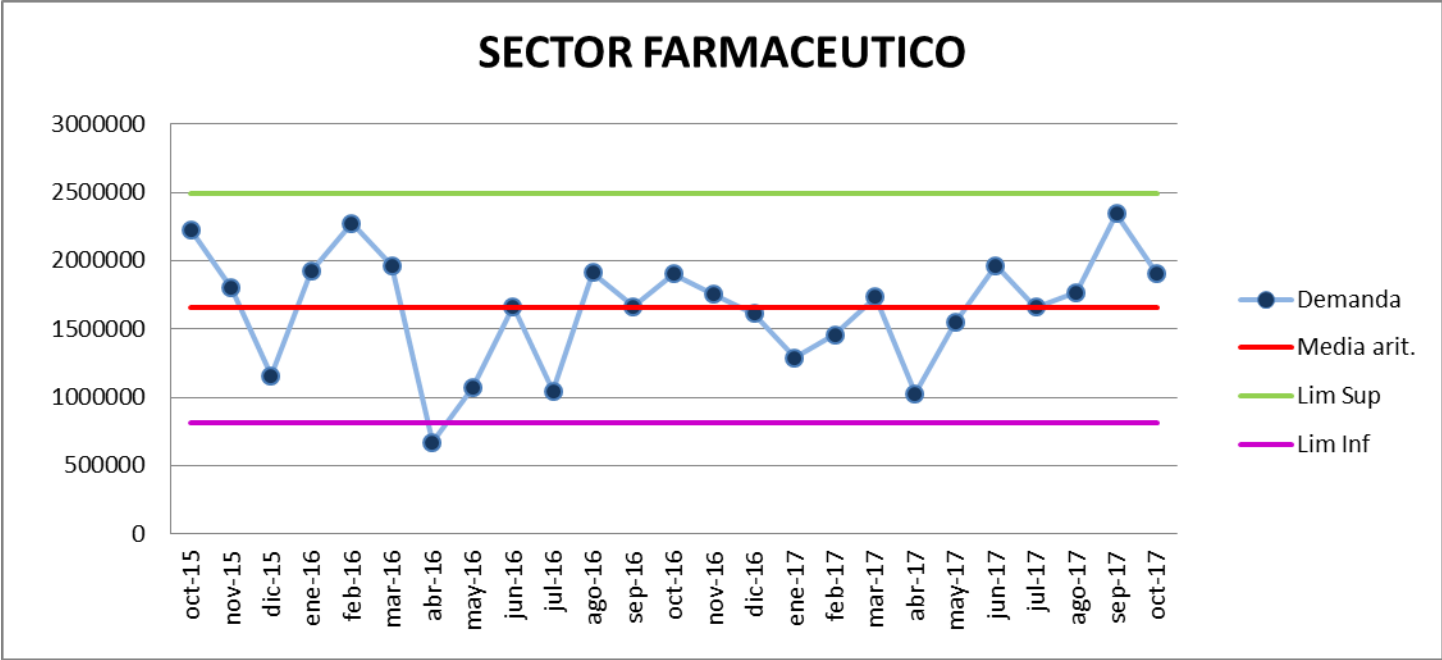
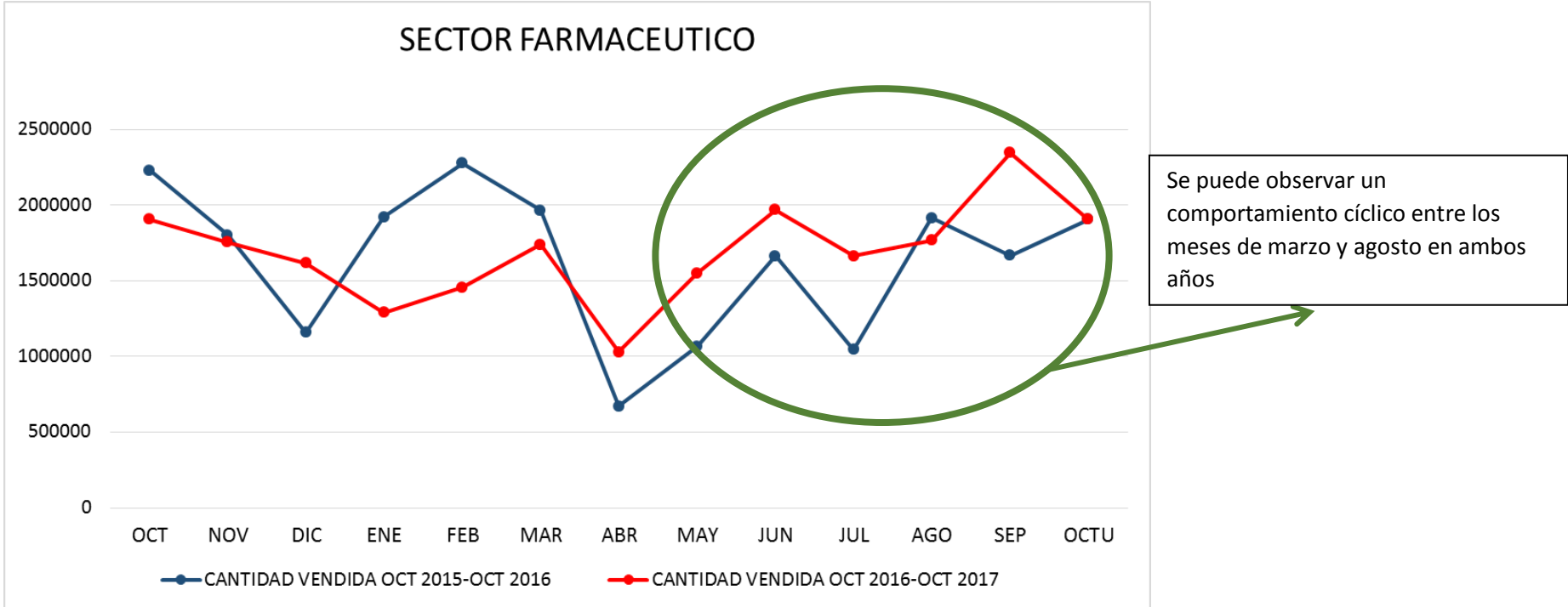


Ilustración 16 Diagramas sector farmacéutico



Análisis del sector farmacéutico

La industria farmacéutica en Colombia, está conformada por empresas nacionales, que poseen el 67% del mercado nacional y de laboratorios o filiales internacionales que abarcan el porcentaje restante. No obstante estas industrias extranjeras han desarrollado estrategias de producción y distribución, que les ha permitido llegar a regiones donde la presencia de la industria era mínima, provocando una mayor actividad productiva en el país. De acuerdo a la ubicación geográfica, los laboratorios farmacéuticos se encuentran principalmente en Bogotá, (64,7%) seguido por Cali (9,6%), Medellín (8,4%) y Barranquilla (6,1%) (ProColombia, 2009).

Los medicamentos pueden ser de venta libre y de venta bajo fórmula médica. La demanda de estos es generada tanto por los mismos pacientes, como por los médicos, quienes dependiendo del caso, pueden contribuir a aumentar o disminuir la demanda de algún medicamento o marca específica.

Sin embargo, la demanda de un medicamento también puede estar determinada por el precio del mismo y por el nivel de ingreso. Para algunos pacientes, un medicamento puede considerarse un Bien Normal, es decir, que este aumentará su compra cuando el precio baje o cuando su ingreso aumente.

Para otros pacientes, un medicamento puede ser un Bien Inferior (usualmente los genéricos); es decir que a medida que el ingreso del paciente aumente, este disminuirá su demanda, ya que podrá acceder a medicamentos de mejor calidad a pesar de ser más caros.

Por lo anterior, no se puede concluir si los medicamentos tienen algún tipo de estacionalidad o aumento de compra por varios consumidores en un determinado periodo del año, pues esto es relativo a los ingresos de los pacientes que requieren medicamentos, sin embargo como se puede observar en la gráfica, se presenta un patrón de demanda cíclico, si se observa, entre los meses marzo y agosto, el comportamiento de la demanda es similar.

Análisis estadístico:

PERIODO	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16
CANTIDAD VENDIDA OCT 2015-OCT 2016	522684	421920	289440	198756	323568	210528	281772	205020	230544	291132	304524	240630	269712
PERIODO	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17
CANTIDAD VENDIDA OCT 2016-OCT 2017	269712	376596	252396	432468	279180	301104	199944	262908	381132	215064	354348	268704	256608

MEDIA ARITMETICA	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	LIM SUPE	LIM INF	PATRON DE DEMANDA
1691273	327445	0,19	2346162	1036383	CICLICO

Con respecto a la desviación estándar, son unidades relativamente bajas (327.445 unidades) para el promedio de unidades que se vende mensuales (1.691.273), lo que significa una variación de un 19% que esta entre 2.346.162 y 1.036.383.

Sector químico

Según las ventas de esta empresa, de manera general para los productos identificados en el sector químico, este ha sido el comportamiento de su demanda en los últimos dos años, desde oct del 2015 hasta oct del 2017:

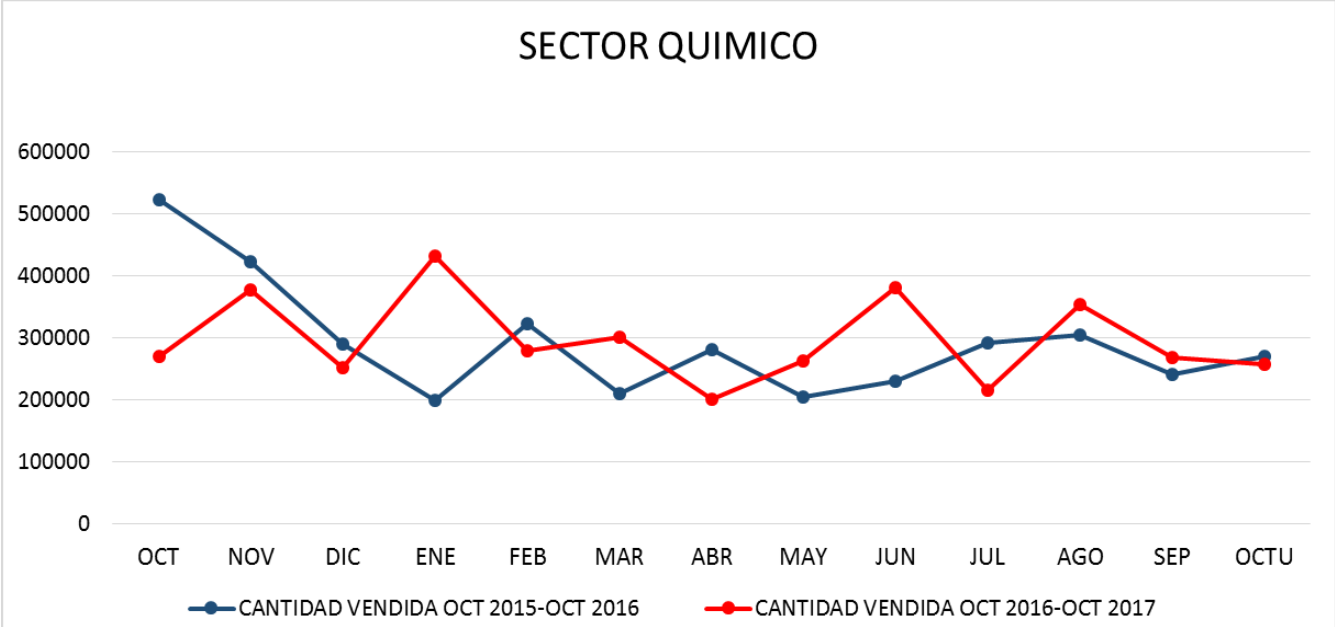
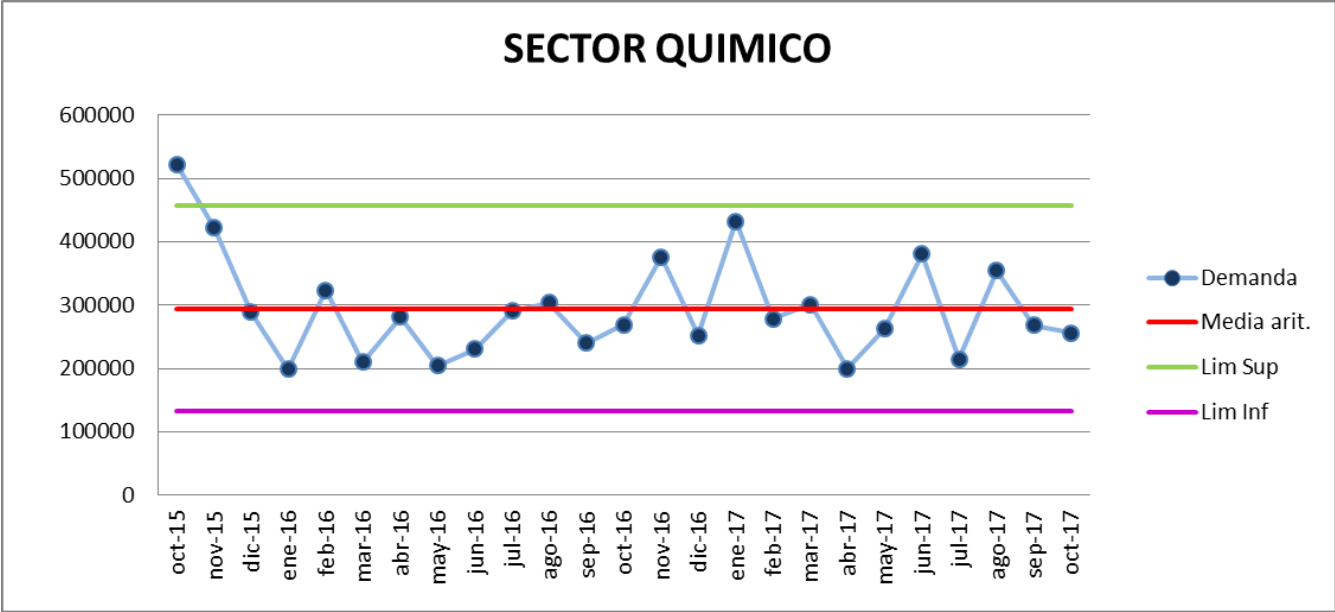


Ilustración 17 Diagramas sector químico

Análisis del sector químico

Los envases que vende la compañía para el sector químico y que están dentro de la identificación del diagrama de Pareto son los envases de 60CM³ color natural con boca de 28 mm y envase de 120CM³ natural con boca de 28 mm que se venden principalmente para envasar pegamentos como el sacol que son de uso industrial como insumo de la fabricación de calzados, también el uso de pegamentos está relacionado al consumo de la misma a través de la inhalación para efectos alucinógenos, por tal razón e en este último caso se considera un tipo de demanda malsana.

No existe una temporada o periodo específico del año en el que aumente la compra de los pegamentos, sin embargo por ser un insumo que se utiliza para la fabricación de calzado, su consumo puede aumentar por las temporadas de octubre y noviembre respectivamente, ya que son los dos meses anteriores al mes de diciembre que es el mes de temporada para calzado.

Análisis estadístico:

MEDIA ARITMETICA	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	LIM SUPERIOR	LIM INFERIOR	PATRON DE DEMANDA
296166	69427	0,23	435021	157312	HORIZONTAL

Se determinó un patrón de demanda horizontal ya que como se puede observar en el resultado de la gráfica, solo hay un mes en el que la demanda se sale del límite superior que es en el mes de octubre del 2015, el resto de los 24 meses oscilan tanto por encima como por debajo del promedio que son 296.166 unidades al mes.

Sector de la higiene bucal

Según las ventas de esta empresa, de manera general para los productos identificados en el sector de la higiene bucal, este ha sido el comportamiento de su demanda en los últimos dos años, desde oct del 2015 hasta oct del 2017:

Tabla 9 Análisis de las cantidades vendidas mes a mes sector higiene bucal

PERIODO	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16
CANTIDAD VENDIDA OCT 2015-OCT 2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30000	100320	96431
PERIODO	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17
CANTIDAD VENDIDA OCT 2016-OCT 2017	96431	119057	140160	94440	116760	151200	144960	94057	118440	149080	157714	177489	61378

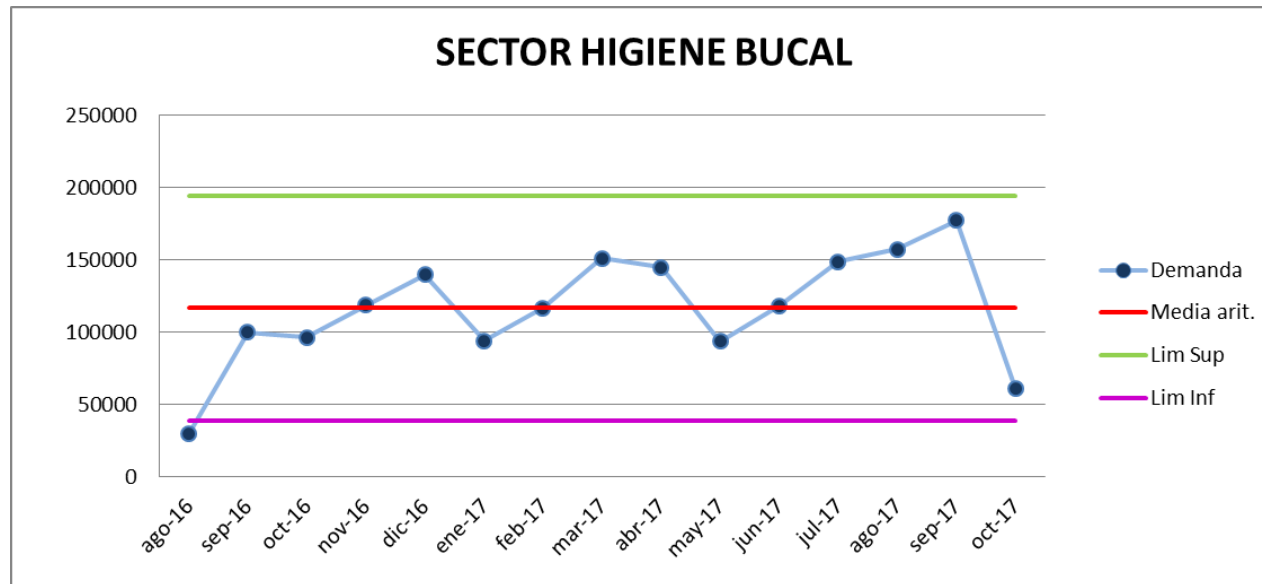
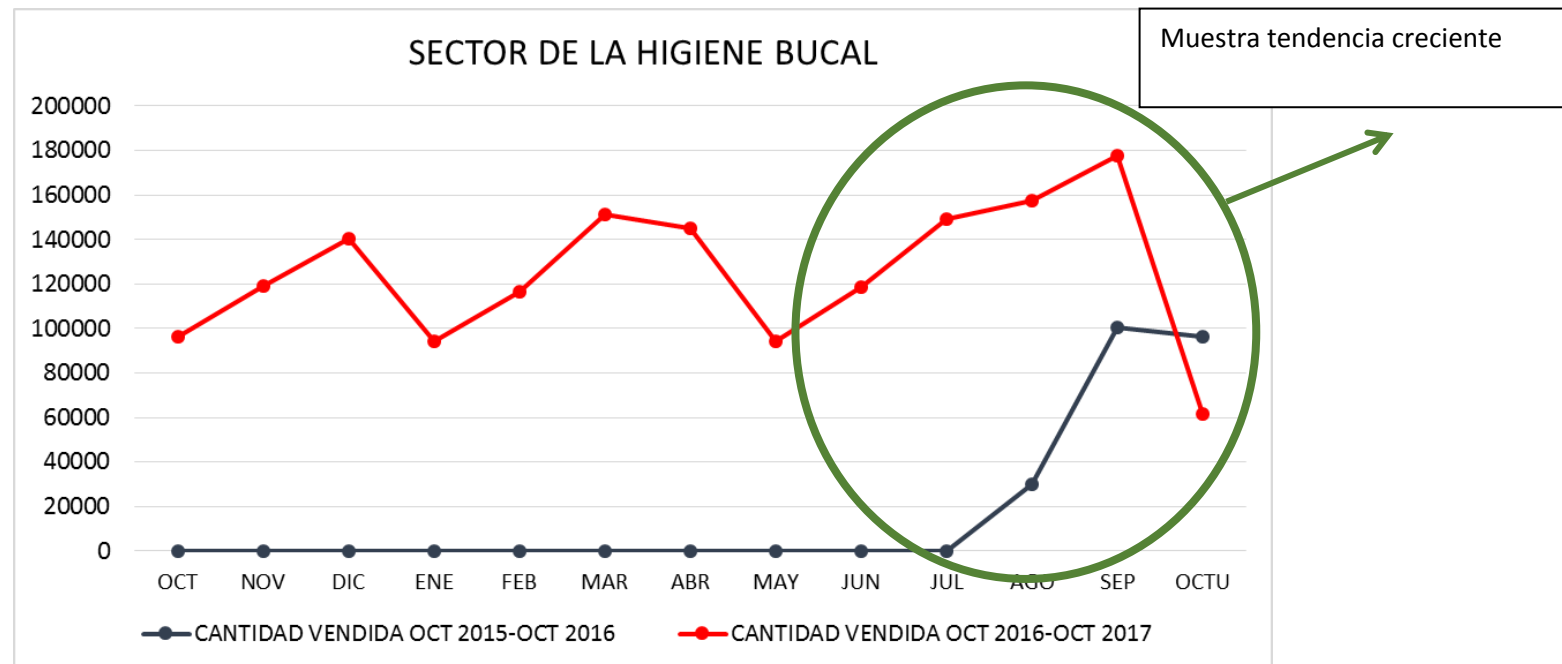


Ilustración 18 Diagramas sector higiene bucal



Análisis del sector de la higiene bucal:

En este caso en particular, solo es un producto y empezó a fabricarse en la empresa en el mes de agosto del 2016, se trata del envase de 510CM³ de color natural ovalado que se vende para envasar enjuagues bucales los cuales suelen usarse para mantener la higiene bucal, después del cepillado de dientes, para eliminar las bacterias y microorganismos causantes de caries y eliminar el aliento desagradable.

Curiosamente si se detalla el comportamiento de esta demanda en la gráfica, se puede identificar que tiene un comportamiento estacionario, es decir, cada cinco meses su venta decae y los meses siguientes reactiva su venta mostrando tendencia creciente.

En el mes de octubre del 2017, este envase tuvo una caída bastante notoria, una de las causas fueron las reclamaciones por temas de calidad, sin embargo según el comportamiento de la gráfica, en este mes decaían las ventas

Análisis estadístico:

MEDIA ARITMETICA	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	LIM SUPERIOR	LIM INFERIOR	PATRON DE DEMANDA
124705	32430	0,26	189565	59846	ESTACIONAL Y CON TENDECIA CRECIENTE

Este producto tiene un promedio de consumo mensual de 124.705 unidades, con una variación de 32.430 unidades lo que representa un 26 % y con un límite superior de 189.565 unidades y un límite inferior de 59.846 unidades.

Sector de alimentos

Según las ventas de esta empresa, de manera general para los productos identificados en el sector de alimentos, este ha sido el comportamiento de su demanda en los últimos dos años, desde oct del 2015 hasta oct del 2017:

Tabla 10 Historico de las cantidades vendidas mes a mes sector alimentos

PERIODO	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16
CANTIDAD VENDIDA OCT 2015-OCT 2016	439119	409759	446395	656375	641600	516969	535350	356243	365018	521862	856744	630192	560163
PERIODO	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17
CANTIDAD VENDIDA OCT 2016-OCT 2017	560163	576222	496423	600803	709786	827743	643080	814241	852733	734372	1096330	1668469	1184107

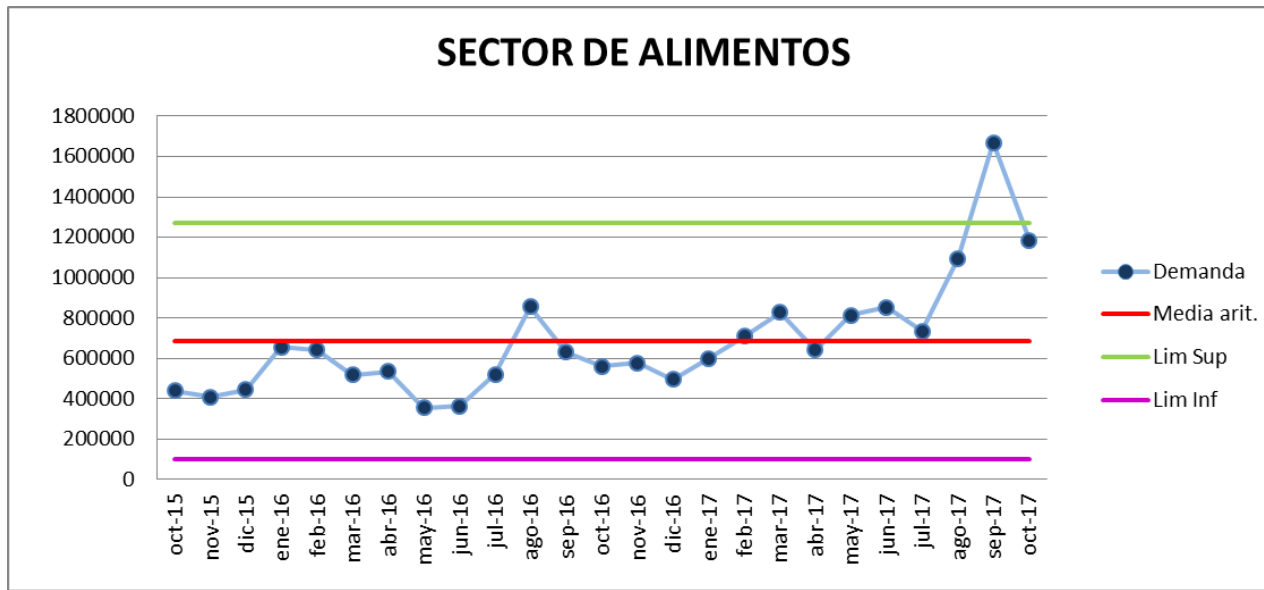
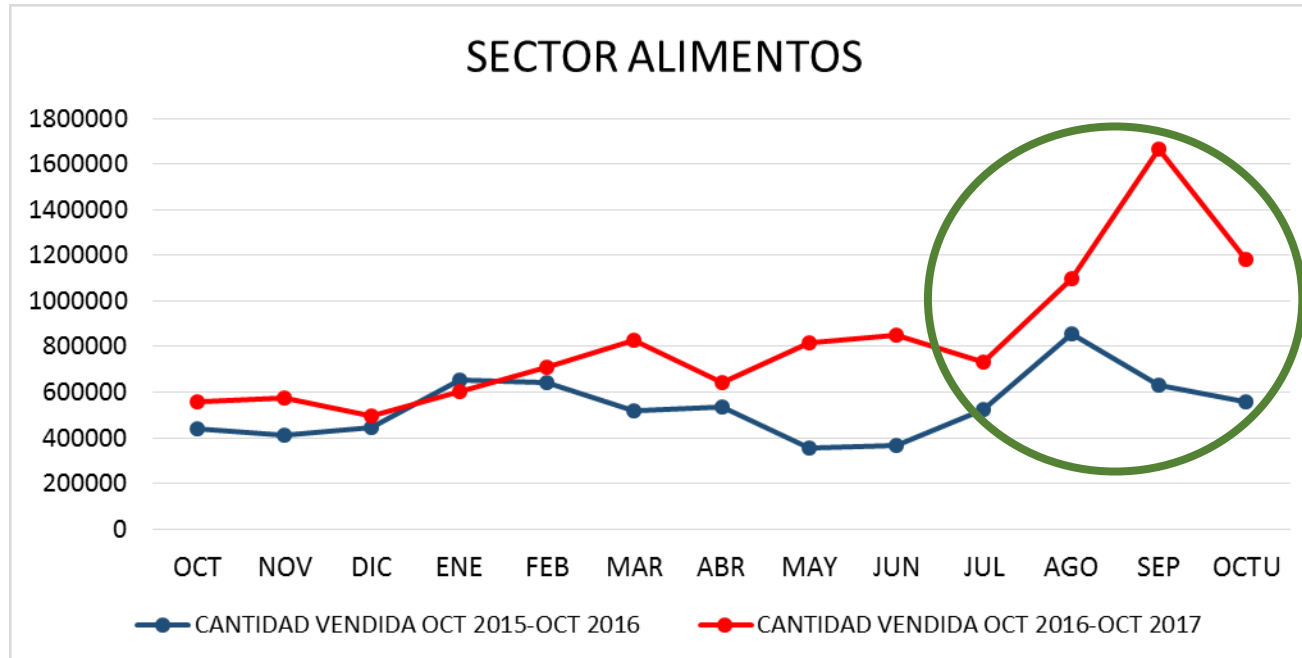


Ilustración 19 Diagramas sector alimento



Se ve una estacionalidad en ambos años

Análisis del sector de alimentos:

Los envases que vende la empresa para el sector de alimentos son para envasar básicamente 3 productos que son aguas, jugos y salsas.

Las salsas y aderezos son utilizados generalmente como acompañamiento de ensaladas, rellenos y aderezos complementarios para diversos alimentos, suelen emplearse más comúnmente en la venta de comidas rápidas y barbacoas para las fiestas especiales como celebraciones familiares y navideñas.

Las aguas y los jugos son bebidas refrescantes que se consumen en temporadas en las que la temperatura aumenta, por ejemplo en meses cuando los niños están de vacaciones, cobran importancia los refrescos grandes y sobre todo en hogares con adolescentes por lo que se consume más de esta categoría. El agua embotellada no sólo crece en tamaños grandes, sino que las botellas chicas también incrementan sus ventas gracias a que se llevan fuera del hogar.

Análisis estadístico:

MEDIA ARITMETICA	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	LIM SUPERIOR	LIM INFERIOR	PATRON DE DEMANDA
828036	323989	0,39	1476015	180058	HORIZONTAL CON ESTACIONALIDAD

El patrón de demanda que se identifica en la gráfica es horizontal por la nivelación continua de las ventas entre los meses octubre hasta junio, más sin embargo si se observa entre los meses de Julio y octubre hay un pico alto en las ventas, por lo que también se ve una estacionalidad entre estos meses del año, y se observa que en el año 2017, el pico aumenta a un nivel muy grande, tanto que supera muy por encima el límite superior en el mes de septiembre.

El promedio de las ventas es de 828.036 unidades al mes, más sin embargo su variación está en un 39%, un dato muy elevado que se altera por la suba de las ventas en el mes de septiembre, causando también una distorsión en los límites superiores e inferiores que se encuentran demasiado lejanos entre sí, teniendo en el límite superior una cantidad de unidades de 1.476.015 y el límite inferior una cantidad de 180.058

Sector cosmético

Según las ventas de esta empresa, de manera general para los productos identificados en el sector de cosméticos, este ha sido el comportamiento de su demanda en los últimos dos años, desde oct del 2015 hasta oct del 2017:

Tabla 11 Historico de las cantidades vendidas mes a mes sector cosmético

PERIODO	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16
CANTIDAD VENDIDA OCT 2015-OCT 2016	58320	112995	134865	76545	49815	100845	36450	97200	68040	78975	163710	496278	233352
PERIODO	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17
CANTIDAD VENDIDA OCT 2016-OCT 2017	233352	319572	191619	191772	246375	296226	268551	171900	420003	214857	291357	208305	288051

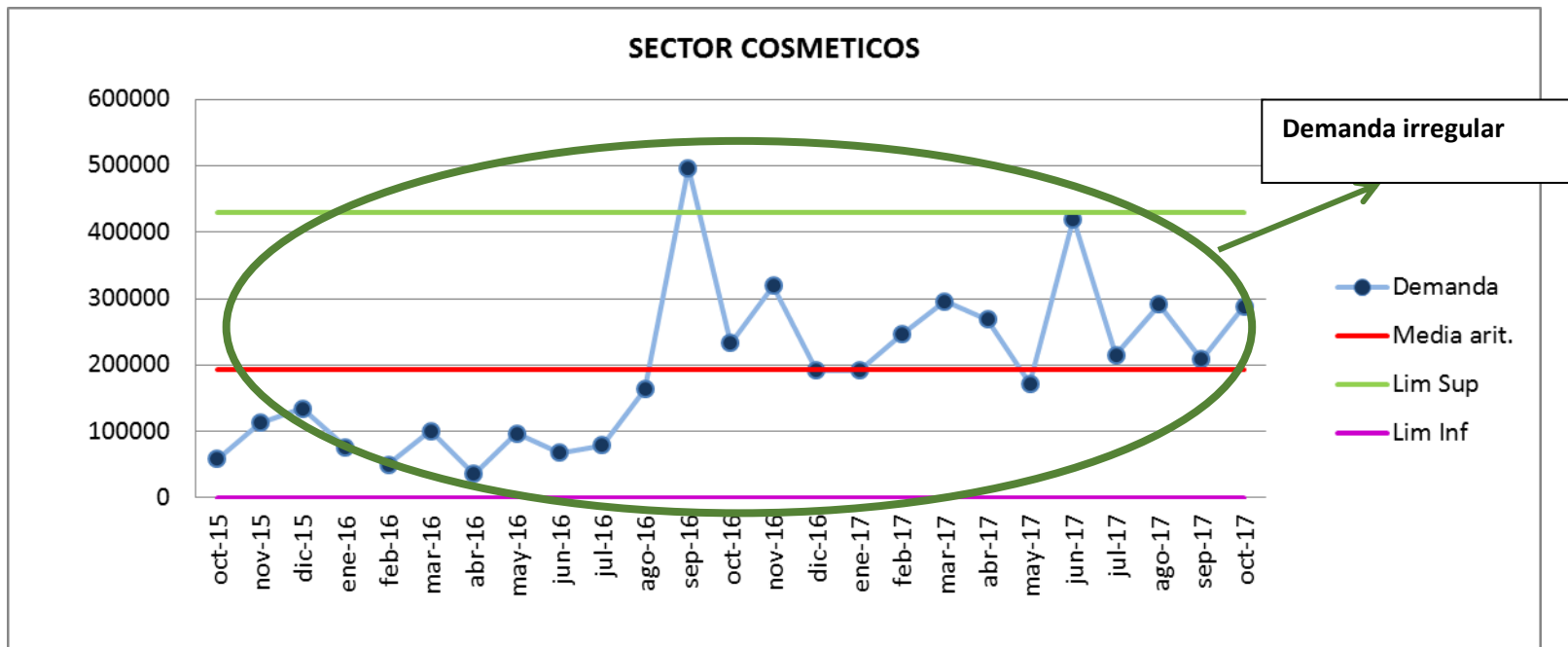
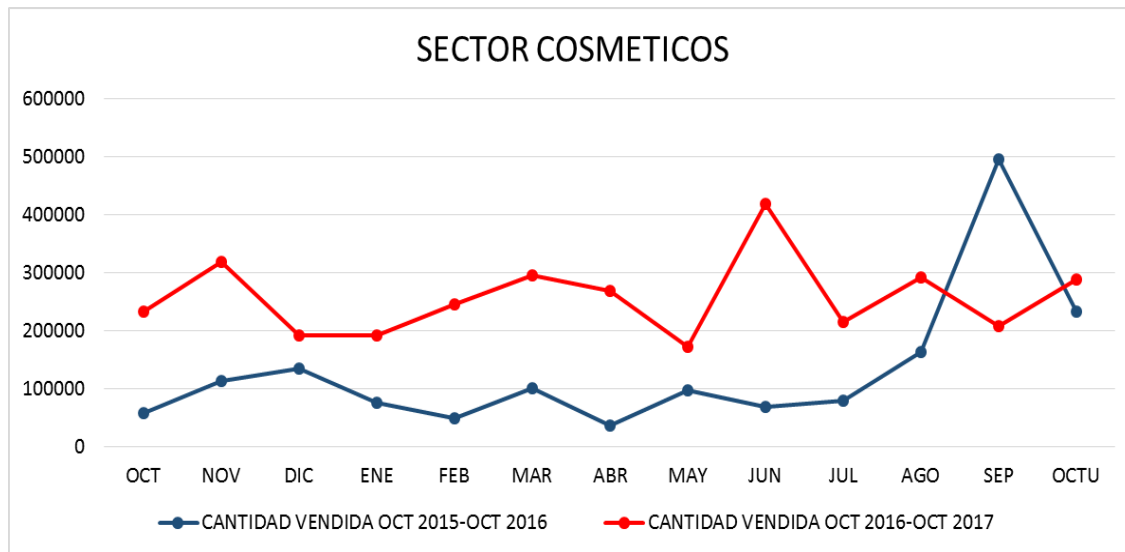


Ilustración 20 Diagrama sector cosméticos



Análisis del sector cosmético:

Los productos a envasar en estos envases son para muestras de lociones (Env de 30 bala) y restauradores de las puntas del cabello (Env de 30 serum).

De por si el sector cosméticos está dirigido al género femenino en especial los productos restauradores de cabello que suelen consumirse más en épocas de vacaciones. Los envases para las muestras de lociones se venden a clientes varios y va dirigido tanto al género femenino como masculino. En general son productos que tienen una demanda constante pero incierta.

Para la empresa, en estos envases se está viendo un crecimiento en la exportación para países como Ecuador y Panamá.

Análisis estadístico:

MEDIA ARITMETICA	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	LIM SUPERIOR	LIM INFERIOR	PATRON DE DEMANDA
257072	67634	0,26	392341	121804	IRREGULAR

El patrón de demanda de este sector se clasifica como irregular ya que presenta cambios en toda la serie de tiempo, con picos altos, bajos y constantes por lo que es una demanda difícil de predecir y determinar un tipo de pronósticos.

En promedio el consumo mensual es de 257.072 unidades y una variación de 67.634 unidades con un 26% de variación respectivamente en el último año.

Sector línea de hogar

Según las ventas de esta empresa, de manera general para los productos identificados en el sector de línea de hogar, este ha sido el comportamiento de su demanda en los últimos dos años, desde oct del 2015 hasta oct del 2017:

Tabla 12 Historico de las unidades vendidas mes a mes sector línea de hogar

PERIODO	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16
CANTIDAD VENDIDA OCT 2015-OCT 2016	23209	22495	12535	8466	31109	6692	29576	7296	14388	13435	84336	188332	62462
PERIODO	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17
CANTIDAD VENDIDA OCT 2016-OCT 2017	62462	133076	151851	98527	166113	190072	190245	186617	136408	148393	169314	149608	187870

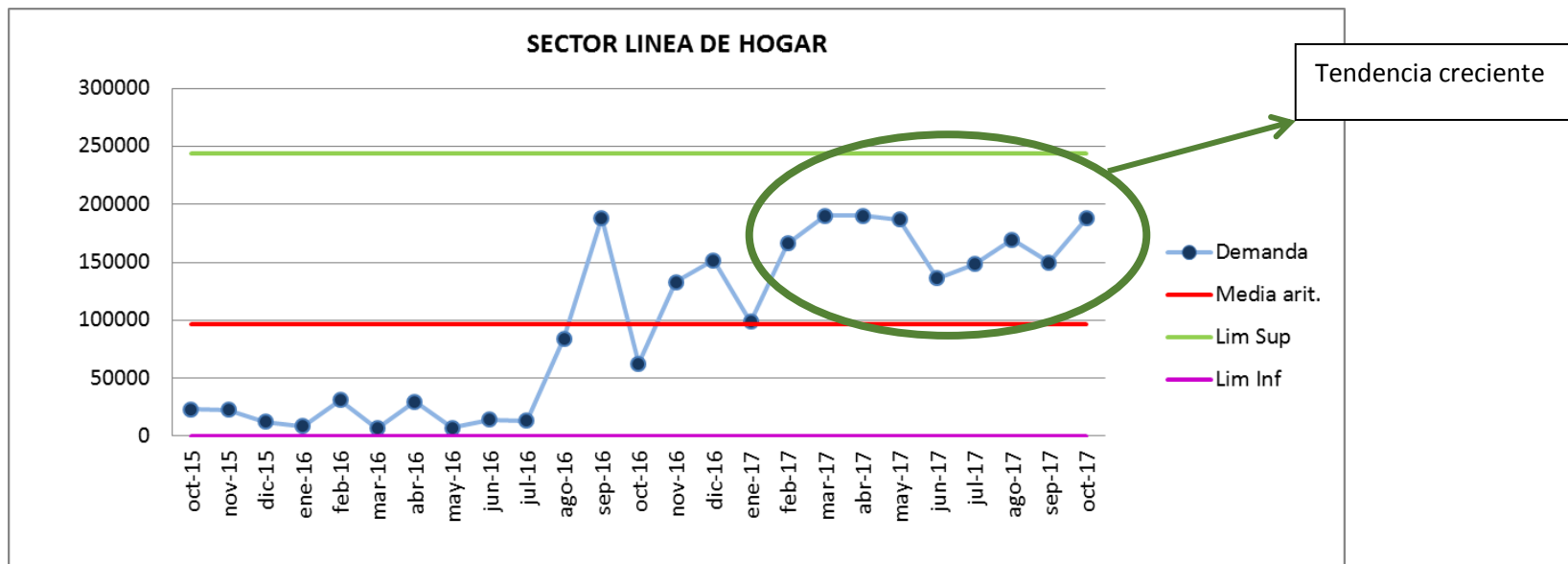
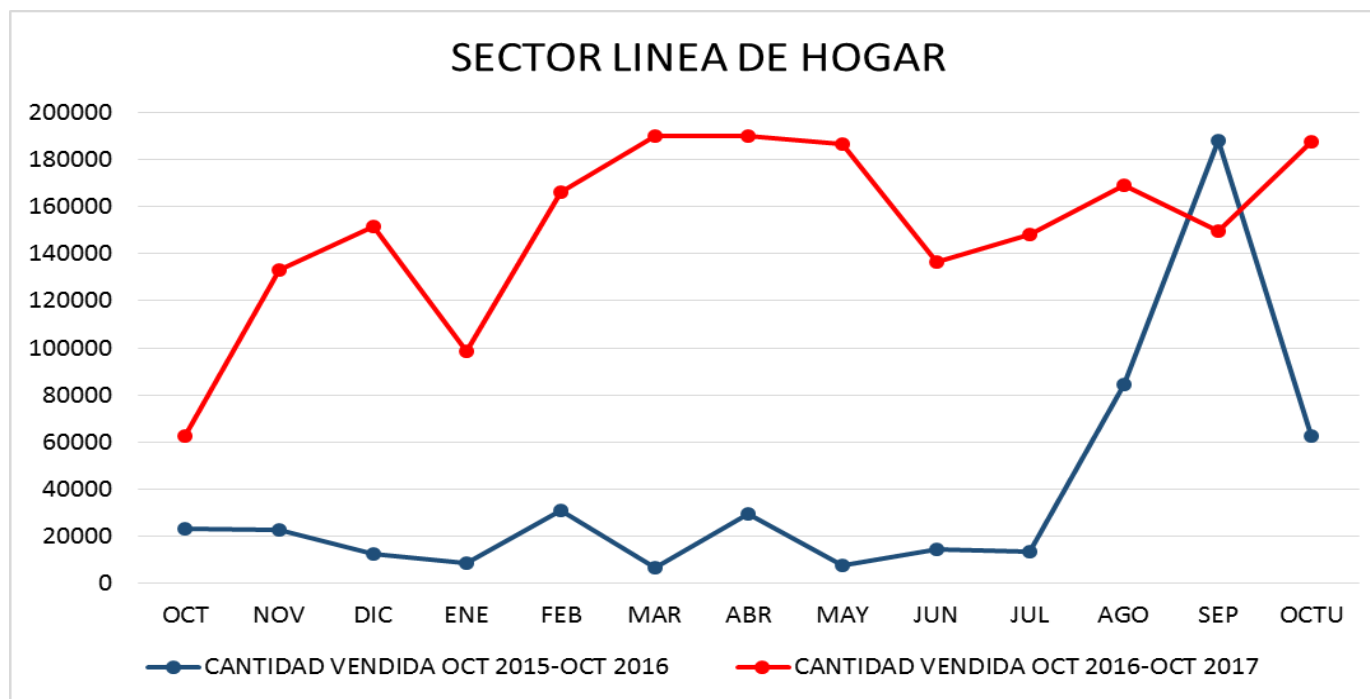


Ilustración 21 Diagramas sector línea de hogar



Análisis del sector línea de hogar:

Los envases destinados para la venta en este sector, se utilizan para envasar sustancias químicas para la limpieza y el aseo del hogar tales como desinfectantes y aromatizantes.

Son productos de consumo diario en los hogares por lo que su demanda es constante, más sin embargo es de considerarse que en épocas de invierno puede aumentar su consumo debido a la suciedad que se pueda generar.

Análisis estadístico:

MEDIA ARITMETICA	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	LIM SUPERIOR	LIM INFERIOR	PATRON DE DEMANDA
151581	38068	0,25	227718	75445	TENDENCIA CRECIENTE

Se determina un patrón de demanda de tendencia creciente, ya que como se puede observar, a partir del mes de febrero del año 2017, la demanda está en constante crecimiento, siempre se está por encima del límite inferior y de la media aritmética

Sectores varios

Según las ventas de esta empresa, de manera general para los productos identificados en el sector varios, este ha sido el comportamiento de su demanda en los últimos dos años, desde oct del 2015 hasta oct del 2017:

PERIODO	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16
CANTIDAD VENDIDA OCT 2015-OCT 2016	483768	389808	391796	250724	533104	373136	419076	403144	413724	288608	396248	499824	358216
PERIODO	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17
CANTIDAD VENDIDA OCT 2016-OCT 2017	358216	358388	379740	347356	469068	359016	210028	396216	429724	835032	746484	522368	451820

Tabla 13 Historico de las unidades vendidas mes a mes sector varios

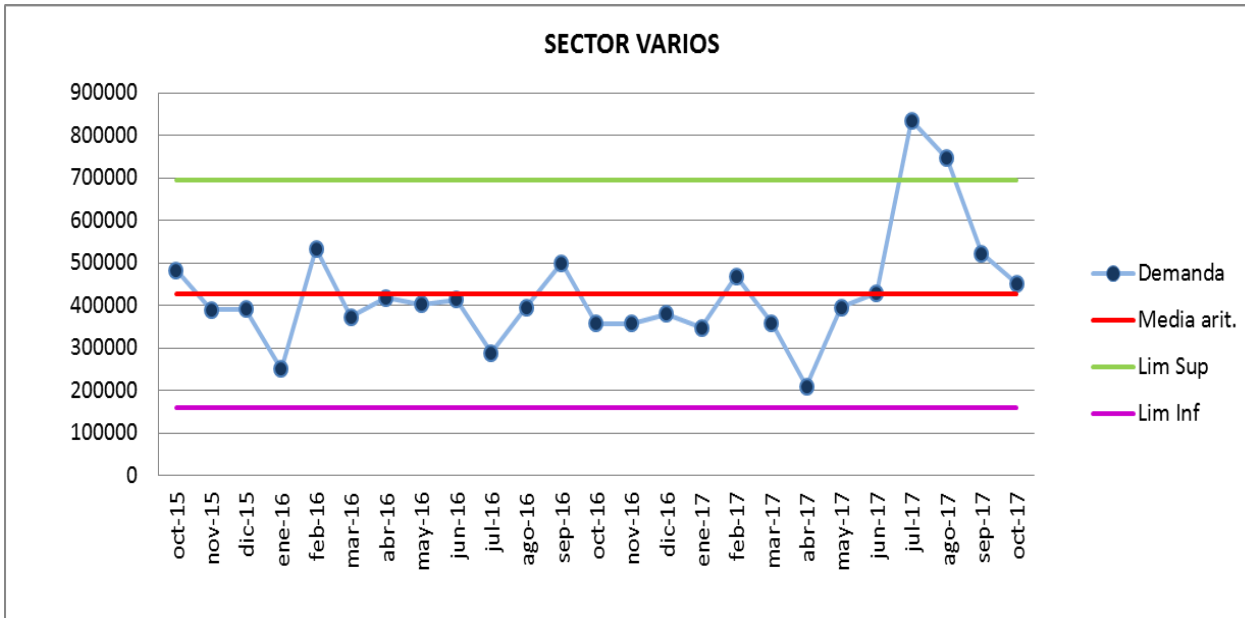
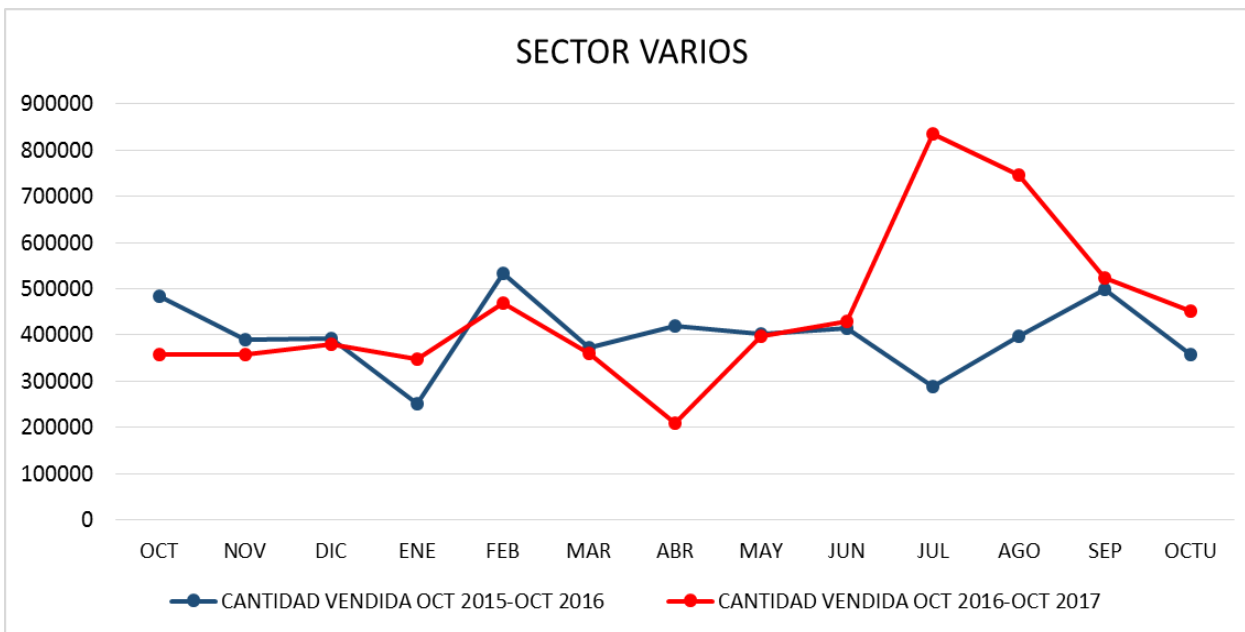


Ilustración 22 Diagrama sector varios



Análisis del sector varios:

Este sector se clasifica como varios para los envases de 30CM³ y 20CM³ que tienen diversos usos que van desde el envasado de medicamentos, muestras de dulces, productos químicos y naturales y los envases de 500CM³ bala y 1000CM³ bala, para jugos y lociones.

Al ser envases para empacar productos varios, la demanda dependerá de cada cliente, más sin embargo como se puede evidenciar en la gráfica, en los meses de julio y agosto del 2017 la venta subió de manera extraordinaria pero no se podría asegurar que se repita en el siguiente año o que tenga un comportamiento cíclico, ya que por el contrario en los mismos meses pero del año 2016 no se evidencia este tipo de comportamiento. Esto indica que por estos meses existió un factor más allá que hizo que su venta aumentara y que debería conservarse en el tiempo

Análisis estadístico:

MEDIA ARITMETICA	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	LIM SUPERIOR	LIM INFERIOR	PATRON DE DEMANDA
451035	169115	0,37	789266	112804	IRREGULAR

El patrón de demanda de este sector se clasifica como irregular ya que presenta cambios en toda la serie de tiempo, con picos altos, bajos y constantes por lo que es una demanda difícil de predecir y determinar un tipo de pronósticos.

En promedio el consumo mensual es de 451.045 unidades y una variación de 169,115 unidades con un 37% de variación respectivamente en el último año.

Fase 3

Durante el desarrollo de este proyecto, teniendo en cuenta lo investigado en los referentes teóricos, se pudo identificar que los mejores métodos para la planeación de los recursos, control de inventario y estudio de la capacidad instalada, son los modelos de pronósticos basados en la recolección de datos históricos de ventas y estudio de la demanda, que ya fueron desarrollados en las fase 1 y 2 de este proyecto de grado.

El pronóstico es una herramienta básica en la toma de decisiones de la administración de los recursos y en particular, es un componente esencial para que cualquier sistema de inventarios tenga éxito.

Primero se debe tener en cuenta que existen muchos métodos diferentes para pronosticar, los cuales van asociados a diferentes usos, por esto se debe seleccionar con cuidado el método de pronóstico a lo cual, se propone utilizar el modelo de acuerdo al patrón de la demanda.

Como se pudo evidenciar en la fase 1, son un total de 30 referencias identificadas con mayor volumen de venta y son a las cuales se les debe realizar un control de inventarios. Como se ha visto en el desarrollo de este proyecto, cada sector económico y cada producto tienen un comportamiento de demanda diferente, a lo cual se debe identificar el tipo de pronóstico a implementar según sea el caso.

Para dar un consolidado a lo anterior, lo autores proponen la implementación del siguiente modelo de pronósticos, con el cual se puede identificar el tipo de pronóstico ideal a utilizar de acuerdo a los datos históricos de ventas y determinar un pronóstico a corto, mediano y largo plazo:

MODELO DE PRONOSTICOS Y DEMANDAS											
PRODUCTO	MES	DEMANDA	TIPOS DE PRONOSTICOS								
			PROMEDIO SIMPLE	PROMEDIO MOVIL PONDERADO	SUAVIACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE	PARA EL CALCULO DE SUAVIZACIÓN EXP. DOBLE		SUAVIACIÓN EXPONENCIAL DOBLE	REGRESIÓN LINEAL		
						PRONOSTICO SUAVIZADO	TENDENCIA SUAVIZADA				
MES A PRONOSTICAR:											
PARA EL CALCULO DE REGRESIÓN LINEAL											
PRONOSTICO ANTERIOR / SIGUIENTE	NUMERO DEL PERIODO	MES	DEMANDA	NUMERO PERIODO*DEMANDA	NUMERO PERIODO^2	DEMANDA^2	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	RANGOS DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	B	A	
PRONOSTICO ANTERIOR								0,5			
								-0,5			
		TOTALES									
PRONOSTICO SIGUIENTE								0,5			
								-0,5			
		TOTALES									
MEDICIÓN DEL ERROR			ELECCIÓN DEL TIPO DE PRONOSTICO								
TIPO DE PRONOSTICO	INDICADORES		MAD	MAPE	MES PRONOSTICADO	TIPO DE PRONOSTICO IDEAL	CANTIDAD A MANTENER SEGÚN PRONOSTICO				
	PROMEDIO SIMPLE										
PROMEDIO MOVIL PONDERADO											
SUAVIACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE											
SUAVIACIÓN EXPONENCIAL DOBLE											
REGRESIÓN LINEAL											

Ilustración 23 Modelo de pronósticos y demanda

Como se mencionó anteriormente el formato consiste en encontrar el mejor tipo de pronóstico para un determinado periodo basado en un número de periodos anteriores. A continuación se explica paso a paso como se implementaría el modelo y para ello se debe tener presente las letras de las columnas y los números de las filas, considere además que las formulas se darán en Excel, ya que es el programa recomendado para aplicar el modelo:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2													
3			MODELO DE PRONOSTICOS Y DEMANDAS										
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

PRODUCTO: En esta casilla se ingresa el código del producto o sector económico a analizar.

MES: En las primeras casillas se ponen los meses anteriores al periodo que se quiere pronosticar y en la última se pone el mes que se desea pronosticar.

DEMANDA: Se ponen las ventas reales de cada mes a excepción de la última casilla que no se conoce la demanda real ya que será el mes a pronosticar.

TIPOS DE PRONOSTICOS: Esta parte del modelo es la más importante, ya que en ella se llevaran a cabo los cálculos de cada pronóstico. Los autores recomiendan 5 tipos de pronósticos que son los más utilizados y que se describen y calculan de la siguiente manera:

Promedio simple

Este tipo de pronóstico es óptimo para patrones de demanda nivelados donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares. Se recomienda utilizar

este método basado en los últimos tres meses y utilizando la función de Excel (Promedio) de esta manera se obtiene directamente el pronóstico del periodo 4 y 5:

	A	B	C	D	E	F
2						
3						
4						
5						
6			PRODUCTO	MES	DEMANDA	PROMEDIO SIMPLE
7				ENERO		
8				FEBRERO		
9				MARZO		
10				ABRIL		=PROMEDIO(E8:E10)
11			MES A PRONOSTICAR:	MAYO		=PROMEDIO(E9:E11)
12						

Promedio móvil ponderado

La diferencia de este tipo de pronóstico con el anterior es que con el promedio simple se le asigna igual importancia a cada uno de los datos que componen dicho promedio, en el promedio móvil ponderado podemos asignar cualquier importancia (peso) a cualquier dato del promedio (siempre que la sumatoria de las ponderaciones sean equivalentes al 100%), para este pronóstico se recomienda hacerlo basado en los últimos tres meses y asignando valores de importancia a los datos más recientes de la siguiente manera:

	MES	PONDERACIÓN
	FEBRERO	20%
	MARZO	30%
	ABRIL	50%
MES A PRONOSTICAR:	MAYO	

Formula:

Se multiplica cada valor de la demanda real por la ponderación asignada y después de suman los resultados:

	A	B	C	D	E	G
2						
3						
4						
5						
6			PRODUCTO	MES	DEMANDA	PROMEDIO MOVIL PONDERADO
7				ENERO		
8				FEBRERO		
9				MARZO		
10				ABRIL		$= (E8 * 0,2) + (E9 * 0,3) + (E10 * 0,5)$
11			MES A PRONOSTICAR:	MAYO		$= (E9 * 0,2) + (E10 * 0,3) + (E11 * 0,5)$
12						

Suavización exponencial simple

Puede considerarse como una evolución del método de promedio móvil ponderado, en éste caso se calcula el promedio de una serie de tiempo con un mecanismo de autocorrección que busca ajustar los pronósticos en dirección opuesta a las desviaciones del pasado.

Para aplicar este método debemos conocer el dato del pronóstico del mes pasado, como en este caso no se tiene ya que se aplicara por primer vez, se utilizara como ejemplo los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo.

Se recomienda calcular el pronostico con un promedio en el mes de marzo, luego aplicar la fórmula de suavización simple en los meses abril y mayo.

Para el mecanismo de autocorrección se debe asignar un coeficiente de suavización entre 0,0 y 1,0. Para aplicar este método de pronóstico por primer vez se

recomienda con un coeficiente de 0,2 (a medida de que se tengan datos reales, este coeficiente se puede ajustar).

Formulas:

Para el mes de marzo =PROMEDIO(E8:E9)

Para el mes de abril =(0,2*E10)+((1-0,2)*H10)

Para el mes de mayo =(0,2*E11)+((1-0,2)*H11)

	A	B	C	D	E	H
1						
2						
3			MODELO DE PROM			
4						
5						
6			PRODUCTO	MES	DEMANDA	SUAVIACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE
7				ENERO		
8				FEBRERO		
9				MARZO		=PROMEDIO(E8:E9)
10				ABRIL		=(0,2*E10)+((1-0,2)*H10)
11			MES A PRONOSTICAR:	MAYO		=(0,2*E11)+((1-0,2)*H11)
12						

Suavización exponencial doble:

Es óptimo para patrones de demanda que presentan una tendencia, al menos localmente, y un patrón estacional constante, en el que se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente.

Este tipo de pronóstico requiere para su cálculo hallar un pronóstico suavizado y una tendencia mediante el empleo de fórmulas con el establecimiento de un alfa y un delta. Se utilizara el mismo ejemplo de los meses que en el pronóstico de

suavización exponencial simple, para este caso en el cual se desconoce el dato del pronóstico suavizado, la tendencia, el alfa y el delta del mes anterior, se sugiere:

1. Hallar en el mes de marzo el pronóstico con un promedio y la tendencia hallarla multiplicando el valor de la demanda real por un 0,2 es decir estamos suponiendo que la tendencia varia en un 20%
2. Hallar el pronóstico suavizado en los meses de abril y mayo aplicando la formula correspondiente y asignando un alfa de 0,3 (sugerido por los autores)
3. Hallar la tendencia en los meses de abril y mayo aplicando la formula correspondiente y asignando un delta de 0,2 (sugerido por los autores)
4. Aplicar la formula final sumando el pronóstico suavizado y la tendencia para obtener el pronóstico de suavización exponencial doble

MODELO DE PRONOSTICOS Y DEMANDAS					
PRODUCTO	MES	DEMANDA	PARA EL CALCULO DE SUAVIZACIÓN EXP. DOBLE		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL DOBLE
			PRONOSTICO SUAVIZADO	TENDENCIA SUAVIZADA	
	ENERO				
	FEBRERO				
	MARZO		=PROMEDIO(E8:E9)	=(E10*0,2)	=I10+J10
	ABRIL		=0,3*(E10)+((1-0,3)*(I10+J10))	=0,2*((I11-I10)+((1-0,2)*(J10))	=I11+J11
PRONOSTICAR:	MAYO		=0,3*(E11)+((1-0,3)*(I11+J11))	=0,2*((I12-I11)+((1-0,2)*(J11))	=I12+J12

Regresión lineal

Es un modelo óptimo para patrones de demanda con tendencia (creciente o decreciente), es decir, patrones que presenten una relación de linealidad entre la demanda y el tiempo.

Este tipo de pronóstico va ligado a un coeficiente de correlación el cual se mide a través de las variables de tiempo y demanda y cuyo valor varía entre -1 y +1.

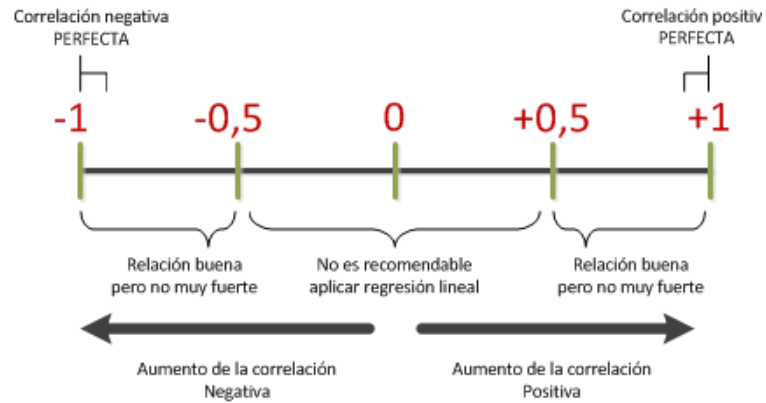


Ilustración 24 Coeficiente de correlación

La imagen anterior indica que si el resultado del coeficiente de correlación se encuentra entre $-0,5$ y $0,5$, no es recomendable aplicar regresión lineal por lo que entonces, primero se debe efectuar el cálculo y después de acuerdo al resultado aplicar o no el pronóstico por regresión lineal.

Lo primero será enfocarse en el segundo cuadro del modelo:

TIPOS DE PRONOSTICOS										
PRODUCTO	MES	DEMANDA	PROMEDIO SIMPLE	PROMEDIO MOVIL PONDERADO	SUAVIACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE	PARA EL CALCULO DE SUAVIZACIÓN EXP. DOBLE		SUAVIACIÓN EXPONENCIAL DOBLE	REGRESIÓN LINEAL	
						PRONOSTICO SUAVIZADO	TENDENCIA SUAVIZADA			
MES A PRONOSTICAR:	MAYO									
PARA EL CALCULO DE REGRESIÓN LINEAL										
PRONOSTICO ANTERIOR / SIGUIENTE	NUMERO DEL PERIODO	MES	DEMANDA	NUMERO PERIODO*DEMANDA	NUMERO PERIODO^2	DEMANDA^2	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	RANGOS DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	B	A
PRONOSTICO ANTERIOR								0,5		
								-0,5		
		TOTALES								
PRONOSTICO SIGUIENTE								0,5		
								-0,5		
		TOTALES								
MEDICIÓN DEL ERROR				ELECCIÓN DEL TIPO DE PRONOSTICO						
INDICADORES				MES PRONOSTICADO			TIPO DE PRONOSTICO IDEAL		CANTIDAD A MANTENER SEGÚN PRONOSTICO	

Continuando con el ejemplo de los meses para efectuar la aplicación de las formulas, se utilizara un periodo de 3 meses sugerido por los autores, se debe tener en cuenta en la parte donde dice pronostico anterior, se está haciendo referencia al mes de abril, es decir se va a efectuar el cálculo del coeficiente de correlación para ese mes que es el anterior al mes a pronosticar (mayo).

- Número del periodo: Hace referencia a los números de meses es decir (1, 2 y 3)
- Mes: Se pone el nombre de los meses anteriores a abril (enero, febrero, marzo)
- Demanda: En estas casillas se pone las ventas reales de esos meses.
- Numero periodo * demanda: Se multiplica numero periodo * demanda
- Numero periodo ^2: Se eleva Numero periodo al cuadrado
- Demanda ^2: Se eleva la demanda al cuadrado
- Totales: se realiza la suma de las casillas anteriores

En la parte donde dice pronóstico siguiente, se debe efectuar los mismos cálculos descritos en la parte superior, pero esta vez será desde el mes de febrero hasta abril para obtener el coeficiente de correlación del mes de mayo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
5										
6			PRODUCTO	MES	DEMANDA	PROMEDIO SIMPLE	PROMEDIO MOVIL PONDERADO	SUAVIACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE	PARA EL CALCULO	
7									PRONOSTICO SUAVIZADO	
8				ENERO						
9				FEBRERO						
10				MARZO						
11				ABRIL						
12			PRONOSTICAR	MAYO						
13										
14			PARA EL CALCULO DE REGRESIÓN LINEAL							
15			PRONOSTICO ANTERIOR / SIGUIENTE	NUMERO DEL PERIODO	MES	DEMANDA	NUMERO PERIODO*DEMANDA	NUMERO PERIODO^2	DEMANDA^2	
16				1	ENERO	=E8	=D16*F16	=D16^2	=F16^2	
17			PRONOSTICO ANTERIOR	2	FEBRERO	=E9	=D17*F17	=D17^2	=F17^2	
18				3	MARZO	=E10	=D18*F18	=D18^2	=F18^2	
19				=SUMA(D16:D18)	TOTALES	=SUMA(F16:F18)	=SUMA(G16:G18)	=SUMA(H16:H18)	=SUMA(I16:I18)	
20										
21			PRONOSTICO SIGUIENTE	1	FEBRERO	=E9	=D21*F21	=D21^2	=F21^2	
22				2	MARZO	=E10	=D22*F22	=D22^2	=F22^2	
23				3	ABRIL	=E11	=D23*F23	=D23^2	=F23^2	
24				=SUMA(D21:D23)	TOTALES	=SUMA(F21:F23)	=SUMA(G21:G23)	=SUMA(H21:H23)	=SUMA(I21:I23)	

Ya realizados los cálculos anteriores, se procede a aplicar la fórmula del coeficiente de correlación que es la siguiente:

$$\frac{n(\sum N*D) - (\sum N)(\sum D)}{\sqrt{(n(\sum N^2) - (\sum N)^2)(n(\sum D^2) - (\sum D)^2)}}$$

Dónde:

n: cantidad de periodos utilizados (Para este ejemplo se está empleando una cantidad de 3)

N: Numero de periodo

D: Demanda

La aplicación de la formula en el modelo de Excel, quedaría así:

	B	C	D	E	G	H	I	J	
13									
14		PARA EL CALCULO DE REGRESIÓN LINEAL							
15		PRONOSTICO ANTERIOR / SIGUIENTE	NUMERO DEL PERIODO	MES	NUMERO PERIODO*DEMANDA	NUMERO PERIODO^2	DEMANDA^2	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	RA COE COF
16		PRONOSTICO ANTERIOR	1	ENERO	=D16*F16	=D16^2	=F16^2	=(((3*G19)-(D19*F19))/(RCUAD(((3*H19)-(D19^2))*((3*19)-(F19^2))))))	
17	2		FEBRERO	=D17*F17	=D17^2	=F17^2			
18	3		MARZO	=D18*F18	=D18^2	=F18^2			
19			=SUMA(D16:D18)	TOTALES	=SUMA(G16:G18)	=SUMA(H16:H18)	=SUMA(I16:I18)		
20									
21		PRONOSTICO SIGUIENTE	1	FEBRERO	=D21*F21	=D21^2	=F21^2	=(((3*G24)-(D24*F24))/(RCUAD(((3*H24)-(D24^2))*((3*124)-(F24^2))))))	
22	2		MARZO	=D22*F22	=D22^2	=F22^2			
23	3		ABRIL	=D23*F23	=D23^2	=F23^2			
24			=SUMA(D21:D23)	TOTALES	=SUMA(G21:G23)	=SUMA(H21:H23)	=SUMA(I21:I23)		
25									

Una vez teniendo el resultado del coeficiente, se procede a realizar el cálculo del pronóstico por regresión lineal, pero antes es necesario hallar dos variables que son indispensable para aplicar este método:

B: Es el cálculo de la pendiente (puede ser positiva o negativa), su fórmula es la siguiente:

$$\frac{((n*\sum N*D)-(\sum D*\sum N))}{((n*\sum N^2)-(\sum N)^2)}$$

A: Se refiere al cálculo de la intersección con el eje, su fórmula es la siguiente:

$$((\text{PROMEDIO}(D))-(B*(\text{PROMEDIO}(N))))$$

La aplicación en el modelo la podemos ver en la siguiente imagen:

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
13													
14	PARA EL CALCULO DE REGRESIÓN LINEAL												
15		PRONOSTICO ANTERIOR / SIGUIENTE	NUMERO DEL PERIODO	MES	DEMANDA	NUMERO PERIODO*DEMANDA	NUMERO PERIODO^2	DEMANDA^2	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	RANGOS DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	B	A	
16			1	ENERO	=E8	=D16*F16	=D16^2	=F16^2	=(((3*G19)-(D19*F19))/(RCUAD(((3*19)-(D19^2))*((3*19)-(F19^2))))	0,5	=(((3*G19)-(F19*D19))/((3*19)-(D19^2)))	=((PROMEDIO(F16:F18)-(L16*(PROMEDIO(D16:D18))))	
17	PRONOSTICO ANTERIOR	2	FEBRERO	=E9	=D17*F17	=D17^2	=F17^2						
18		3	MARZO	=E10	=D18*F18	=D18^2	=F18^2						
19		=SUMA(D16:D18)	TOTALES	=SUMA(F16:F18)	=SUMA(G16:G18)	=SUMA(H16:H18)	=SUMA(I16:I18)						
20													
21			1	FEBRERO	=E9	=D21*F21	=D21^2	=F21^2	=(((3*G24)-(D24*F24))/(RCUAD(((3*24)-(D24^2))*((3*24)-(F24^2))))	0,5	=(((3*G24)-(F24*D24))/((3*24)-(D24^2)))	=((PROMEDIO(F21:F23)-(L21*(PROMEDIO(D21:D23))))	
22	PRONOSTICO SIGUIENTE	2	MARZO	=E10	=D22*F22	=D22^2	=F22^2						
23		3	ABRIL	=E11	=D23*F23	=D23^2	=F23^2						
24		=SUMA(D21:D23)	TOTALES	=SUMA(F21:F23)	=SUMA(G21:G23)	=SUMA(H21:H23)	=SUMA(I21:I23)						
25													
26	MEDICIÓN DEL ERROR				ELECCIÓN DEL TIPO DE PRONOSTICO								

Ya se tienen todos los elementos para realizar el pronóstico por regresión lineal, su fórmula de aplicación es:

$$(A+(B*n))$$

En este caso n ya no será 3 sino 4 que es el periodo del pronóstico que se desea hallar.

Como se dijo anteriormente, si el resultado que dio en el coeficiente de correlación esta entre -0,5 y 0,5 no se aplicara este pronóstico, por lo que se emplea un condicional en Excel que permite regresar un valor de acuerdo al resultado obtenido en el coeficiente de correlación.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
6		PRODUCTO	MES	DEMANDA	PROMEDIO SIMPLE	PROMEDIO MOVIL PONDERADO	SUAVIACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE	PARA EL CALCULO DE SUAVIZACION EXP. DOBLE		SUAVIACIÓN EXPONENCIAL DOBLE	REGRESIÓN LINEAL	
7								PRONOSTICO SUAVIZADO	TENDENCIA SUAVIZADA			
8			ENERO									
9			FEBRERO									
10			MARZO									
11			ABRIL								=SI(Y(J16<K16;J16>K18);"NO APLICA";(M16+(L16*4)))	
12		MES A PRONOSTICAR :	MAYO								=SI(Y(J21<K21;J21>K23);"NO APLICA";(M21+(L21*4)))	
13	PARA EL CALCULO DE REGRESIÓN LINEAL											
14		PRONOSTICO ANTERIOR / SIGUIENTE	NUMERO DEL PERIODO	MES	DEMANDA	NUMERO PERIODO*DEMANDA	NUMERO PERIODO^2	DEMANDA^2	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	RANGOS DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	B	A
15			1	ENERO	=E8	=D16*F16	=D16^2	=F16^2	=((3*G19)-(D19*F19))/(RCUAD(((3*19)-(D19^2))*((3*19)-(F19^2))))	0,5	=(((3*G19)-(F19*D19))/(3*H19)-(D19^2))	=((PROMEDIO(F16:F18))- (L16*(PROMEDIO(D16:D18))))
16		PRONOSTICO ANTERIOR	2	FEBRERO	=E9	=D17*F17	=D17^2	=F17^2				
17		PRONOSTICO ANTERIOR	3	MARZO	=E10	=D18*F18	=D18^2	=F18^2				
18			=SUMA(D16:D18)	TOTALES	=SUMA(F16:F18)	=SUMA(G16:G18)	=SUMA(H16:H18)	=SUMA(I16:I18)				
19			1	FEBRERO	=E9	=D21*F21	=D21^2	=F21^2	=((3*G24)-(D24*F24))/(RCUAD(((3*124)-(D24^2))*((3*124)-(F24^2))))	0,5	=(((3*G24)-(F24*D24))/(3*H24)-(D24^2))	=((PROMEDIO(F21:F23))- (L21*(PROMEDIO(D21:D23))))
20		PRONOSTICO SIGUIENTE	2	MARZO	=E10	=D22*F22	=D22^2	=F22^2				
21		PRONOSTICO SIGUIENTE	3	ABRIL	=E11	=D23*F23	=D23^2	=F23^2				
22			=SUMA(D21:D23)	TOTALES	=SUMA(F21:F23)	=SUMA(G21:G23)	=SUMA(H21:H23)	=SUMA(I21:I23)				

Este condicional básicamente lo que dice es que si el resultado del coeficiente de correlación es menor que 0,5 y mayor que -0,5, entonces regrese las palabras “NO APLICA” de lo contrario aplique la formula $(A+(B*n))$

Aplicando todas las formulas anteriores, se va a obtener 5 pronósticos para el mes de mayo, pero de nada valdrían estos resultados si no se tiene una herramienta que ayude a determinar cuál de todos es el más indicado a utilizar y para ello se propone realizar una medición del error.

Medición del error

Sirve para hacer una comparación entre el valor pronosticado y el valor real permitiendo tomar decisiones frente a qué método de pronóstico es el mejor y logran detectar cuando algo en la previsión de la demanda no está marchando bien.

Para este modelo se propone medir el error utilizando dos indicadores básicos pero muy efectivos, el primero se trata de la Desviación Media Absoluta (MAD) que mide el tamaño del error en unidades y es el valor absoluto de la diferencia entre la demanda real y el pronóstico, dividido sobre el número de periodos:

$$\text{MAD: } \frac{\text{DEMANDA REAL-PRONOSTICO}}{n}$$

El segundo indicador es el de Error Porcentual Medio Absoluto (MAPE) y es el resultado de la desviación en términos porcentuales. Es el MAD dividido la demanda real multiplicado por 100:

$$\text{MAPE: } \frac{\text{MAD}}{\text{DEMANDA REAL}} * 100$$

Si se está pronosticando el mes de Mayo, entonces la medición del error aplicara para el mes de abril, es decir los autores proponen medir el error basados en el periodo antes del que se desea saber el pronóstico, para así saber cuál de los 5 pronósticos tuvo un error menor y así de tal forma aplicarlo para el mes de mayo.

En el modelo se plantea el siguiente cuadro:

	A	B	C	D	E	F
25						
26						
27			MEDICIÓN DEL ERROR			
28			TIPO DE PRONOSTICO	INDICADORES		
29				MAD	MAPE	
30			PROMEDIO MOVIL SIMPLE			
31			PROMEDIO MOVIL PONDERADO			
32			SUAVIACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE			
33			SUAVIACIÓN EXPONENCIAL DOBLE			
34			REGRESIÓN LINEAL			

Donde se tienen los 5 pronósticos y los dos indicadores, a continuación se llenan los campos de los indicadores MAD y MAPE de acuerdo a las fórmulas:

	A	B	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M	N
11				ABRIL									
12			MES A PRONOSTICAR:	MAYO									
13													
26			MEDICIÓN DEL ERROR				ELECCIÓN DEL TIPO DE PRONOSTICO						
27			TIPO DE PRONOSTICO	INDICADORES				MES PRONOSTICADO	TIPO DE PRONOSTICO IDEAL	CANTIDAD A MANTENER SEGÚN			
28				MAD	MAPE								
29			PROMEDIO SIMPLE	=ABS(E11-F11)	=D29/8E#11								
30			PROMEDIO MOVIL PONDERADO	=ABS(E11-G11)	=D30/8E#11								
31			SUAVIACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE	=ABS(E11-H11)	=D31/8E#11								
32			SUAVIACIÓN EXPONENCIAL DOBLE	=ABS(E11-K11)	=D32/8E#11								
33			REGRESIÓN LINEAL	=SI(L11="NO APLICA";"NO APLICA";ABS(E11-L11))	=SI(D33="NO APLICA";"NO APLICA";D33/8E#11)								
34													

Tener en cuenta:

- En el indicador MAD se utiliza la función ABS para que el resultado se arroje en valores absolutos
- El cálculo se mide con la demanda real obtenida en el mes de abril (mes anterior al mes que se desea pronosticar)
- En el MAD y en el MAPE del pronóstico por regresión lineal, se adiciona un condicional que indica que si en la casilla donde se encuentra el resultado del pronósticos dice "NO APLICA" entonces que regrese nuevamente la palabra "NO APLICA", de lo contrario aplique la formula.

Elección del tipo de pronóstico

Los resultados obtenidos con los indicadores MAD y MAPE, serán los que indicaran que tipo de pronóstico es el más viable para aplicar, pues el pronóstico con un MAPE menor será el correcto para aplicarlo en el mes siguiente.

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
6	PRODUCTO	MES	DEMANDA	PROMEDIO SIMPLE	PROMEDIO MOVIL PONDERADO	SUAVIACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE	PARA EL CALCULO DE SUAVIZACIÓN EXP. DOBLE		SUAVIACIÓN EXPONENCIAL DOBLE	REGRESIÓN LINEAL		
7							PRONOSTICO SUAVIZADO	TENDENCIA SUAVIZADA				
8		ENERO										
9		FEBRERO										
10		MARZO										
11		ABRIL										
12	MES A PRONOSTICAR:	MAYO										

MEDICIÓN DEL ERROR		
TIPO DE PRONOSTICO	INDICADORES	
	MAD	MAPE
PROMEDIO SIMPLE	=ABS(E11-F11)	=D29/SE\$11
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	=ABS(E11-G11)	=D30/SE\$11
SUAVIACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE	=ABS(E11-H11)	=D31/SE\$11
SUAVIACIÓN EXPONENCIAL DOBLE	=ABS(E11-K11)	=D32/SE\$11
REGRESIÓN LINEAL	=SI(L11="NO APLICA";"NO APLICA";ABS(E11-L11))	=SI(D33="NO APLICA";"NO APLICA";D33/SE\$11)

ELECCIÓN DEL TIPO DE PRONOSTICO		
MES PRONOSTICADO	TIPO DE PRONOSTICO IDEAL	CANTIDAD A MANTENER SEGÚN PRONOSTICO
=D12	=INDICE(C27:E34;COINCIDIR(MIN(E29:E33);E29:E33;0);1)	=SI(J28=F6;F12;SI(J28=G6;G12;SI(J28=H6;H12;SI(J28=K6;K12;SI(J28=L6;L12))))))

El cuadro de elección de pronóstico, consiste en la obtención de tres resultados:

Mes pronosticado: Su resultado es el nombre del mes que se desea pronosticar.

=D12

Tipo de pronóstico: Este resultado es el nombre del pronóstico que según la fórmula es el ideal para aplicar. Esta fórmula tiene tres condicionales de Excel que son MIN, INDICE y COINCIDIR, que básicamente lo que hacen es buscar y encontrar el valor mínimo del MAPE y traer el nombre del pronóstico.

=INDICE(C29:E33;COINCIDIR(MIN(E29:E33);E29:E33;0);1)

Cantidad a mantener según pronóstico: Trae la cantidad pronosticada según el tipo de pronóstico y su fórmula va ligada a un condicional de Excel llamado "SI"

=SI(J28=F6;F12;SI(J28=G6;G12;SI(J28=H6;H12;SI(J28=K6;K12;SI(J28=L6;L12))))))

Finalmente el modelo propuesto con todas las formulas aplicadas, quedaría de la siguiente manera:

MODELO DE PRONOSTICOS Y DEMANDAS												
PRODUCTO	MES	DEMANDA	TIPOS DE PRONOSTICOS									
			PROMEDIO SIMPLE	PROMEDIO MOVIL PONDERADO	SUAVIACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE	PARA EL CALCULO DE SUAVIZACIÓN EXP. DOBLE		SUAVIACIÓN EXPONENCIAL DOBLE	REGRESIÓN LINEAL			
						PRONOSTICO SUAVIZADO	TENDENCIA SUAVIZADA					
			ENERO									
			FEBRERO									
MARZO				=PROMEDIO(E8:E9)	=PROMEDIO(E8:E9)	=E10*0,2	=I10+J10					
ABRIL		=PROMEDIO(E8:E10)	=E8*0,2+E9*0,3+E10*0,5	=0,2*E10+((1-0,2)*H10)	=0,3*(E10)+((1-0,3)*(I10+J10))	=0,2*(I11-I10)+((1-0,2)*(J10))	=I11+J11	=SI(Y(J16<K16;J16>K18);"NO APLICA";(M16+(L16*4)))				
MES A PRONOSTICAR:	MAYO		=PROMEDIO(E9:E11)	=E9*0,2+E10*0,3+E11*0,5	=0,2*E11+((1-0,2)*H11)	=0,3*(E11)+((1-0,3)*(I11+J11))	=0,2*(I12-I11)+((1-0,2)*(J11))	=I12+J12	=SI(Y(J21<K21;J21>K23);"NO APLICA";(M21+(L21*4)))			
PARA EL CALCULO DE REGRESIÓN LINEAL												
PRONOSTICO ANTERIOR / SIGUIENTE	NUMERO DEL PERIODO	MES	DEMANDA	NUMERO PERIODO*DEMANDA	NUMERO PERIODO^2	DEMANDA^2	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	RANGOS DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	B	A		
PRONOSTICO ANTERIOR	1	ENERO	=E8	=D16*F16	=D16^2	=F16^2	=(((3*G19)-(D19*F19))/(RCUAD(((3*H19)-(D19^2))*((3*I19)-(F19^2))))	0,5	=(((3*G19)-(F19*D19))/((3*H19)-(D19^2)))	=((PROMEDIO(F16:F18))-(L16*(PROMEDIO(D16:D18))))		
	2	FEBRERO	=E9	=D17*F17	=D17^2	=F17^2						
	3	MARZO	=E10	=D18*F18	=D18^2	=F18^2						
	=SUMA(D16:D18)	TOTALES	=SUMA(F16:F18)	=SUMA(G16:G18)	=SUMA(H16:H18)	=SUMA(I16:I18)						
PRONOSTICO SIGUIENTE	1	FEBRERO	=E9	=D21*F21	=D21^2	=F21^2	=(((3*G24)-(D24*F24))/(RCUAD(((3*H24)-(D24^2))*((3*I24)-(F24^2))))	0,5	=(((3*G24)-(F24*D24))/((3*H24)-(D24^2)))	=((PROMEDIO(F21:F23))-(L21*(PROMEDIO(D21:D23))))		
	2	MARZO	=E10	=D22*F22	=D22^2	=F22^2						
	3	ABRIL	=E11	=D23*F23	=D23^2	=F23^2						
	=SUMA(D21:D23)	TOTALES	=SUMA(F21:F23)	=SUMA(G21:G23)	=SUMA(H21:H23)	=SUMA(I21:I23)						
MEDICIÓN DEL ERROR			ELECCIÓN DEL TIPO DE PRONOSTICO									
TIPO DE PRONOSTICO	INDICADORES		MES PRONOSTICADO	TIPO DE PRONOSTICO IDEAL	CANTIDAD A MANTENER SEGÚN PRONOSTICO							
	MAD	MAPE										
PROMEDIO SIMPLE	=ABS(E11-F11)	=D29/\$E\$11	=D12	=INDICE(C29:E33;COINCIDIR(MIN(E29:E33);E29:E33;0);1)	=SI(J28=F6;F12;SI(J28=G6;G12;SI(J28=H6;H12;SI(J28=K6;K12;SI(J28=L6;L12))))							
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	=ABS(E11-G11)	=D30/\$E\$11										
SUAVIACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE	=ABS(E11-H11)	=D31/\$E\$11										
SUAVIACIÓN EXPONENCIAL DOBLE	=ABS(E11-K11)	=D32/\$E\$11										
REGRESIÓN LINEAL	=SI(L11="NO APLICA";"NO APLICA";ABS(E11-L11))	=SI(D33="NO APLICA";"NO APLICA";D33/\$E\$11)										

Ilustración 25 Modelo de pronósticos y demanda formulado

RECOMENDACIONES

- El modelo de pronósticos propuesto es susceptible a cambios, en él se recomienda el empleo de 5 tipos de pronósticos que pueden ser cambiados o modificados de acuerdo a las necesidades que surgen en las variables de las demandas y periodos de tiempo.
- La fase 1 y 2 se recomienda repetirla cada 6 meses debido a los cambios que se presentan en las demandas de cada producto.
- En el método de suavización exponencial simple, inicialmente se sugiere emplear un coeficiente de suavización de 0,2 sin embargo debe ajustarse a la medida que se obtengan datos reales.
- En el método de suavización exponencial doble, inicialmente se sugiere emplear un alfa de 0,3 y un delta de 0,2 sin embargo debe ajustarse a la medida que se obtengan datos reales.
- Este modelo es adaptable a cualquier número de periodos para realizar cálculos, por lo que se aconseja aplicar el modelo a corto, mediano y largo plazo.
- Se sugiere utilizar este modelo a corto plazo para pronosticar a fin de mes la cantidad en unidades que se debe mantener para el mes próximo de las 30 referencias identificadas en la fase # 1, basándose en la demanda de los últimos tres meses de tal manera que se puedan administrar los niveles de inventarios, establecer planes de producción y requerimientos de materiales.

- Se recomienda hacerlo cada 6 meses para el análisis a mediano plazo y cada año para un análisis a largo plazo, es recomendable complementar el análisis de los datos obtenidos en el modelo de pronósticos, con el estudio de demanda realizado en la fase # 2 de los 7 sectores económicos identificados en este proyecto de grado pues de esta manera la empresa puede planificar disponibilidades y requerimientos de trabajadores, adquisición de maquinaria y herramientas, realizar planes de expansión de capital, seleccionar proyectos de I&D, lanzamiento de nuevos productos, formular estrategias y objetivos.
- Para disminuir la incertidumbre presentada en la utilización de los pronósticos, se hace necesaria la constante comunicación entre el planeador y el área comercial ante los cambios significativos presentados por la demanda, además de recibir capacitación constante que apoye y refuerce la gestión de la planeación.
- La información de los datos históricos para el desarrollo de la fase 1 y 2 se obtuvieron mediante las ventas facturadas mes a mes de la empresa, sin embargo se recomienda analizar métodos para obtener información en base a la demanda solicitada (entradas) y las ventas (salidas) de cada mes, para así poder realizar una comparación la capacidad requerida con la capacidad instalada y hacer una adecuada administración de los recursos.
- Este modelo no solo es aplicable a proceso de PET, sino que también puede extenderse y aplicarse a los demás procesos de la compañía como son soplado e inyección.

CONCLUSIONES

- Las aportaciones de este proyecto de grado representan la mejora de una de las prácticas de planificación de la ingeniería industrial y que es relevante en las empresas, ya que contribuye al incremento de la productividad y competitividad al satisfacer las expectativas del mercado, y por lo tanto, asegurar una mejor posición y crecimiento dentro del mismo.

Por lo tanto, los objetivos planteados al inicio de esta investigación fueron cumplidos exitosamente:

1. Se recolectaron datos históricos de venta de los productos de la línea de PET y se identificaron los de mayor demanda a través de la aplicación de la herramienta de Diagrama de Pareto
 2. Se agruparon por sector económico cada referencia identificada en el paso anterior y se le realizó un análisis al comportamiento de la demanda teniendo en cuenta los resultados de las gráficas y los datos estadísticos.
 3. Se diseñó un modelo de pronósticos y demandas que ayuda a identificar cual es el tipo de pronóstico adecuado a utilizar de acuerdo a la medición de error con los indicadores MAD y MAPE.
- Se pudo comprender la importancia de elegir el tipo de pronóstico a utilizar, pues estos dependen de los patrones de demanda que tenga cada producto o cada sector económico según sea el caso, además es indispensable realizar una medición y seguimiento que permita ajustar los pronósticos para que las planeación sea más exactas y pueda aportar a la toma de decisiones.
 - Cabe resaltar que los pronósticos muy pocas veces son acertados. Es raro que las ventas reales que se generan sean exactamente iguales a la cantidad que se pronosticó. Existen algunos métodos para absorber variaciones

pequeñas con respecto al pronóstico, algunas de estas son contar con capacidad adicional, los inventarios, o la posibilidad de reprogramación de pedidos, sin embargo, las variaciones grandes pueden causar estragos.

- Esta compañía según su tamaño se clasifica como una empresa grande, además sus volúmenes de ventas son de grandes lotes de producción lo que hace más necesaria la implementación de este modelo propuesto que ayude a la administración de recursos y planeación de los mismos.
- A partir de la Metodología propuesta, la administración podrá mejorar su planeación de recursos como lo es la compra de materia prima, materiales de empaque y pago de horas extras al personal para solventar las necesidades de la producción estimada, mejorando con esto los costos de mantener inventarios excesivos, desembolsos por pago de horas extras y sobre todo, mantener la satisfacción y preferencia del cliente al asegurar que los productos se encontrarán disponibles en las cantidades y tiempo adecuado.

CRONÓGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																							
#	ACTIVIDADES A REALIZAR	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE					NOVIEMBRE				
		SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	
1	Identificación de oportunidad de mejora																						
2	Descripción del problema																						
3	Desarrollo de los objetivos general y específicos																						
4	Redacción de justificación e introducción																						
5	Recolección de información de los referentes teóricos																						
6	Análisis de posibles mejoras																						
7	Desarrollo del diseño metodológico																						
8	Análisis de resultados																						
9	Modelo de la propuesta de mejoramiento																						
10	Conclusiones y recomendaciones																						
11	Recomendaciones y correcciones del asesor																						
12	Aprobación del proyecto																						
13	Entrega de resultados IUPB y empresa																						

Tabla 14 Cronograma de actividades

8. BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

Adam, E. E. (1991). *administración de la producción y las operaciones*. México: hispanoamericana S.A.

Ballou, R. H. (2004). *Administración de la cadena de suministro*. Mexico : Pearson Educación.

Boulanger, F. J. (2007). *Costos industriales*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de costa rica.

Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson educación.

Hanke, J. E. (1997). *Estadística para negocios* . España: Interamericana de españa.

Hanke, j. E. (2006). *Pronosticos en los negocios* . México: Pearson Educación.

Heizer, J. (2004). *Principios de administración de la demanda*. Mexico: Pearson educación.

Horngren, C. T. (2006). *Contabilidad administrativa*. Mexico: Perason Educación.

Keat, P. G. (2004). *Economía de empresa*. México: Pearson educación.

Kotler, P. (2002). *Dirección de marketing*. México: pearson educación.

Sweeney, y. W. (2006). *Pronosticos en los negocios*. México: Pearson educación .

taha, H. A. (2012). *Investigación de operaciones* . México: Pearson Educación .