



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS A
PARTIR DE PRONOSTICOS DE LA DEMANDA DENTRO DE UNA
IMPRESA

AUTOR

RAÚL EDUARDO MARROQUÍN PAZMIÑO

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS A PARTIR
DE PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA DENTRO DE UNA IMPRENTA**

**Trabajo de Titulación presentado en conformidad de los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial**

Profesor Guía

MSc. Roque Alejandro Morán Gortaire

Autor

Raúl Eduardo Marroquín Pazmiño

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, Propuesta de un sistema de gestión de inventarios a partir de pronósticos de la demanda dentro de una imprenta, a través de reuniones periódicas con el estudiante Raúl Eduardo Marroquín Pazmiño, en el semestre 2018-2 orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Roque Alejandro Morán Gortaire

Master of Science

CI: 1704903317

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de un sistema de gestión de inventarios a partir de pronósticos de la demanda dentro de una imprenta, del estudiante Raúl Eduardo Marroquín Pazmiño, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Andrés Aníbal Cevallos Jaramillo

Master en Ingeniería Industrial

CI: 1723621395

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Raúl Eduardo Marroquín Pazmiño

CI: 1715927347

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer de manera gigante a mis padres, ellos son un soporte para mí y mi hermana, también mis agradecimientos son para toda mi familia, gracias a ustedes por el apoyo y las ganas que me dieron para seguir adelante. Quiero agradecer especialmente a mis abuelitas, Estelita mi ángel del cielo y Marthita mi ángel terrenal, igualmente a mi abuelo, por enseñarme a sentir lo que es ser hincha de Liga. Finalmente quiero agradecer a Sofía por siempre estar ahí para mí.

DEDICATORIA

A mis padres, Raúl y Marthita

RESUMEN

El siguiente trabajo de titulación es una propuesta de un sistema de gestión de inventarios para optimizar el manejo dentro de la bodega por parte de los operadores y la alta dirección, de la empresa "Editor Vernaza"; mediante el estudio y selección de un modelo de pronósticos de la demanda adecuado.

En principio, se recolecto todos los datos relacionados con el inventario de tarjetas para bautizo en existencia, los datos de ventas del año 2017 (demanda) y los costos involucrados con su gestión de inventarios.

Se determinó que la causa raíz del problema era que la empresa no realizan pronósticos de la demanda. Se llegó a esta conclusión luego de realizar una lluvia de ideas con las posibles causas, un árbol de definición del problema y con los 5 porqués. Adicional se planteó 2 indicadores de inventario, tiempo de inmovilización promedio de inventario y rotación.

Se realizó el análisis de la demanda por 7 familias, definidas por los procesos productivos, se comparó 7 modelos diferentes de pronósticos para cada familia, para finalmente desarrollar la planificación agregada de producción de cada uno.

Finalmente, se simuló el inventario que tendrían para el tiempo de pronóstico, comparando indicadores de la situación actual con los pronosticados, obteniendo una reducción del capital de inventarios de aproximadamente 19.000 dólares anuales; esto corresponde a una reducción del 30% de capital por año, la rotación paso en promedio de 1.6 veces al año, a tener un promedio de rotación de 5.4 veces al año y los meses de inmovilización de inventario promedio paso de 16.6 a 9.2 meses.

ABSTRACT

The following degree work is a proposal for the implementation of an inventory management system to optimize its functionality inside the warehouse with the collaboration of the employees and the employers, of the company "Edit Vernaza"; through the study and selection of a forecast model for suitable demand.

At first, all the data related to the inventory of christening in existence, the sales data of the year 2017 (demand) and the costs involved with its inventory management were collected.

It was determined that the root cause of the problem was that the company does not forecast the demand. This conclusion was reached after brainstorming the possible causes, the problem defining tree and the 5 whys. Additionally it was proposed 2 kpis of inventory, days of inventory and rotation.

It was proposed to carry out the analysis of the demand for 7 families, defined by the productive processes, 7 different forecast models were compared for each family, to finally develop the aggregate production planning of each one.

Finally, the inventory they would have for the forecast time was simulated, comparing kpis of the current situation with the forecasted ones, coming to saving an approximately of 30,000 dollars per year, reaching a turnover of inventory of 5.4 times and the days of inventory in 9.2.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes:	1
1.2. Objetivos.....	7
1.2.1. Objetivo General:.....	7
1.2.2. Objetivos Específicos:	7
1.3. Alcance:	8
1.3.1. Productos	8
1.4. Justificación:	9
2. CAPITULO II.- MARCO TEÓRICO	10
2.1. Situación actual:.....	10
2.1.2 Gestión de Inventario:.....	11
2.1.3 Costo de mantenimiento:.....	12
2.2 Causa raíz del problema:.....	14
2.2.1 Diagrama causa efecto:.....	14
2.2.2 Los 5 porqué:.....	15
2.3.1 Promedio móvil simple o <i>Moving average</i> :	16
2.3.2 Promedio móvil ponderado:.....	17
2.3.3 Suavización exponencial:	18
2.3.4 <i>Holt</i> :	19
2.3.5 <i>Winters</i> :	20
2.3.6 Adres:	21
2.3.7 Desviación Absoluta Media (MAD):	22
2.3.8 Error Medio (Me):.....	23
2.3.9 Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE):.....	23
2.3.10 Error Medio Porcentual (MPE):	23
2.3.11 Error Medio Porcentual Absoluto (MAPE):	24
2.3.12 Clasificación ABC:.....	24

3	CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	25
3.1	Descripción del problema:	25
3.1.1	¿Qué es un problema?	26
3.1.2	¿Por qué es un problema?	26
3.1.3	¿Dónde se presenta el problema?	27
3.1.4	¿Cuándo se presenta el problema?	28
3.1.5	¿Cómo se presenta el problema?	28
3.2	Indicadores	29
3.2.1	Meses de inmovilización promedio de Inventario	29
3.2.2	Rotación de Inventario	32
3.3	Árbol de Problemas	34
4	CAPÍTULO IV: CAUSA RAÍZ DEL PROBLEMA	35
4.1	Lluvia de ideas	36
4.1	Diagrama Causa-Efecto	37
4.2	Los 5 por qué	38
4.2.1	3 veces más de inventario y rotación anual de inventario de 1.6.	38
5	CAPÍTULO V: PROPUESTAS DE SOLUCIÓN	39
5.1	Clasificación por familias	39
5.2.1	Familia 2	46
5.2.2	Familia 1	48
5.2.3	Familia 3	50
5.2.4	Familia 4	52
5.2.5	Familia 5	54
5.2.6	Familia 6	56
5.2.7	Familia 7	58
5.3	Plan Agregado de la Producción	60
5.3.1	Fuerza de Trabajo Constante	61
5.3.2	Cantidad Económica de Pedido	62
5.3.3	Familia 1	63

5.3.4. Familia 2	64
5.3.5. Familia 3	65
5.3.6. Familia 4	66
5.3.7. Familia 5	68
5.3.8. Familia 6	69
5.3.9. Familia 7	71
5.3.10. Conteo Cíclico	73
6 CAPÍTULO VI: MEJORAS	75
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
7.1. Conclusiones	79
7.2. Recomendaciones.....	80
Referencias	81
ANEXOS	83

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes:

Dentro de la Republica del Ecuador, existe una clasificación de las empresas por número de trabajadores. Su clasificación es la siguiente: Micro empresa, cuenta de 1 a 9 trabajadores; pequeña empresa, cuenta de 10 a 49 trabajadores; mediana empresa, cuenta de 50 a 199 trabajadores; y grande empresa, cuenta de más de 200 trabajadora. Por el número de trabajadores que existe dentro de editar Vernaza, se puede decir que la imprenta entra dentro de la clasificación de pequeña empresa.



Figura 1. Logo de la empresa

Tomado de: (Vernaza, 2018)

Editar Vernaza es una empresa que tiene aproximadamente 10 años de existencia, se dedica a elaborar tarjetas de invitación para cualquier evento social, para lo cual se preocupan de brindar un servicio de calidad y de rápida respuesta. El negocio cuenta 11 empleados los cuáles están divididos en administrativos y operadores. Los productos que ellos realizan son únicos y cuentan con marca registrada. La empresa está ubicada al norte de Quito en la avenida Av. Diego de Vásquez N75-274 y Av. Mariscal Sucre, en un edificio donde se arrienda 2 pisos con aproximadamente unos 150 metros cuadrados de construcción.

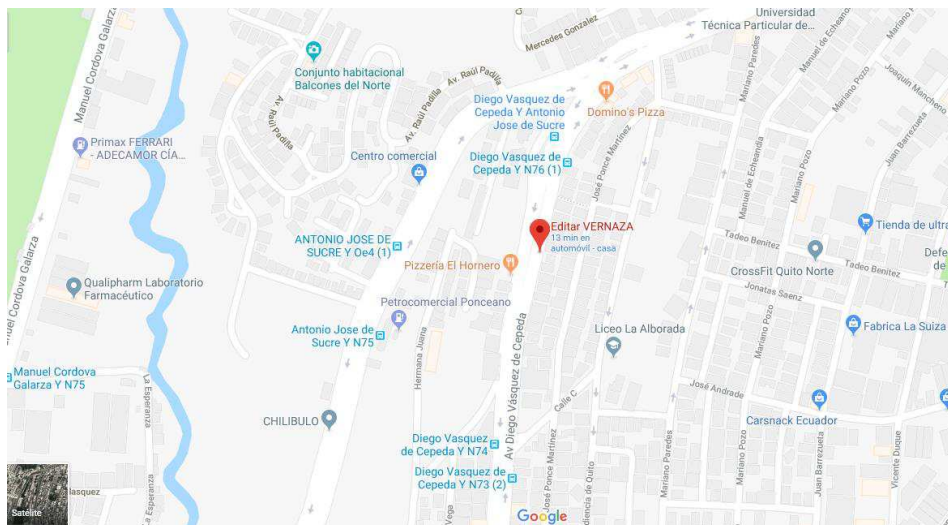


Figura 2. Ubicación de la empresa

Tomado de: (Google Maps, 2018)

Su cartera de clientes son otras imprentas debido a que el producto terminado de Imprentas Vernaza son las tarjetas sin información del cliente, empresas que se dedican a brindar el servicio de; bodas, recepciones, grados, bautizos, debido a esto las transacciones comerciales de la imprenta es B2B (*business to business*). Tienen clientes de Pichincha y de otras provincias especialmente dentro de la Región Sierra del país.

Los procesos claves de la imprenta (Figura 3) comienza con el aprovisionamiento de materia prima para realizar las tarjetas, para luego agregarle valor en producción y poder ubicarlo en el bodega donde espera el producto terminado, a recibir el pedido, ser vendido y enviado a los clientes.

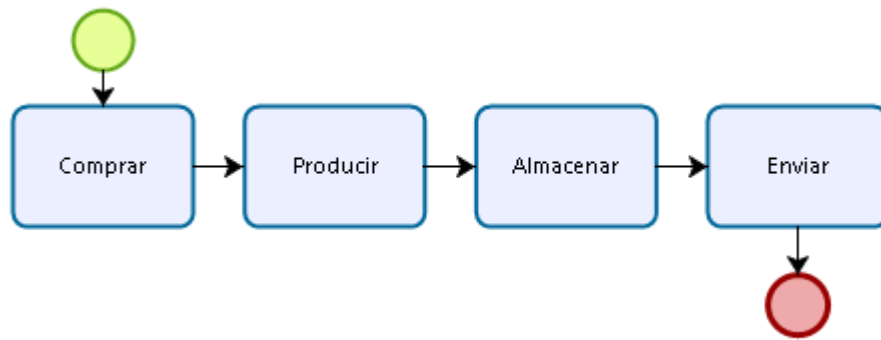


Figura 3. Procesos claves de la imprenta

El modelo de negocio de la imprenta se basa en mantener alta cantidad de existencias dentro de su inventario para poder tener una respuesta rápida hacia el cliente, es decir, tienen un modelo MTS (*make to stock*).

Cuentan con un aproximado de 200 tipos de productos diferentes, separados en familias: Quince años, Matrimonio, Bautizo, Réquiem, Comunión, Grado, Personalizadas y Navidad y Misa. Algunos de los modelos de tarjetas disponibles se indican en las siguientes imágenes. Hay que recalcar que cada producto pasa por un proceso diferente, todo depende del diseño de cada tarjeta.

Bautizo



Figura 4. Tarjetas de bautizo

Tomado de (Vernaza, 2018)

Matrimonio



Figura 5. Tarjetas de matrimonio

Tomado de (Vernaza, 2018)

Réquiem



Figura 6. Tarjetas de réquiem

Tomado de (Vernaza, 2018)

Comunión



Figura 7. Tarjetas de comunión

Tomado de (Vernaza, 2018)

Grado



Figura 8. Tarjetas de grado

Tomado de (Vernaza, 2018)

Personalizadas



Figura 9. Tarjetas personalizadas

Tomado de (Vernaza, 2018)

Navidad y Misa



Figura 10. Tarjetas de navidad y misa de niño

Tomado de (Vernaza, 2018)

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General:

Realizar una propuesta de Sistema de Gestión de Inventarios, a partir de pronósticos de la demanda.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Realizar un diagnóstico inicial del manejo de inventario de la imprenta
- Identificar y Analizar los problemas de la gestión de inventarios.
- Aplicar la metodología de pronósticos de la demanda y realizar la clasificación ABC de los artículos de inventario.
- Diseñar la propuesta de sistema de gestión de inventarios.
- Analizar la proyección de los resultados.

- Realizar el estudio costo beneficio de la propuesta de sistema de gestión de inventarios.

1.3. Alcance:

Este trabajo de titulación va a centrarse en los artículos de inventario de Bautizo que tiene la imprenta en la bodega, debido a que, son productos que tienen demanda durante todo el año; realizando un estudio de la demanda utilizando diferentes métodos de pronóstico, junto a una diferenciación de nivel de servicio por clasificación ABC dentro del almacenamiento de producto terminado.

1.3.1. Productos

Los objetos de inventario que tiene Imprenta Vernaza en la familia de productos de bautizo son en total 54 ejemplares, separados entre tarjetas de invitación de hombre y mujer por igual. Cada tarjeta tiene un código y un nombre determinado por la empresa. Los objetos de inventario se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1.

Nombre y código de tarjetas

Invitaciones de Bautizo y Baby Shower			
Código	Nombre		
		B-089	Bautizo niña grande con perrito
B-049	Bautizo cuadrado opalina	B-090	Bautizo niño grande con pelota
B-050	Bautizo cuadrado opalina	B-091	Bautizo niña bailarina
B-051	Bautizo caja cinta	B-092	Bautizo niño elegante
B-052	Bautizo caja cinta	B-093	Bautizo niña ovejas
B-051E	Bautizo niño económica	B-094	Bautizo niño conejos
B-052E	Bautizo niña económica	B-095	Bautizo niña grande ángel
B-065	Niño grande randa mujer	B-096	Bautizo niño grande ángel
B-066	Niña grande randa varón	B-097	Bautizo faja de cartón mujer
B-069	Bautizo colchita mujer	B-098	Bautizo faja de cartón hombre

B-070	Bautizo colchita varón	B-099	Bautizo angelito mujer
B-CAJA H	Caja recuerdo varón	B-100	Bautizo angelito varón
B-CAJA M	Caja recuerdo mujer	B-101	Bautizo niña corazones
B-071	Bautizo casita mujer	B-102	Bautizo niño estrellas
B-072	Bautizo casita Varón	B-103	Bautizo ventana vitral rosada
B-073	Bautizo puertitas rosado	B-104	Bautizo ventana vitral celeste
B-074	Bautizo puertitas celeste	B-105	Bautizo gemelos turquesa
B-075	Bautizo niña rezando	B-106	Bautizo gemelos melón
B-076	Bautizo niño rezando	B-107	Bautizo móvil rosada
B-077	Bautizo angelitos rosado	B-108	Bautizo móvil celeste
B-078	Bautizo angelitos celeste	B-109	Bautizo faja alto relieve mujer
B-079	Bautizo doble melón	B-110	Bautizo faja alto relieve varón
B-080	Bautizo doble verde	B-111	Bautizo ángel niña
B-083 M	Bautizo escarchada mujer	B-112	Bautizo ángel niño
B-083 H	Bautizo escarchada hombre	B-113	Baby soler escarchada mujer
B-087	Bautizo niña grande con flores	B-114	Baby shower escarchada varón
B-088	Bautizo niño grande con llaves	B-	Baby shower económica mujer
		113E	
		B-	Baby shower económica varón
		114E	

Para realizar este trabajo de titulación se va a tomar en cuenta los pares de productos por tener el mismo proceso productivo, lo que cambia es el color y los detalles de la impresión al ser para mujer o varón.

1.4. Justificación:

Lo que se busca dentro de este proyecto de titulación es reorganizar por medio de la clasificación ABC, enfocado en el costo de mantenimiento de los SKU's de bautizo dentro de la bodega de producto terminado, basándose en el pronóstico de la demanda para lograr saber que productos son los que tienen mayor rotación y así generar los cálculos necesarios para reducir la cantidad de inventario al mínimo, y conseguir la cantidad que sea necesaria para mantener el mismo nivel de servicio.

Con estas mejoras se va a reducir el costo del inventario, así mismo realizar el estudio de la demanda el cual beneficiará a la empresa, al saber cómo manejar la cartera de sus productos de bautizo conforme como se mueva la demanda en relación con el tiempo.

2. CAPITULO II.- MARCO TEÓRICO

2.1. Situación actual:

2.1.1 Inventario: Es la presencia de una pieza, recurso, materia prima o producto terminado utilizado dentro de una organización. Existen algunos tipos de inventarios.

Tabla 2.

Clasificación de inventarios

Inventario de Manufactura	Materia Prima	Se refiere al inventario donde se guarda la materia prima necesaria para el proceso productivo.
	Productos Terminados	Se refiere al inventario donde se almacenan los productos que pasaron por el proceso productivo de la empresa es decir los productos terminados

	Partes/ Componentes	Se refiere al inventario donde se almacenan las partes o componentes que se encuentran pre ensambladas.
	Suministros	Se refiere al inventario donde se almacenan los suministros y los materiales necesarios dentro de la parte administrativa.
	Trabajo en proceso	Se refiere al inventario que se tiene durante el proceso productivo, las unidades que pasan de un proceso a otro.
Inventario de Servicio	Inventario	Se refiere a los bienes tangibles a vender y los suministros necesarios para administrar el servicio.

2.1.2 Gestión de Inventario:

Proporciona la estructura y la política de cómo mantener y controlar los bienes en existencia dentro de la bodega. Depende de la demanda del sistema y su propósito básico es especificar cuando es necesario pedir las ordenes de los objetos de inventario y de qué tamaño se debe realizar los pedidos.

2.1.3 Costo de mantenimiento:

Son los costos que surgen por mantener el inventario, resultan de guardar o mantener, artículos durante un período, proporcionales a la cantidad promedio de artículos disponibles dentro del inventario.

Su fórmula es la siguiente:

Costo de mantenimiento

$$CM = CP + CAlm + Cper + Cservb \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

CM= costo de mantenimiento

CP= costo de producción

CAlm= costo de almacenamiento

Cper= costo personal involucrado en manejar el inventario

Cservb= costo servicios básicos utilizados dentro del inventario

Por lo tanto, se puede decir que el CP, costo de producción, se obtendrá de la siguiente manera:

Costo de producción

$$\sum_{i=1}^n (Cp \text{ Unitario}_i * \text{Inventario en existencia}_i) \quad (\text{Ecuación 2})$$

Adaptado de (Reyes, 2014)

2.1.4 Meses de inmovilización de Inventario:

Los días de inventario equivalen a, el tiempo que permanece un SKU dentro del inventario, se atribuye al costo de mantener un SKU dentro del inventario, mientras más tiempo permanece dentro del inventario, más cuesta.

Meses de inmovilización inventario

$$\text{Meses de inmovilización Inventario Histórico} = \frac{\text{Cantidad de Inventario}}{\text{Venta promedio}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Luego de obtener los días de inventario, se puede definir las veces en exceso de inventario que las empresas pueden tener. Se utiliza la siguiente fórmula:

Veces en exceso de inventario

$$\text{Veces en Exceso} = \frac{\text{Politica} + \text{Tiempo de Ciclo Total}}{\text{Promedio Días Histórico}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Adicional se puede obtener el costo teórico de la cantidad en exceso. Se calcula con la siguiente fórmula:

Costo teórico de exceso

$$\text{Costo Teórico} = \frac{\text{Costo Real de Mantener}}{\text{Veces de Exceso}} \quad (\text{Ecuación 5})$$

2.1.5 Rotación de inventario: Es un indicador de la cadena de suministro que muestra las veces que se repone el inventario dentro de un almacén. También se puede decir que, “es una medida común para evaluar la eficiencia de la cadena de suministro” (Chase & Jacobs, 2014, pp. 389)

Su fórmula es la siguiente:

Rotación de Inventario

$$\text{Número de Veces de Rotación} = \frac{\text{Unidades Vendidas} * \text{Costo Unitario total}}{\text{Inventario Promedio}}$$

(Ecuación 6)

2.2 Causa raíz del problema:

2.2.1 Diagrama causa efecto:

“También llamado diagrama de espina de pescado, muestran las relaciones propuestas hipotéticamente entre causas potenciales y el problema que se estudia” (Chase & Jacobs, 2014, pp. 292)

Para realizar el diagrama causa-efecto existen 3 pasos a seguir:

- Identificar cual va a ser el problema que se va a estudiar.
- Realizar una lluvia de ideas sobre las causas principales del problema, agrupadas en 6 categorías, conocidas como las M's de la calidad. Estas son: materiales, máquinas, mano de obra, métodos, mediciones, y medio ambiente.
- Revisar las causas, identificar las causas raíz y generar un plan para resolver.

En el figura 11, se ve un ejemplo de diagrama causa-efecto.

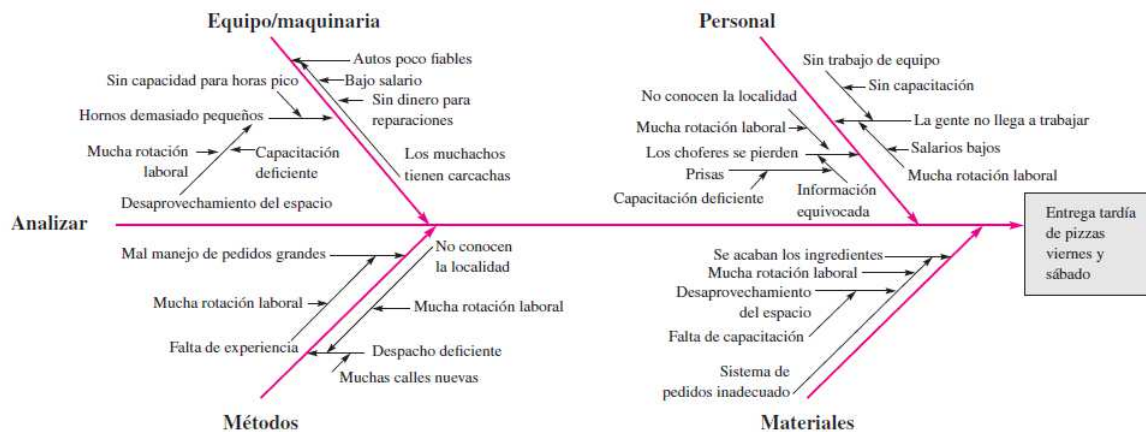


Figura 11. Ejemplo diagrama causa-efecto

2.2.2 Los 5 porqué:

Los 5 porqués es un método que se utiliza en el análisis de causas raíz de un problema. El objetivo de este método es llegar a la causa raíz de cualquier tipo de problema, a través de preguntar y responder la pregunta “¿Por qué?” cinco veces. (Ries, 2012)

Un ejemplo sería; los 30% de los clientes no están recibiendo exactamente lo que ordenan. Siguiendo la metodología de los 5 porqués, la resolución es la siguiente:

1. ¿Por qué?
Porque el servicio al cliente no conoce el nivel exacto de inventario.
2. ¿Por qué?
El sistema de logística lleva de dos a tres días de retraso.
3. ¿Por qué?
La información de entrada no se captura diariamente.
4. ¿Por qué?

Siempre se acumula la información y es capturada dos veces a la semana, de manera insuficiente.

5. ¿Por qué?

Nadie ha notificado al departamento de logística los pedidos diarios.

Tomado de (Socconini, 2014, pp. 168)

De esta manera, se pudo obtener la causa del problema de: el 30% de clientes no están recibiendo exactamente lo que ordenan, es que no se está notificando al departamento de logística los pedidos diarios.

2.3 Propuesta de Mejora:

2.3.1 Promedio móvil simple o *Moving average*:

Es útil para eliminar fluctuaciones aleatorias del pronóstico, es utilizado cuando la demanda de un producto no crece ni baja con rapidez y cuando no tiene características estacionales. Da igual importancia a cada uno de los componentes en la base de datos. Su fórmula es:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Figura 12. Fórmula Promedio Simple

Tomado de (Chase & Jacobs, 2014, pp. 497)

Donde:

F_t = Pronóstico para el siguiente periodo
 n = Número de periodos para promediar
 A_{t-1} = Ocurrencia real en el periodo pasado
 A_{t-2}, A_{t-3} y A_{t-n} = Ocurrencias reales hace dos periodos, hace tres periodos, y así sucesivamente, hasta hace n periodos

Figura 13. Significados Fórmula Promedio Simple

Tomado de (Chase & Jacobs, 2014, pp. 497)

2.3.2 Promedio móvil ponderado:

Este método permite asignar diferente importancia a cada elemento, solo si la suma de las ponderaciones es igual a 1. Su fórmula es la siguiente:

$$F_t = w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} + \dots + w_n A_{t-n} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Figura 14. Promedio Móvil Ponderado

Tomado de (Chase & Jacobs, 2014, pág. 476)

Donde:

w_1 = Ponderación dada a la ocurrencia real para el periodo $t - 1$
 w_2 = Ponderación dada a la ocurrencia real para el periodo $t - 2$
 w_n = Ponderación dada a la ocurrencia real para el periodo $t - n$
 n = Número total de periodos en el pronóstico

Figura 15. Significado Promedio Móvil Ponderado

Tomado de (Chase & Jacobs, 2014, pág. 476)

Para elegir la ponderación dentro de este método se debe tener consideración que el pasado más reciente es el indicador más importante para lo que se espera dentro del futuro, esto quiere decir que debe tener una ponderación más alto.

2.3.3 Suavización exponencial:

Este método suaviza el paso del tiempo de los pronósticos, esto quiere decir que por cada periodo que pasa va decreciendo la ponderación y así consecutivamente. Un ejemplo de cómo actuaría esta ponderación.

PESO EN $\alpha = 0.05$	
Peso más reciente = $(1 - \alpha)^0$	0.0500
Datos de un periodo anterior = $\alpha (1 - \alpha)^1$	0.0457
Datos de dos periodos anteriores = $\alpha (1 - \alpha)^2$	0.0451
Datos de tres periodos anteriores = $\alpha (1 - \alpha)^3$	0.0429

Figura 16. Ejemplo Suavización Exponencial

Tomado de (Chase & Jacobs, 2014, pág. 499)

Gracias a esta manera de ponderar la suavización exponencial es el método más utilizado al momento de realizar el pronóstico. Es aceptado por estas razones:

1. Los modelos exponenciales son sorprendentemente precisos.
2. Formular un modelo exponencial es relativamente fácil.
3. El usuario puede entender cómo funciona el modelo.
4. Se requieren muy pocos cálculos para utilizar el modelo.
5. Los requerimientos de almacenamiento en la computadora son bajos debido al uso limitado de datos históricos.
6. Es fácil calcular las pruebas de precisión relacionadas con el desempeño del modelo.

La ecuación de un solo pronóstico de uniformidad exponencial es la siguiente:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (\text{Ecuación 9})$$

- F_t = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t
- F_{t-1} = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior
- A_{t-1} = La demanda real para el periodo anterior
- α = El índice de respuesta deseado, o la constante de suavización

Figura 17. Fórmula Suavización Exponencial

Tomado de (Chase & Jacobs, 2014, pág. 500)

Con esta ecuación se busca aumentar la exactitud dentro de los cálculos ya que aumenta una porción del error, esto quiere decir que es la diferencia entre el pronóstico anterior y lo que ocurrió realmente.

2.3.4 Holt:

Es un método de predicción de la demanda, "Permite trabajar con datos que siguen un patrón de tendencia y en base a eso realizar pronósticos" (Gortaire, 2016). Este método utiliza dos constantes para realizar la suavización.

$$\begin{aligned}
 L_t &= \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \\
 T_t &= \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \\
 F_{t+m} &= L_t + mT_t
 \end{aligned}
 \tag{Ecuación 10}$$

L_t	Estimate of the level of the series at time t (Smoothed value),
T_t	Estimate of the trend of the series at time t ,
α	Smoothing constant for the data ($0 < \alpha < 1$),
β	Smoothing constant for the trend estimate ($0 < \beta < 1$),
F_{t+m}	Holt's forecast value for period $t+m$.

Figura 18. Ecuación Holt

Tomado de (Gortaire, 2016)

Para realizar este método, es necesario hacer una iniciación. Se estima L_1 y T_1 , se establece las condiciones $L_1=Y_1$, $T_1=Y_2-Y_1$. Adicional se establece un horizonte m , es el horizonte que se quiere pronosticar.

2.3.5 Winters:

Método de predicción de la demanda que “permite realizar predicciones en base a datos que presente un patrón estacional y manejen tendencia” (Gortaire, 2016). Esta metodología utiliza 3 constantes: alfa, beta y gama.

$$\begin{aligned}
 L_t &= \alpha(Y_t / S_t) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \\
 T_t &= \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \\
 S_{t+p} &= \gamma(Y_t / L_t) + (1 - \gamma)S_t \\
 F_{t+m} &= (L_t + mT_t)S_{t+m}
 \end{aligned}
 \tag{Ecuación 11}$$

L_t	Estimate of the level of the series at time t (Smoothed)
T_t	Estimate of the trend of the series at time t ,
S_t	Seasonal factor at time t ,
α	Smoothing constant for the data ($0 < \alpha < 1$),
β	Smoothing constant for the trend estimate ($0 < \beta < 1$),
γ	Smoothing constant for the seasonal factor ($0 < \gamma < 1$),
p	Periodicity of demand
F_{t+m}	Winter's forecast value for period $t+m$.

Figura 19. Ecuación Winters

Tomado de (Gortaire, 2016)

En este método, las condiciones iniciales son: $L_1=Y_1$, $T_1=Y_2-Y_1$. Adicional, el factor p , determinara cada qué periodo se repite el factor estacional.

2.3.6 Adres:

Método de predicción de la demanda que “permite al valor alfa ser modificado de una manera controlable a medida que existan cambios en el patrón de los datos” (Gortaire, 2016), este método es recomendado, cuando se tiene gran cantidad de objetos a pronosticar.

$$F_{t+1} = \alpha_t Y_t + (1 - \alpha_t) F_t \quad (\text{Ecuación 12})$$

Dónde:

$$\alpha_t = \frac{S_t}{A_t}$$

$$S_t = \beta e_t + (1 - \beta) S_{t-1} \quad (\text{Smoothed error})$$

$$A_t = \beta |e_t| + (1 - \beta) A_{t-1} \quad (\text{Absolute smoothed error})$$

$$e_t = Y_t - F_t \quad (\text{Error})$$

β is a parameter between 0 and 1.

Figura 20. Ecuación Adres

Tomado de (Gortaire, 2016)

2.3.7 Desviación Absoluta Media (MAD):

“Es el error promedio en los pronósticos, mediante el uso de valores absolutos”

(Chase & Jacobs, 2014, pp. 503)

Se calcula con las diferencias entre la demanda real y la pronosticada.

[15.7]

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{i=1}^n |A_i - F_i|}{n} \quad (\text{Ecuación 13})$$

donde

t = Número del periodo

A = Demanda real para el periodo

F = Demanda pronosticada para el periodo

n = Número total de periodos

$| |$ = Símbolo utilizado para indicar el valor absoluto sin tomar en cuenta los signos positivos y negativos

Figura 21. Fórmula MAD

Tomado de (Chase & Jacobs, 2014)

2.3.8 Error Medio (Me):

Métrica que demuestra el sesgo dentro de un pronóstico, es negativa cuando esta sobre el pronóstico y es positiva cuando está bajo el pronóstico.

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t \quad (\text{Ecuación 14})$$

Figura 22. Formula de Error Medio

Tomado de (Gortaire, 2016)

2.3.9 Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE):

Es una métrica cuadrática para el error y tiende a dar más peso a los errores. Su formula es la siguiente.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2} \quad (\text{Ecuación 15})$$

Figura 23. Fórmula Raíz del Error Cuadrático Medio

Tomado de (Gortaire, 2016)

2.3.10 Error Medio Porcentual (MPE):

Mide el porcentaje de Sesgo dentro del pronostico realizado.

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{e_t}{Y_t} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Figura 24. *Fórmula Error Medio Porcentual*

Tomado de (Gortaire, 2016)

2.3.11 Error Medio Porcentual Absoluto (MAPE):

Mide el porcentaje de exactitud dentro del pronóstico realizado.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{Y_t} \quad (\text{Ecuación 17})$$

Figura 25. *Fórmula MAPE*

Tomado de (Gortaire, 2016)

2.3.12 Clasificación ABC:

La clasificación ABC es una forma de clasificar productos, clientes, proveedores o servicios. Sirve para dar mayor importancia a uno o algunos productos, diferenciándolos de otros, está “dada por los siguientes porcentajes del valor total anual, 15% los productos A, 35% los productos B y 50% los productos C” (Chase & Jacobs, 2014, pp. 577)

2.3.13 EOQ:

Es un modelo de cantidad de pedido fijo, significa *economic order quantity*, trata de determinar el punto específico en que se hará un pedido.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (\text{Ecuación 18})$$

Donde:

H = Costo anual de retención

D = Demanda anual de artículos, que ocurre a una tasa cierta y constante en el tiempo, en unidades/año.

S = Costo de adquisición, en dólares/pedido.

Tomado de (Chase & Jacobs, 2014, pág. 567)

3 CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El objetivo de este capítulo es realizar el análisis preliminar de la demanda, el volumen de ventas que se tiene, la distribución de los SKU's dentro de la bodega, así mismo como están manejando la bodega y sus procesos, tomando en cuenta para esto la forma en como manejan la producción de los productos terminados y el almacenamiento de los mismos.

3.1 Descripción del problema:

Para realizar la definición del problema de este proyecto de titulación, se va a utilizar la metodología del árbol de la realidad actual. Esta es una técnica que ayuda a desarrollar ideas para buscar la causa del problema y organizar la

información recolectada con el fin de generar un modelo de relaciones causales para explicar el mismo.

El árbol de la definición del problema está vinculado directamente con el árbol de “Solución de Problemas”, lo cual nos permite comprender como el problema fue definido y solucionado definitivamente.

3.1.1 ¿Qué es un problema?

Se identificó que no existe una correcta gestión de inventario por parte de gerencia de la imprenta. No cuentan con un estudio de pronósticos de la demanda, en consecuencia a esto, sus órdenes de producción son aleatorias. Estas órdenes dependen de la persona encargada de bodega, como resultado, la planificación de la producción depende de la percepción y sentido común del personal de bodega.

Se evidenció que al momento de despachar el producto, la persona encargada de hacerlo no cuenta con un registro de despacho, es decir, no tiene control de las cantidades que salen de bodega.

Por otro lado, dentro de la bodega de producto terminado existe un inventario elevado en la mayoría de elementos del inventario. Los *ítems* están apilados en desorden, igualmente, las perchas no cuentan con la adecuada señalización y están llenos de polvo.

3.1.2 ¿Por qué es un problema?

Se cotejó que es un problema la falta de planificación por parte de gerencia, esto hace que la empresa dependa de la persona encargada de bodega para poder realizar las órdenes de producción; en consecuencia, se están generando costos

elevados dentro del inventario de producto terminado. Así mismo, esta forma de manejar la empresa, muchas veces, genera incertidumbre sobre qué productos continuar produciendo, o cuáles sacar de la cartera de productos, y también la cantidad de inventario real con el que la bodega cuenta en un instante determinado de tiempo.

3.1.3 ¿Dónde se presenta el problema?

El problema está enfocado directamente a la gestión por parte de gerencia, dirigido al nivel de servicio que la empresa mantiene hacia el cliente, el cual, es alto. Por esto, el inventario que ellos tienen en bodega también es alto, lo cual, deriva en tener altos costos de inventario.

Algo importante de mencionar es que el problema se ocasiona debido a la forma de administrar el inventario de producto terminado, porque lo hacen de manera tradicional y empírica. Los elementos del inventario están distribuidos de manera ineficiente, no se tiene señalización, igualmente, el desorden dentro de la bodega es evidente. A continuación, en la figura 26, se puede observar el estado actual de la bodega.



Figura 26. Imágenes bodega

3.1.4 ¿Cuándo se presenta el problema?

Este problema se presenta hace algún tiempo, 2016, cuando; el desorden y la mala gestión dio como resultado retraso al momento de entregar pedidos. A inicios del año 2017 gerencia busca analizar qué producto sacar del mercado para reemplazarlo por nuevos productos, debido a que, el espacio dentro de bodega no es suficiente. No obstante, no logra cumplir con su cometido por no tener los datos ni el conocimiento adecuado para realizar lo buscado. Finalmente, en el trimestre final del año 2017 produjeron nuevos productos, los cuáles ajustaron el espacio dentro de bodega.

3.1.5 ¿Cómo se presenta el problema?

Este problema constituye un valor económico para la empresa, enfocado en las existencias que tienen dentro de la bodega, la forma en como la administran y en el costo de mantenimiento de todo el producto terminado de bautizos.

Para obtener el costo de mantenimiento se utilizó la siguiente formula:

$$CM = CP + CAlm + Cper + Cservb \quad (\text{Ecuación 19})$$

Adaptado de (Guerrero, 2009, pp.19)

Por lo tanto, se puede decir que el CP, costo de producción, se obtendrá de la siguiente formula.

$$\sum_{i=1}^n (Cp \text{ Unitario}_i * \text{Inventario en existencia}_i) \quad (\text{Ecuación 20})$$

Para el 13 de Marzo del 2018, el día que se culminó de contar el inventario de bautizo, el costo, en dólares americanos, de la producción de todos los productos terminados de bautizo es: 47234,74.

El costo mensual del espacio físico de la bodega, que utilizan es el siguiente: 55 dólares. Por otra parte, el coste mensual de la persona, que está encargada de administrar la bodega es: 540 dólares, así mismo, el costo de los servicios básicos involucrados en el proceso de almacenamiento son: 75 dólares.

De las evidencias anteriores, se puede decir, que el costo de mantenimiento mensual es la suma de: costo de producción, costo de arrendamiento, costo de operador y costo de servicios básicos; el costo de mantenimiento que la empresa tiene de los elementos de inventario de bautizos es de: 47849.74 dólares mensuales.

3.2 Indicadores

Para realizar este proyecto de titulación, y como parte de la definición del estado actual se va a plantear 2 indicadores.

- Primer indicador es: meses de inmovilización promedio de inventario, es el tiempo que un objeto permanece dentro del inventario.
- El segundo indicador es nivel de rotación, es una medida de eficiencia de la cadena de suministro, (Chase, 2014, pp. 388).

Con estos indicadores se busca obtener cuanto existe en exceso de inventario y cuantas veces rota el inventario.

3.2.1 Meses de inmovilización promedio de Inventario

Para calcular este indicador se va a utilizar la siguiente fórmula.

$$\text{Meses de inmovilización promedio de inventario} = \frac{\text{Cantidad de Inventario}}{\text{Venta promedio}}$$

(Ecuación 21)

Aplicando la fórmula antes mencionada, se obtiene la siguiente tabla 3, donde se puede visualizar los meses de permanencia de inventario de cada par de productos de bautizo

Tabla 3.

Meses de inmovilización histórico

Demanda 2017	VENTA PROMEDIO	INVENTARIO PROMEDIO	MESES DE INMOVILIZACIÓN INVENTARIO
B-049/ B-050	72,92	1100	15,09
B-051/ B-052	581,25	1600	2,75
B-051 E/ B-052 E	173,08	4600	26,58
B-065/ B-066	112,92	4600	40,74
B-069/ B-070	100,33	2200	21,93
B-071/ B-072	188,17	950	5,05
B-073/ B-074	65,67	800	12,18
B-075/ B-076	44,08	800	18,15
B-077/ B-078	60,00	700	11,67
B-079/ B-080	414,25	2200	5,31
B-083 M/ B-083 H	387,58	1850	4,77
B-087/ B-088	345,33	3500	10,14
B-089/ B-090	145,25	6000	41,31
B-091/ B-092	212,92	1700	7,98
B-093/ B-094	251,75	2300	9,14
B-095/ B-096	537,42	2300	4,28
B-097/ B-098	305,08	2750	9,01
B-099/ B-100	296,75	3450	11,63
B-101/ B-102	82,50	2400	29,09
B-103/ B-104	613,92	2250	3,66
B-105/ B-106	509,25	1450	2,85
B-107/ B-108	922,83	3150	3,41
B-109/ B-110	185,33	2250	12,14

B-111/ B-112	186,58	800	4,29
B-113/ B-114	54,00	3200	59,26
B-113 E/ B-114 E	56,33	3200	56,80
B-CAJA H/ B-CAJA M	128,50	2400	18,68
			16,59
			PROMEDIO

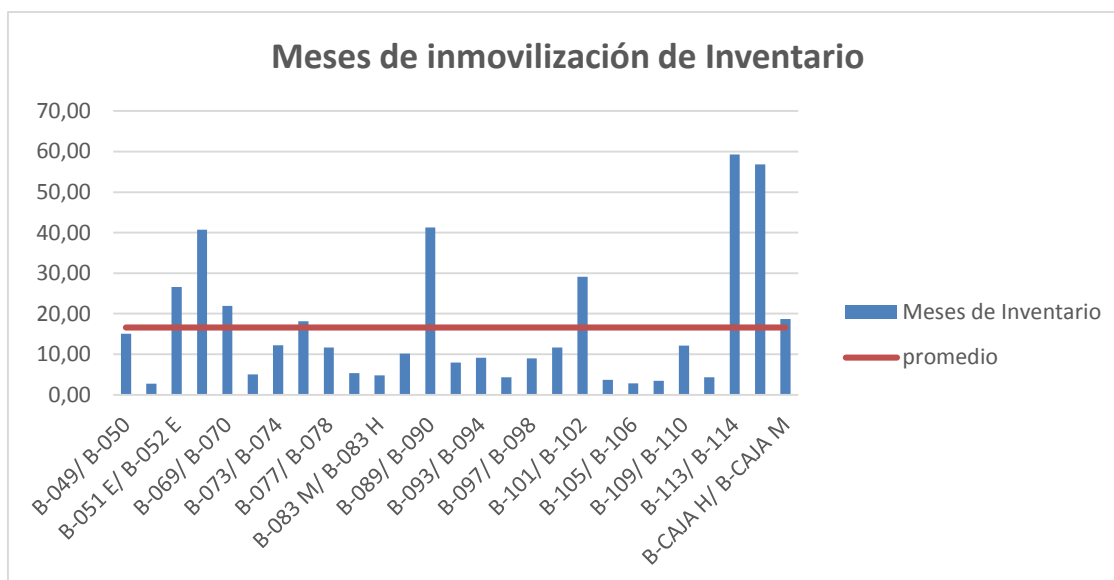


Figura 27. Meses de Inmovilización de Inventario

Después de calcular los meses de inventario se procede a calcular las veces en exceso que se tiene de inventario con la siguiente fórmula. Para realizar este cálculo, hay que aclarar que la empresa tiene una política de inventario de 3 veces más del tiempo de ciclo de producción. Por otro lado, el tiempo de ciclo que se tiene en planta es de 2 días. El cálculo del exceso de inventario está dado por las siguientes formulas:

$$\text{Veces en Exceso} = \frac{\text{Política} + \text{Tiempo de Ciclo Total}}{\text{Promedio de Inmovilización de Inventario}}$$

(Ecuación 22)

Después de obtener las veces en exceso de inventario se procede a calcular el costo teórico con la siguiente fórmula.

$$\text{Costo Teórico} = \frac{\text{Costo Real de Mantener}}{\text{Veces de Exceso}} \quad (\text{Ecuación 23})$$

Tabla 4.

Veces en exceso de inventario

PROMEDIO	16,59	
POLITICA	3	VECES
TCT	2	DÍAS
VECES DE EXCESO	3	VECES MÁS
COSTO ANUAL DE MANTENER REAL	\$ 47.243,74	
COSTO TEÓRICO	\$ 17.088,31	
EXCESO	64%	
EXCESO EN \$	\$ 30.155,43	

TCT significa: tiempo de ciclo total.

Luego de realizar los cálculos pertinentes, se obtuvo, que la empresa tiene 3 veces en exceso de inventario, esto representa un 64% más de inventario que el que necesita, en términos monetarios se traduce en: \$30115.43 dólares mensuales.

3.2.2 Rotación de Inventario

Para calcular este indicador se va a utilizar la siguiente fórmula, mencionada antes en el capítulo 2.

$$\text{Número de Veces de Rotación} = \frac{\text{Unidades Vendidas} * \text{Costo Unitario total}}{\text{Inventario Promedio}}$$

(Ecuación 24)

Aplicando la fórmula antes mencionada, se obtiene la siguiente tabla 5, donde se puede visualizar la rotación de los SKU's de bautizo.

Tabla 5.

Rotación de Inventario

Demanda 2017	UNIDADES VENDIDAS ANUALES	INVENTARIO PROMEDIO	Rotación
B-049/ B-050	875	1100	0,795
B-051/ B-052	6975	1600	4,359
B-051 E/ B-052 E	2077	4600	0,452
B-065/ B-066	1355	4600	0,295
B-069/ B-070	1204	2200	0,547
B-071/ B-072	2258	950	2,377
B-073/ B-074	788	800	0,985
B-075/ B-076	529	800	0,661
B-077/ B-078	720	700	1,029
B-079/ B-080	4971	2200	2,260
B-083 M/ B-083 H	4651	1850	2,514
B-087/ B-088	4144	3500	1,184
B-089/ B-090	1743	6000	0,291
B-091/ B-092	2555	1700	1,503
B-093/ B-094	3021	2300	1,313
B-095/ B-096	6449	2300	2,804
B-097/ B-098	3661	2750	1,331
B-099/ B-100	3561	3450	1,032
B-101/ B-102	990	2400	0,413
B-103/ B-104	7367	2250	3,274
B-105/ B-106	6111	1450	4,214
B-107/ B-108	11074	3150	3,516
B-109/ B-110	2224	2250	0,988
B-111/ B-112	2239	800	2,799
B-113/ B-114	648	3200	0,203
B-113 E/ B-114 E	676	3200	0,211
B-CAJA H/ B-CAJA M	1542	2400	0,643

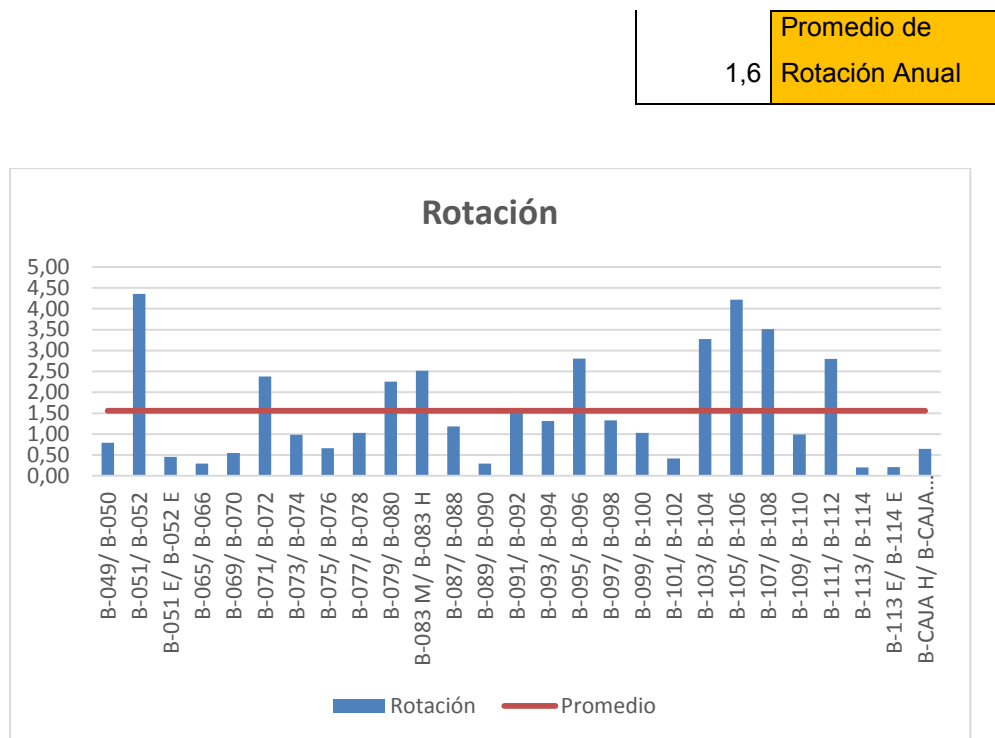


Figura 28. Rotación

El promedio de rotación, obtenido de la tabla 5, es el promedio anual de rotación de todo el inventario, esto quiere decir que, el inventario en promedio rota en su totalidad 1.6 veces al año.

3.3 Árbol de Problemas

Después de haber planteado los indicadores, se procede a realizar el árbol de problemas. En la figura 29 se puede observar el árbol del problema elaborado.

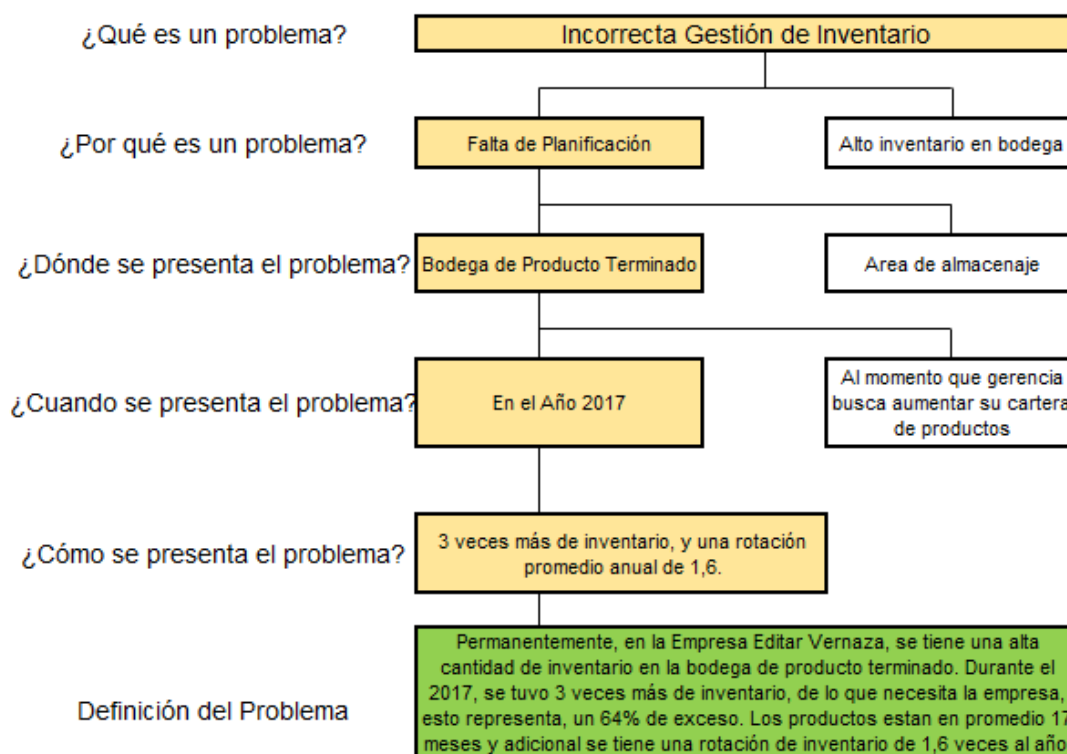


Figura 29. Árbol de definición del problema

En conclusión, se puede decir que el problema que se encontró en; Editar Vernaza, es que tiene alta cantidad de inventario, dentro de la bodega de producto terminado, adicional a esto, en el año 2017, tuvo 3 veces más inventario de lo necesario, esto representa un 64% de exceso en su inventario y, su rotación es 1.6 veces al año.

4 CAPÍTULO IV: CAUSA RAÍZ DEL PROBLEMA

Dentro de la metodología de mejora continua, el análisis, la formulación, y solución de problemas, está el siguiente paso: buscar la causa raíz. Éste es; “Un factor causal, es la falla de un equipo o un error humano que provocó un problema de calidad o permitió que las consecuencias de un problema de calidad fueran peores que lo esperado” (Rooney & Heuvel, 2003).

Se buscará identificar la causa raíz del problema encontrado en el capítulo anterior de la siguiente manera; primero se realizó una lluvia de ideas de las posibles causas de este problema. A continuación se va a observar la lluvia de ideas realizada en la imprenta.

4.1. Lluvia de ideas

Esta lluvia de ideas se realizó con los trabajadores y con el gerente de la empresa.

- Falta de capacitación del personal.
- No cuentan con hojas de registro “kardex”.
- No existe cálculo del ‘stock’ de seguridad.
- No cuentan con plan maestro de la producción.
- No realizan predicción de la demanda.
- No hay planificación de producción.
- No se controla rotación de inventario.
- No se controla indicadores clave de manejo inventarios.
- No se mide la exactitud.
- No se mide el sesgo.
- No hay conteo de ciclo del inventario.
- Método de conteo inadecuado.
- Se cuenta una sola vez al año.
- Se realiza el plan de compras de manera empírica.
- Depende de una persona encargada de bodega.
- No existe programa de planificación de inventario.

Después de haber realizado la lluvia de ideas, se procedió a analizar la causa raíz, utilizando 2 metodologías de análisis causal. Estas metodologías son;

diagrama de causa-efecto, “también llamados diagramas de espina de pescado, muestran las relaciones propuestas hipotéticamente entre causas potenciales y el problema que se estudia” (Chase & Jacobs, 2014, p. 292), y los 5 por que, “es una técnica simple para determinar la causa raíz de un problema” (ASQ, 2018)

A continuación; se va a realizar las dos metodologías antes mencionadas.

4.1 Diagrama Causa-Efecto

Como se menciona en el capítulo 2, se realizó dos diagramas causa-efecto, sobre el problema encontrado en el árbol de problemas.

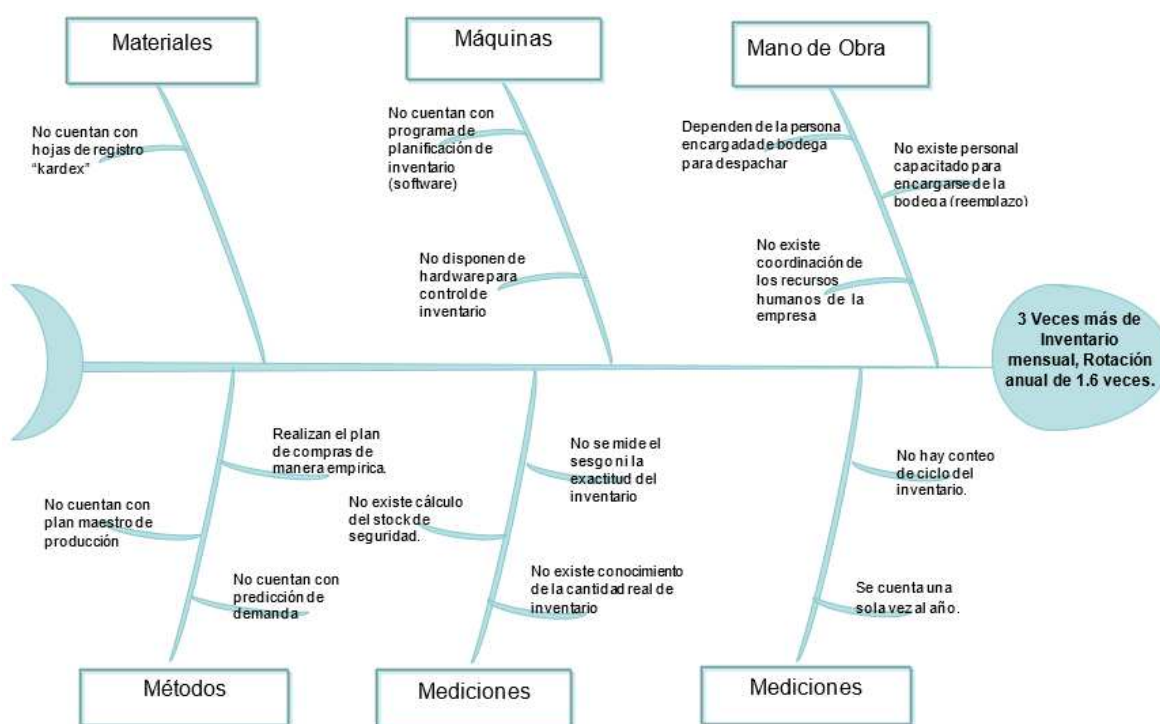


Figura 30. Diagrama causa-efecto

4.2 Los 5 por qué

El problema de este proyecto de titulación es el que se obtuvo del árbol del problema en el capítulo anterior, y es el siguiente: permanentemente, en la empresa Editar Vernaza, se tiene una alta cantidad de inventario en la bodega de producto terminado. Durante el 2017 se tuvo 3 veces más de inventario, esto representa, un 64% de exceso. Adicional se tiene una rotación de 1.6 veces al año.

En resumen el problema que tiene la empresa es: su cantidad de inventario dentro de la bodega es de 3 veces más del inventario necesario y una rotación de 1.6 veces al año.

4.2.1 3 veces más de inventario y rotación anual de inventario de 1.6.

1. ¿Por qué?

Porque la cantidad de inventario en bodega es de 3 veces de la necesaria y su rotación anual de inventario es de 1.6

2. ¿Por qué?

Manejan las órdenes de producción de forma empírica.

3. ¿Por qué?

No calculan el punto de re-orden, ni el stock de seguridad.

4. ¿Por qué?

No cuentan con plan maestro de producción.

5. ¿Por qué?

No manejan predicción de la demanda.

En conclusión, después de analizar las causas raíces del problema encontrado, se puede concluir que, Editar Vernaza no maneja de manera correcta la predicción de la demanda, lo cual conlleva a que, no tienen un plan maestro de

producción, también, no realizan indicadores de gestión del inventario. Por otro lado, dependen de una sola persona para manejar el inventario, adicional, su plan de comprar se maneja de manera empírica.

5 CAPÍTULO V: PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Dentro de este capítulo, se va a proponer diferentes soluciones para los problemas encontrados en el capítulo anterior. Primero se va a realizar una clasificación por familias de productos, basados en los procesos de producción que tiene cada producto.

5.1. Clasificación por familias

Se realizó la clasificación de familias de productos de acuerdo a los procesos de producción compartidos por cada uno, es decir, que cada SKU que comparta los mismos procesos productivos, son considerados como una familia. Los números que se pueden visualizar en la parte derecha de la tabla, son un código que se asignó a cada proceso, es decir, que cada el ítem de todas las familias pasan por los mismos procesos. La siguiente tabla 6 muestra cómo se realizó la clasificación por familias.

Tabla 6.

Clasificación por Familias

Productos / Operaciones	1	2	3	4	5	6	
	Cortar	Imprimir	Colocar pan de oro	Troquelar/ Repujado	Aplicar alto relieve	Cortar producto final	
B-049/ B-050	x	x				x	126
B-051/ B-052	x	x				x	126
B-051 E/ B-052 E	x	x				x	126
B-065/ B-066	x	x		x		x	1246
B-069/ B-070	x	x	x	x			1234
B-071/ B-072	x	x				x	126
B-073/ B-074	x	x	x	x			1234
B-075/ B-076	x	x	x			x	1236
B-077/ B-078	x	x	x			x	1236
B-079/ B-080	x	x	x			x	1236
B-083 M/ B-083 H	x	x	x			x	1236
B-087/ B-088	x	x	x			x	1236
B-089/ B-090	x	x	x			x	1236
B-091/ B-092	x	x	x	x			1234
B-093/ B-094	x	x				x	126
B-095/ B-096	x	x				x	126
B-097/ B-098	x	x	x			x	1236
B-099/ B-100	x	x	x			x	1236
B-101/ B-102	x	x	x	x			1234
B-103/ B-104	x	x	x			x	1236
B-105/ B-106	x	x	x			x	1236
B-107/ B-108	x	x		x			123
B-109/ B-110	x	x		x	x		1245
B-111/ B-112	x	x	x				123
B-113/ B-114	x	x	x	x			1234
B-113 E/ B-114 E	x	x				x	126
B-CAJA H/ B-CAJA M	x	x		x			123

Después de realizar la clasificación por familias, se realizó un resumen en el cual se muestra el resumen de familias que se obtuvo.

Tabla 7.

Resumen Clasificación por Familias

Familia	Productos
1	B-049/ B-050
	B-051/ B-052
	B-051 E/ B-052 E
	B-071/ B-072
	B-093/ B-094

	B-095/ B-096
	B-113 E/ B-114 E
2	B-075/ B-076
	B-077/ B-078
	B-079/ B-080
	B-083 M/ B-083 H
	B-087/ B-088
	B-089/ B-090
	B-097/ B-098
	B-099/ B-100
	B-103/ B-104
	B-105/ B-106
3	B-073/ B-074
	B-091/ B-092
	B-101/ B-102
	B-113/ B-114
4	B-065/ B-066
5	B-109/ B-110
6	B-111/ B-112
	B-CAJA H/ B-CAJA M
7	B-107/ B-108

Igualmente luego de obtener la tabla de la clasificación de las familias, se procedió a agrupar las demandas de cada familia. Para así tener mayor claridad de lo que se debe pronosticar. En la siguiente tabla 8, se visualizara las demandas de cada familia con las cuáles, se procederá a realizar la predicción de la demanda.

Tabla 8.

Demanda por Familias

Familia	Demanda											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	420	2388	661	1356	2600	2136	2901	2799	730	1750	2498	2092
2	2253	1924	2893	3074	4379	4390	4163	3398	2361	2749	3426	2448
3	250	236	218	412	776	518	789	430	577	298	1021	660
4	40	60	400	50	288	60	60	35	50	24	144	144
5	250	118	141	278	420	390	354	377	501	240	204	288
6	186	170	94	94	247	247	50	54	586	558	469	1026
7	877	886	1022	987	1607	1250	1301	696	494	440	858	656

La demanda total de cada familia es la siguiente:

Tabla 8.

Demanda Total por Familia

Demanda		
Familia 1	22331	26%
Familia 2	37458	44%
Familia 3	6185	7%
Familia 4	1355	2%
Familia 5	3561	4%
Familia 6	3781	4%
Familia 7	11074	13%
Total	85745	

Como cuestión de análisis, se realizó un diagrama de Pareto, con el fin de encontrar cual es la familia más importante entre las 7 familias identificadas, adicional se realizó un diagrama de pastel para poder visualizar de mejor manera cuál de las 7 familias abarca en más cantidad la demanda anual de la empresa.

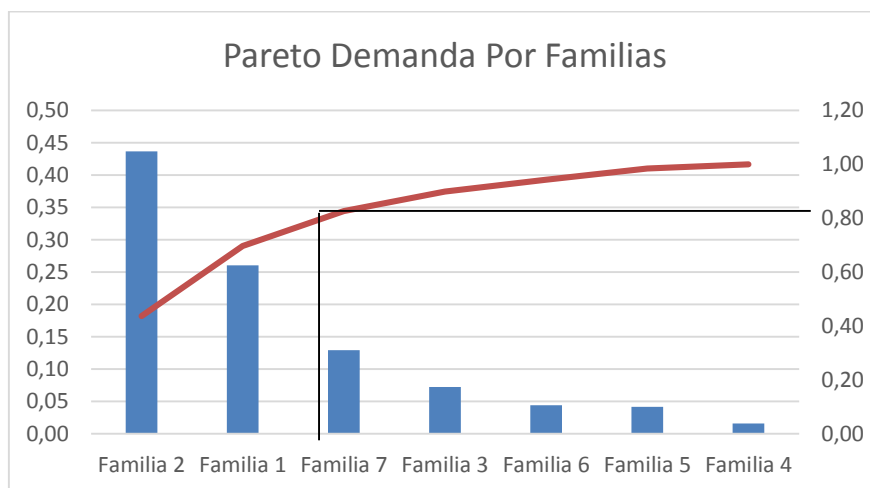


Figura 31. Pareto Demanda por Familias

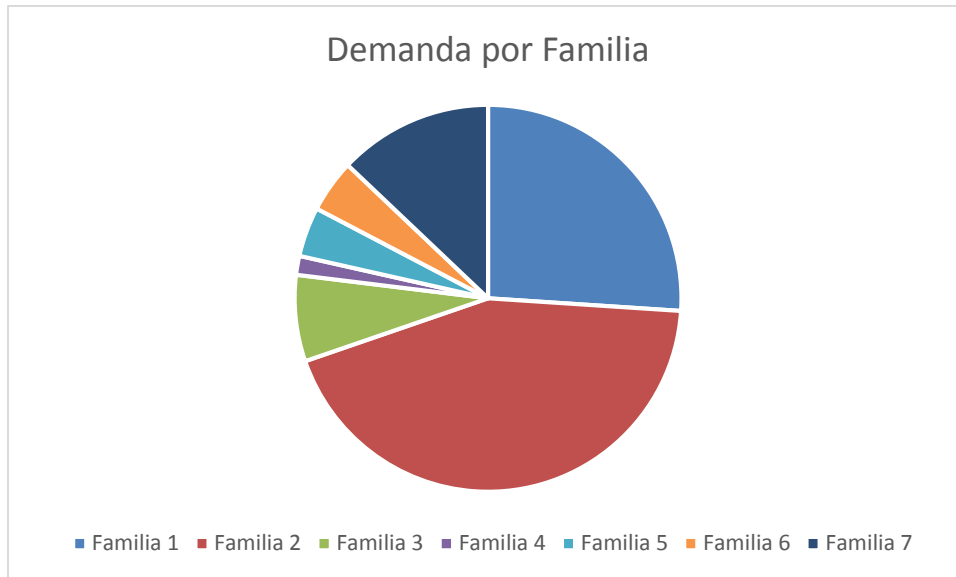


Figura 32. Pastel Demanda por Familia

En conclusión, luego de analizar los dos gráficos se puede determinar, que la familia que comprende más demanda anual dentro de la empresa es la familia 2.

5.2. Predicción de la Demanda

En cuanto a la predicción de la demanda, se la va a realizar considerando diferentes escenarios de pronósticos, las metodologías a utilizar, mencionados en el capítulo 2, son los siguientes: *moving average*, *weighted moving average*, *single exponential smoothing*, *holts*, *winters* y *adres*.

Para encontrar el mejor pronóstico de la demanda, se realizó mediante el uso de una herramienta de análisis de datos de Microsoft Excel, esta herramienta se llama *solver*. Con esta herramienta lo que se buscó es, minimizar un error dentro de los que se utilizó para comparar cual es el mejor pronóstico de la demanda; Los errores están detallados en el capítulo 2 de este proyecto de titulación; el

error que se enfocó este análisis es el mape, el cual mide la exactitud del pronóstico realizado por las diferentes metodologías. Por lo tanto al minimizar el mape, se puede decir que la exactitud de los pronósticos realizados dentro de esta tesis tendrá alto nivel de exactitud.

Dentro de esta programación lineal realizada para obtener el la minimización del pronóstico, dos de las 6 metodologías no cuentan con función objetivo por no tener coeficientes de suavización presentes en las otras metodologías, estas metodologías que no cuentan con la programación lineal son:

- *Moving average*
- *Weighted moving average*

Por otro lado las funciones objetivo y las restricciones de los métodos restantes están representados en la siguiente tabla.

Tabla 9.

Ecuaciones de Minimización

Método	Ecuaciones a Minimizar	Restricciones
SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING	$F_2 = \alpha Y_1 + (1 - \alpha) F_1$	$0 \leq \alpha \leq 1$
HOLT	$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$ $T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$ $F_{t+m} = L_t + mT_t$	$0 \leq \alpha \leq 1$ $0 \leq \beta \leq 1$
WINTERS	$L_t = \alpha(Y_t / S_t) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$ $T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$ $S_{t+q} = \gamma(Y_t / L_t) + (1 - \gamma)S_t$ $F_{t+m} = (L_t + mT_t)S_{t+m}$	$0 \leq \alpha \leq 1$ $0 \leq \beta \leq 1$ $0 \leq \gamma \leq 1$
ADRES	$F_{t+1} = \alpha_t Y_t + (1 - \alpha_t) F_t$ $\alpha_t = \left \frac{S_t}{A_t} \right $ $S_t = \beta e_t + (1 - \beta) S_{t-1}$ $A_t = \beta e_t + (1 - \beta) A_{t-1}$ $e_t = Y_t - F_t$	$0 \leq \alpha \leq 1$ $0 \leq \beta \leq 1$

Para probar lo antes mencionado, se va a realizar una prueba primero con la familia 2, la cual representa el 44% de la demanda manejada anualmente por la empresa.

A continuación se va a mostrar los resultados que se obtuvo luego de minimizar el Mape dentro de las diferentes metodologías de pronósticos para la familia 2.

5.2.1 Familia 2

Tabla 10.

Resumen Familia 2

FAMILIA 2							
	Moving Average	Moving Average	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing	HOLTS	WINTERS	ADRES
alfa			3	0,99	0,99	0,99	
beta			2		0,10	0,10	0,39954542
gama			1			0,10	
p						2	
m	3	6	3		1	1	1
MAD	856	738	748	574	673	673	636
MPE	-0,03	-0,18	-0,03	-0,02	0,03	0,03	-0,02
MAPE	0,27	0,27	0,24	0,19	0,22	0,22	0,21
RMSE	988,19	874,75	885,38	742,63	815,24	815,28	808,85

Como se mencionó antes, se minimizo el error MAPE, el resultado de esta minimización nos da que la metodología de pronóstico con menor error es el *single exponential smoothing*. En la siguiente tabla se puede apreciar el escenario seleccionado para la familia 2 con su respectivo pronóstico.

Tabla 11.

Escenario Seleccionado Familia 2

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	2.253	2.253	0	0,00	0,00	0,00	0
2	1.924	2.253	-329	329,00	-0,17	0,17	108.241
3	2.893	1.927	966	965,71	0,33	0,33	932.596
4	3.074	2.883	191	190,66	0,06	0,06	36.350
5	4.379	3.072	1.307	1306,91	0,30	0,30	1.708.005
6	4.390	4.366	24	24,07	0,01	0,01	579
7	4.163	4.390	-227	226,76	-0,05	0,05	51.420
8	3.398	4.165	-767	767,27	-0,23	0,23	588.700
9	2.361	3.406	-1.045	1044,67	-0,44	0,44	1.091.341
10	2.749	2.371	378	377,55	0,14	0,14	142.546
11	3.426	2.745	681	680,78	0,20	0,20	463.455
12	2.448	3.419	-971	971,19	-0,40	0,40	943.214

En el siguiente grafico se va a apreciar que el pronóstico de la demanda obtenido, tiene un comportamiento similar a los datos de demanda adquiridos del año pasado, esto quiere decir que la exactitud del pronóstico es lo más exacta posible.

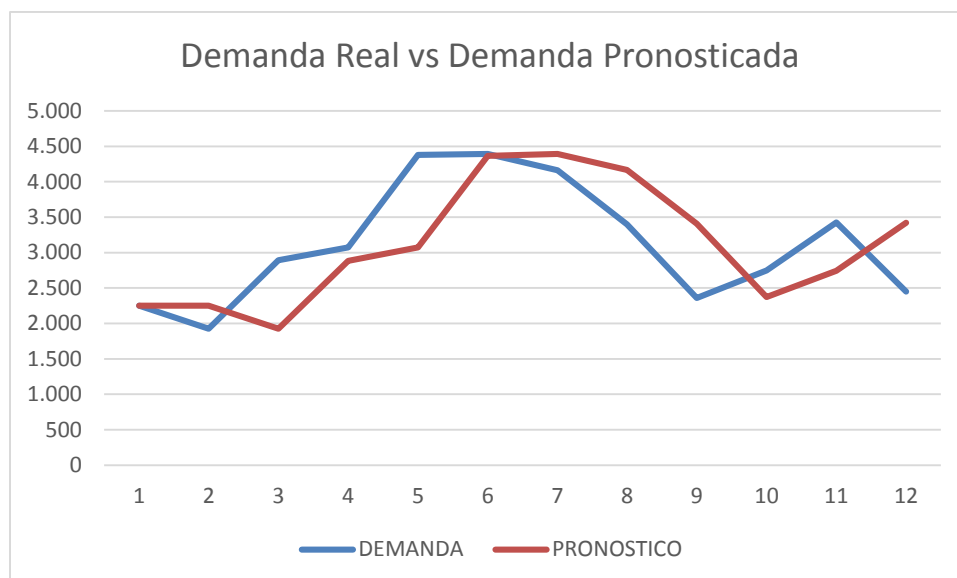


Figura 33. Demanda Real vs Demanda Pronosticada Familia 2

Con el análisis de los datos y los gráficos obtenidos se puede determinar qué; el método de minimizar el error MAPE; es el adecuado y seleccionado para todas las familias de este estudio. Por lo tanto se realizó el mismo método de minimización para las demás familias, obteniendo sus respectivos pronósticos.

5.2.2 Familia 1

Tabla 12.

Resumen Familia 1

FAMILIA 1							
	Moving Average	Moving Average	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing	HOLTS	WINTERS	ADRES
alfa			3	0,47	0,63	0,99	
beta			2		0,40	0,18	0,1
gama			1			0,93	
p						2	
m	3	6	3		1	1	1

MAD	722	695	640	721	1.009	1.080	815
MPE	-0,12	-0,20	-0,14	-0,09	-0,92	-0,99	-0,38
MAPE	0,51	0,49	0,47	0,51	1,06	1,11	0,68
RMSE	877,34	854,59	895,25	1027,07	1527,7 4	1587,91	1041,07

Como se puede apreciar, el error que se va a considerar es el MAPE, este error mide la exactitud del pronóstico, por lo tanto, se puede escoger cual escenario es el más exacto.

El escenario seleccionado de la primera familia es el de *weighed moving average* y su tabla es la siguiente:

Tabla 13.

Escenario Seleccionado Familia 1

WEIGHTED MOVING AVERAGE							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	420						
2	2.388						
3	661						
4	1.356	1197	160	159,50	0,12	0,12	25.440
5	2.600	1296	1304	1303,67	0,50	0,50	1.699.547
6	2.136	1862	274	273,83	0,13	0,13	74.985
7	2.901	2161	740	740,33	0,26	0,26	548.093
8	2.799	2596	203	203,17	0,07	0,07	41.277
9	730	2723	-1993	1992,50	-2,73	2,73	3.970.056
10	1.750	1782	-32	31,50	-0,02	0,02	992
11	2.498	1585	913	913,17	0,37	0,37	833.873
12	2.092	1954	138	138,00	0,07	0,07	19.044

En el siguiente gráfico podemos apreciar la comparación de la demanda real vs su pronóstico.

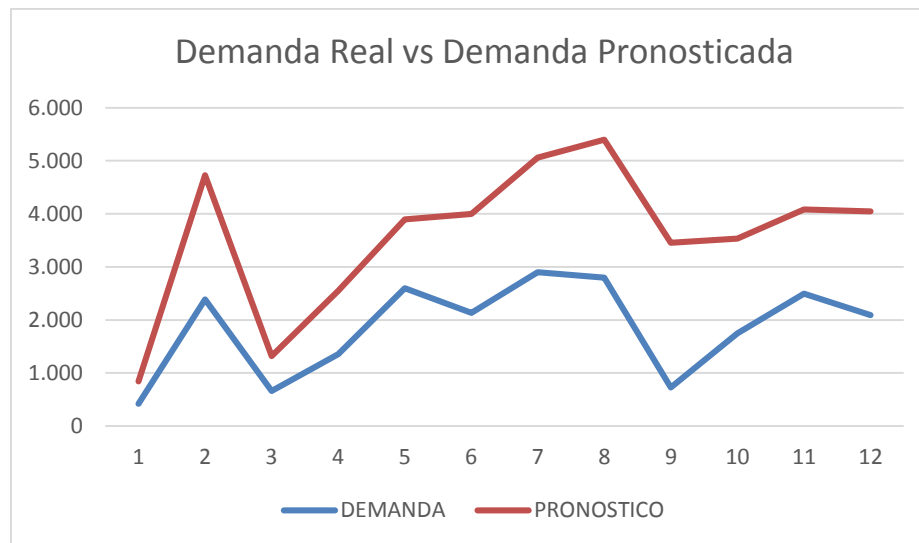


Figura 34. Demanda Real vs Demanda Pronosticada Familia 1

Por lo tanto, podemos ver cuál sería la predicción de la demanda, que se obtiene de esta familia.

5.2.3 Familia 3

Tabla 14.

Resumen Familia 3

FAMILIA 3							
	Moving Average	Moving Average	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing	HOLTS	WINTERS	ADRES
alfa			3	0,36	0,38	0,44	
beta			2		0,10	0,10	0,40747863
gama			1			0,10	
p						2	
m	3	6	3		1	1	1
MAD	235	216	232	172	193	198	200
MPE	0,05	0,00	0,03	0,06	0,05	0,02	-0,06
MAPE	0,41	0,37	0,40	0,30	0,33	0,34	0,37

RMSE	302,65	273,69	298,04	263,03	268,05	272,07	283,32
-------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Como se puede apreciar, el error que se va a considerar es el MAPE, este error mide la exactitud del pronóstico, por lo tanto, se puede escoger cual escenario es el más exacto. El escenario seleccionado de la primera familia es el de *single exponential smoothing* y su tabla es la siguiente:

Tabla 15.

Escenario Seleccionado Familia 3

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	250	250	0	0,00	0,00	0,00	0
2	236	250	-14	14,00	-0,06	0,06	196
3	218	245	-27	27,02	-0,12	0,12	730
4	412	235	177	176,60	0,43	0,43	31.188
5	776	298	478	477,74	0,62	0,62	228.233
6	518	468	50	49,68	0,10	0,10	2.468
7	789	486	303	303,00	0,38	0,38	91.808
8	430	594	-164	163,86	-0,38	0,38	26.849
9	577	536	41	41,47	0,07	0,07	1.720
10	298	550	-252	252,29	-0,85	0,85	63.651
11	1.021	460	561	560,51	0,55	0,55	314.175
12	660	660	0	0,01	0,00	0,00	0

En el siguiente grafico se va a poder visualizar una comparación entre: la demanda real y la demanda pronosticada.

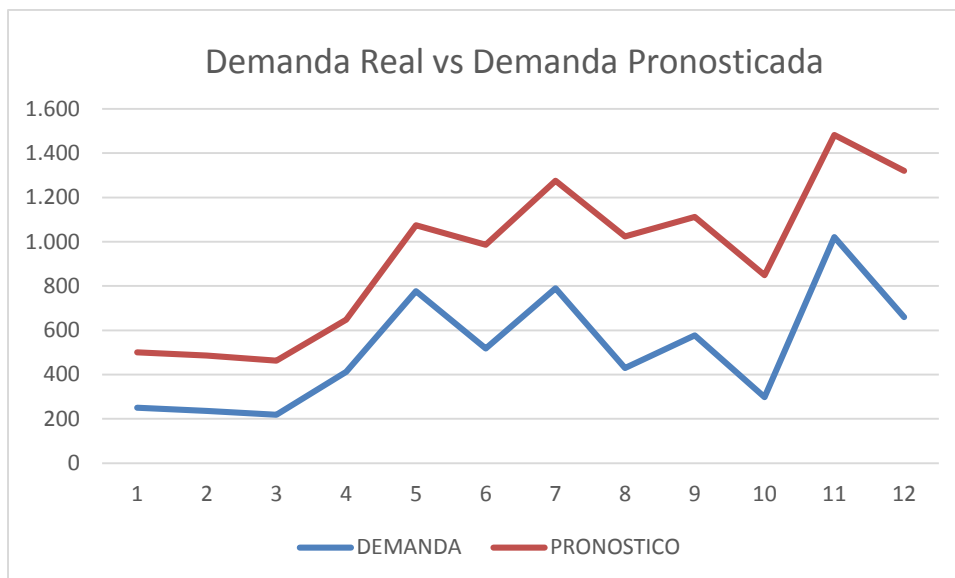


Figura 35. Demanda Real vs Demanda Pronosticada Familia 3

Por lo tanto, podemos ver cuál sería la predicción de la demanda, que se obtiene de esta familia.

5.2.4 Familia 4

Tabla 16.

Resumen Familia 4

FAMILIA 4							
	Moving Average	Moving Average	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing	HOLTS	WINTERS	ADRES
alfa			3	0,03	0,68	0,69	
beta			2		0,10	0,10	0,6927461
gama			1			0,10	
p						2	
m	3	6	3		1	1	1
MAD	89	85	88	71	116	116	107
MPE	-0,99	-1,44	-0,97	0,07	-1,10	-1,08	-0,85
MAPE	1,36	1,76	1,32	0,47	1,49	1,48	1,32
RMSE	102,68	87,75	104,69	135,32	157,91	158,46	160,86

Como se puede apreciar, el error que se va a considerar es el MAPE, este error mide la exactitud del pronóstico, por lo tanto, se puede escoger cual escenario es el más exacto. El escenario seleccionado de la primera familia es el de *single exponential smoothing* y su tabla es la siguiente:

Tabla 17.

Escenario Seleccionado Familia 4

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	40	40	0	0,00	0,00	0,00	0
2	60	40	20	20,00	0,33	0,33	400
3	400	41	359	359,35	0,90	0,90	129.130
4	50	52	-2	2,38	-0,05	0,05	6
5	288	52	236	235,69	0,82	0,82	55.552
6	60	60	0	0,00	0,00	0,00	0
7	60	60	0	0,00	0,00	0,00	0
8	35	60	-25	25,00	-0,71	0,71	625
9	50	59	-9	9,18	-0,18	0,18	84
10	24	59	-35	34,88	-1,45	1,45	1.217
11	144	58	86	86,25	0,60	0,60	7.440
12	144	61	83	83,44	0,58	0,58	6.962

En el siguiente grafico se va a poder visualizar una comparación entre: la demanda real y la demanda pronosticada.

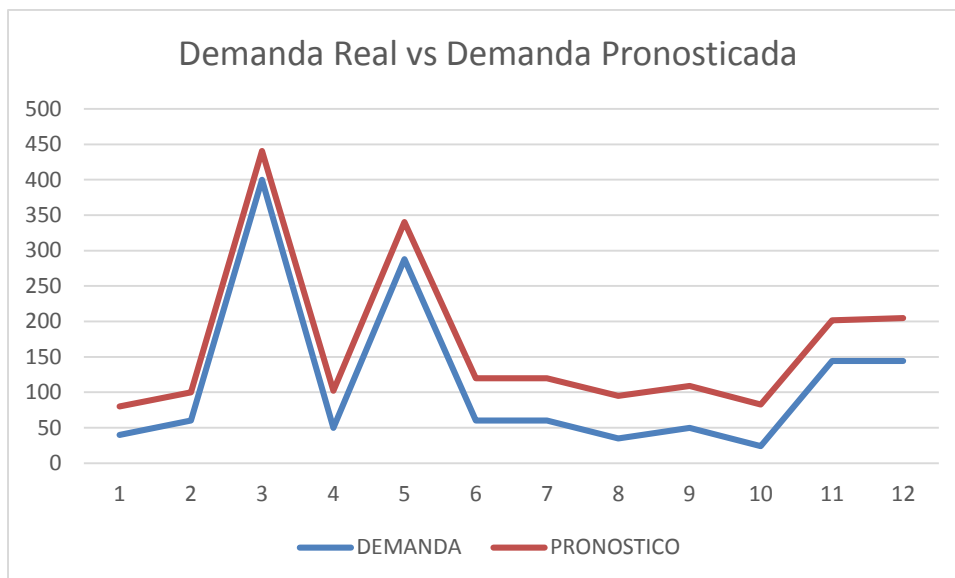


Figura 36. Demanda Real vs Demanda Pronosticada Familia 4

Por lo tanto, podemos ver cuál sería la predicción de la demanda, que se obtiene de esta familia.

5.2.5 Familia 5

Tabla 18.

Resumen Familia 5

FAMILIA 5							
	Moving Average	Moving Average	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing	HOLTS	WINTERS	ADRES
alfa			3	0,82	0,98	0,98	
beta			2		0,18	0,18	0,5609474
gama			1			0,10	
p						2	
m	3	6	3		1	1	1
MAD	108	123	103	84	109	109	99
MPE	-0,02	-0,14	-0,02	-0,10	0,20	0,20	-0,12
MAPE	0,35	0,42	0,341	0,336	0,41	0,41	0,40
RMSE	131,95	130,78	126,23	116,55	146,54	146,40	121,13

Como se puede apreciar, el error que se va a considerar es el MAPE, este error mide la exactitud del pronóstico, por lo tanto, se puede escoger cual escenario es el más exacto. El escenario seleccionado de la primera familia es el de *single exponential smoothing* y su tabla es la siguiente:

Tabla 19.

Escenario Seleccionado Familia 5

Familia 5							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	250	250	0	0,00	0,00	0,00	0
2	118	250	-132	132,00	-1,12	1,12	17.424
3	141	142	-1	0,76	-0,01	0,01	1
4	278	141	137	136,86	0,49	0,49	18.731
5	420	253	167	166,64	0,40	0,40	27.769
6	390	390	0	0,00	0,00	0,00	0
7	354	390	-36	36,00	-0,10	0,10	1.296
8	377	360	17	16,52	0,04	0,04	273
9	501	374	127	126,97	0,25	0,25	16.122
10	240	478	-238	238,14	-0,99	0,99	56.711
11	204	283	-79	78,87	-0,39	0,39	6.221
12	288	218	70	69,80	0,24	0,24	4.872

En el siguiente grafico se va a poder visualizar una comparación entre: la demanda real y la demanda pronosticada.

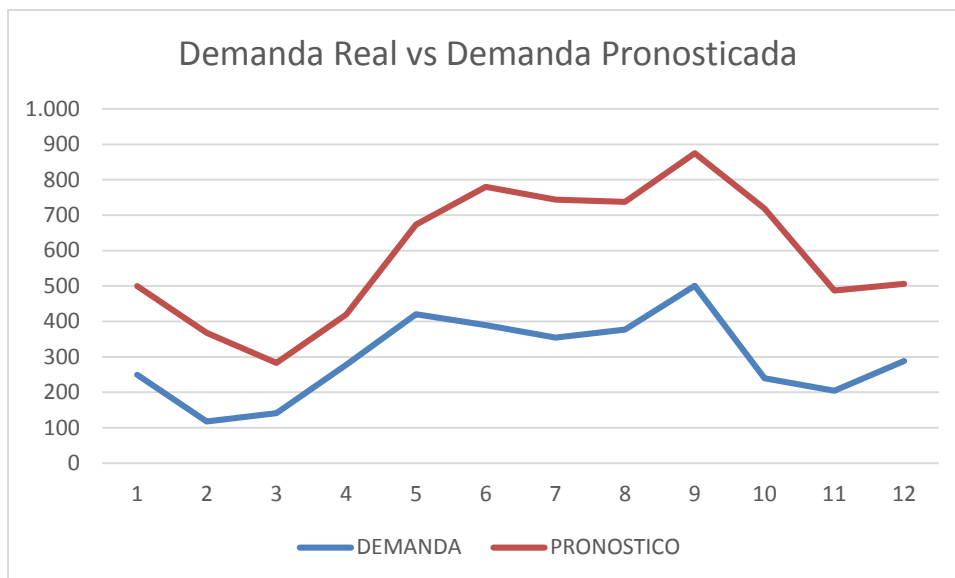


Figura 37. Demanda Real vs Demanda Pronosticada Familia 5

Por lo tanto, podemos ver cuál sería la predicción de la demanda, que se obtiene de esta familia.

5.2.6 Familia 6

Tabla 20.

Resumen Familia 6

FAMILIA 6							
	Moving Average	Moving Average	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing	HOLTS	WINTERS	ADRES
alfa			3	0,95	0,89	0,87	
beta			2		0,10	0,13	0,7663430
gama			1			0,10	
p						2	
m	3	6	3		1	1	1
MAD	213	316	198	136	151	149	145

MPE	-0,33	-0,30	-0,33	-0,26	-0,21	-0,21	-0,30
MAP							
E	0,98	1,12	0,92	0,61	0,66	0,65	0,67
RMS							
E	266,30	380,90	264,95	245,67	246,04	243,52	237,76

Como se puede apreciar, el error que se va a considerar es el MAPE, este error mide la exactitud del pronóstico, por lo tanto, se puede escoger cual escenario es el más exacto. El escenario seleccionado de la primera familia es el de *single exponential smoothing* y su tabla es la siguiente:

Tabla 21.

Escenario Seleccionado Familia 6

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	186	186	0	0,00	0,00	0,00	0
2	170	186	-16	16,00	-0,09	0,09	256
3	94	171	-77	76,84	-0,82	0,82	5.905
4	94	98	-4	4,05	-0,04	0,04	16
5	247	94	153	152,79	0,62	0,62	23.344
6	247	239	8	8,05	0,03	0,03	65
7	50	247	-197	196,58	-3,93	3,93	38.642
8	54	60	-6	6,35	-0,12	0,12	40
9	586	54	532	531,67	0,91	0,91	282.668
10	558	558	0	0,00	0,00	0,00	0
11	469	558	-89	89,00	-0,19	0,19	7.921
12	1.026	474	552	552,31	0,54	0,54	305.049

En el siguiente grafico se va a poder visualizar una comparación entre: la demanda real y la demanda pronosticada.

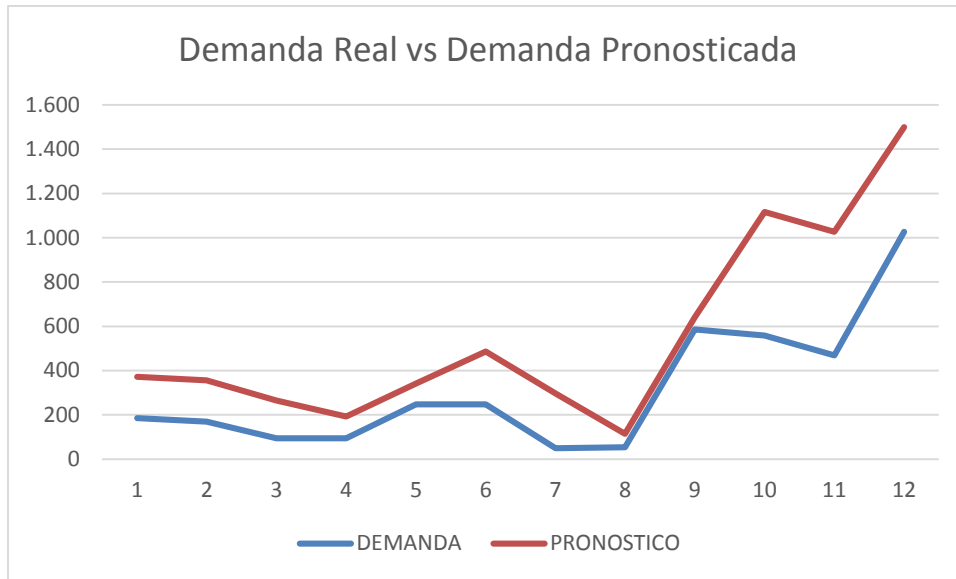


Figura 38. Demanda Real vs Demanda Pronosticada Familia 6

Por lo tanto, podemos ver cuál sería la predicción de la demanda, que se obtiene de esta familia.

5.2.7 Familia 7

Tabla 22.

Resumen Familia 7

FAMILIA 7							
	Moving Average	Moving Average	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing	HOLTS	WINTERS	ADRES
alfa			3	0,03	0,99	0,11	
beta			2		0,10	0,29	0,99
gama			1			0,10	
p						2	
m	3	6	3		1	1	1
MAD	384	296	388	251	338	273	332
MPE	-0,68	-0,30	-0,66	-0,50	-0,49	-0,59	-0,49
MAPE	0,97	0,78	0,96	0,65	0,78	0,74	0,77
RMSE	450,34	318,15	463,53	343,86	501,28	355,97	479,20

Como se puede apreciar, el error que se va a considerar es el MAPE, este error mide la exactitud del pronóstico, por lo tanto, se puede escoger cual escenario es el más exacto. El escenario seleccionado de la primera familia es el *de single exponential smoothing* y su tabla es la siguiente:

Tabla 23.

Escenario Seleccionado Familia 7

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING							
PERIOD O	DEMAND A	PRONOSTIC O	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	877	877	0	0,00	0,00	0,00	0
2	886	877	9	9,00	0,01	0,01	81
3	1.022	877	145	144,74	0,14	0,14	20.950
4	987	881	106	105,58	0,11	0,11	11.148
5	160	884	-724	724,45	-4,53	4,53	524.828
6	1.250	864	386	386,36	0,31	0,31	149.276
7	1.301	875	426	426,26	0,33	0,33	181.700
8	696	887	-191	190,98	-0,27	0,27	36.475
9	494	881	-387	387,50	-0,78	0,78	150.154
10	440	870	-430	430,36	-0,98	0,98	185.213
11	858	858	0	0,00	0,00	0,00	0
12	656	858	-202	202,00	-0,31	0,31	40.804

Las tablas y los gráficos observadas en la parte superior; son la selección del mejor pronóstico de la demanda encontrado.

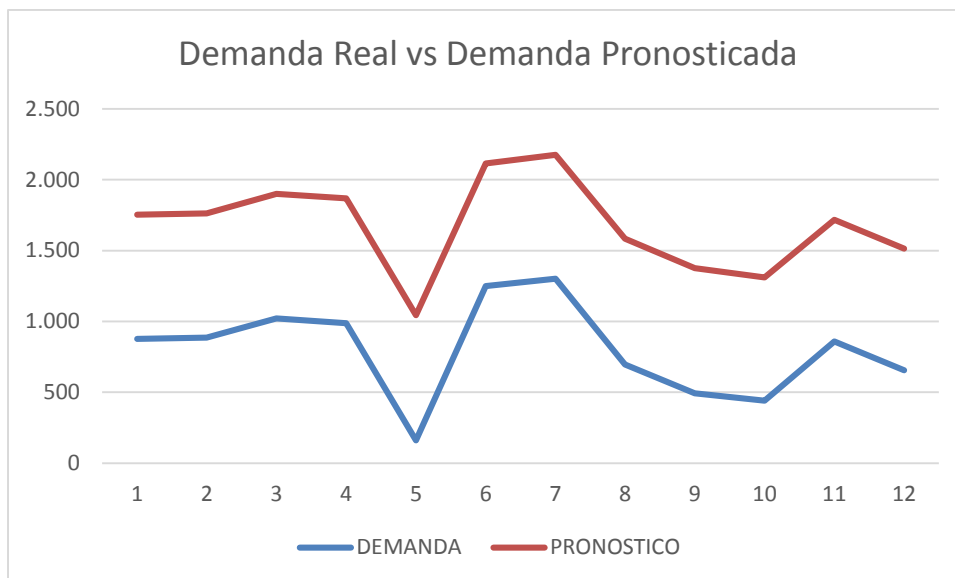


Figura 39. Demanda Real vs Demanda Pronosticada Familia 7

5.3. Plan Agregado de la Producción

Luego de obtener los pronósticos de la demanda realizados dentro del ítem anterior, se buscó cual es el mejor plan agregado de producción, con el mismo se buscó determinar, la capacidad de los recursos necesarios y desarrollar estrategias económicas para satisfacer la demanda pronosticada anteriormente. Se realizó la planificación respectiva a cada familia, comparando entre dos metodologías de planificación de la producción.

Los planes realizados por cada familia tienen un valor económico, que se considera para tomar en cuenta el mejor plan agregado de producción. Estos planes se llaman: fuerza de trabajo constante y la cantidad económica de pedido. Los valores a tomar en cuenta son el costo de preparar una orden y el costo de mantener el inventario. Para obtener los costos, se realizó un promedio de mantener y de preparar las órdenes. A continuación, se puede ver los costos calculados de preparación y se mantenimiento de cada familia.

Tabla 24.

Costos de Mantenimiento y Preparación 7 Familias

Familia	Costo de Preparación		Costo de Mantener	
1	\$ 7.247,94	\$ 115,08	\$ 8.878,05	\$ 0,14
2	\$10.175,89	\$ 115,08	\$ 16.522,86	\$ 0,19
3	\$ 3.349,38	\$ 115,08	\$ 8.638,19	\$ 0,30
4	\$ 355,84	\$ 115,08	\$ 467,54	\$ 0,15
5	\$ 1.841,33	\$ 115,08	\$ 5.899,68	\$ 0,37
6	\$1.955,72	\$ 115,08	\$ 3.235,10	\$ 0,19
7	\$ 2.544,84	\$ 115,08	\$ 3.602,33	\$ 0,16
Total	\$ 27.470,94	\$ 805,56	\$ 47.243,75	\$ 1,50

La forma de calcular las metodologías que se utilizaron para realizar los planes maestros de producción son las siguientes:

5.3.1. Fuerza de Trabajo Constante

Esta metodología consta en mantener la fuerza laboral contante durante el periodo que se va a considerar, es decir, no se va a despedir ni contratar nuevo personal. Para iniciar este método hay que considerar cuanto se va a producir diariamente (requerimiento promedio) con la siguiente formula:

$$\text{Requerimiento promedio} = \frac{\text{Demanda total esperada}}{\text{Número de días productivos}}$$

(Ecuación 25)

Después de saber cuántas unidades por día se debe producir, se realiza una tabla en donde se coloca las unidades que se van a producir al mes, por ejemplo si en enero tengo 20 días laborales, y mi requerimiento promedio es de 50

unidades por día, en el mes de enero voy a producir 1000 unidades en total. De esta manera sucesivamente se debe realizar la tabla todos los meses.

En el momento que se tiene esta tabla elaborada, hay que saber cuánto cuesta el inventario que lleva el plan y el costo de preparar las órdenes diarias. Estos costos definirán si la fuerza de trabajo constante es mejor que la cantidad económica de pedido.

5.3.2. Cantidad Económica de Pedido

Por otro lado, la cantidad económica de pedido busca describir el conflicto entre los costos fijos de ordenar y mantener. Para este trabajo de titulación se realizó una adaptación del costo de ordenar, se lo cambio por el costo de preparar. De esta manera se puede comparar con el costo de preparar de la primera metodología.

Para comenzar, se debe tener los siguientes datos: el costo de preparar un lote, el costo de mantener una unidad y la demanda promedio. Estos datos se utilizan en la siguiente formula:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * \text{Costo de Preparar} * \text{Demanda Promedio}}{\text{Costo de Mantener}}}$$

(Ecuación 26)

Q^* es la cantidad que se debe ordenar cada tiempo, es decir si tengo una demanda en enero de 300, en febrero de 200 y en marzo de 350, y mi cantidad de ordenar es de 900, se debe realizar una tabla con estos valores. Como mi pedido es de 900, cada mes voy a tener inventario hasta poder suplir la demanda, el cual llega a 50 unidades al final de marzo. Si abril tiene una demanda mayor a 50, habría que realizar otra producción por la misma cantidad obtenida, es decir 900 unidades. En este caso el costo de preparar la orden, estaría tomado en cuenta los meses que se produzca. Y el costo de mantener sale del inventario que se toma en cuenta mes a mes.

5.3.3. Familia 1

Con los costos señalados en la primera parte, se realizó la comparación de los costos, para los planes agregados de la producción la tabla resumen es la siguiente:

Tabla 25.

Comparación de Costos Familia 1

Plan Agregado de Producción	Costo de Preparación Anual	Costo de Mantenimiento Anual	Costo Total
Fuerza de Trabajo Constante	\$ 28.425,56	\$ 1.836,13	\$ 30.261,69
EOQ	\$ 460,33	\$ 5.083,38	\$ 5.543,71

Por lo tanto, el plan agregado de producción seleccionado para esta familia, es el que se obtuvo bajo la metodología de EOQ. Este plan de producción está detallado en la siguiente tabla:

Tabla 26.

Plan Agregado de la Producción Familia 1

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	420	6038	5618	1	\$ 115,08
Febrero	2388	0	3230	0	\$ -
Marzo	661	0	2569	0	\$ -
Abril	1356	0	1213	0	\$ -

Mayo	2600	6038	4651	1	\$ 115,08
Junio	2136	0	2515	0	\$ -
Julio	2901	6038	5652	1	\$ 115,08
Agosto	2799	0	2853	0	\$ -
Septiembre	730	0	2123	0	\$ -
Octubre	1750	0	373	0	\$ -
Noviembre	2498	5803	3678	1	\$ 115,08
Diciembre	2092	0	1586	0	\$ -

5.3.4. Familia 2

Con los costos señalados en la primera parte, se realizó la comparación de los costos, para los planes agregados de la producción la tabla resumen es la siguiente:

Tabla 27.

Comparación de Costos Familia 2

Plan Agregado de Producción	Costo de Preparación Anual	Costo de Mantenimiento Anual	Costo Total
Fuerza de Trabajo Constante	\$ 28.425,56	\$ 867,50	\$ 29.293,06
EOQ	\$ 690,50	\$ 8.556,30	\$ 9.246,80

Por lo tanto, el plan agregado de producción seleccionado para esta familia, es el que se obtuvo bajo la metodología de EOQ. Este plan de producción esta detallado en la siguiente tabla:

Tabla 28.

Plan Agregado de Producción Familia 2

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	2253	6793	4540	1	\$ 115,08
Febrero	1924	0	2616	0	\$ -
Marzo	2893	6793	6516	1	\$ 115,08
Abril	3074	0	3442	0	\$ -
Mayo	4379	6793	5856	1	\$ 115,08
Junio	4390	0	1466	0	\$ -
Julio	4163	6793	4096	1	\$ 115,08
Agosto	3398	0	698	0	\$ -
Septiembre	2361	6793	5130	1	\$ 115,08
Octubre	2749	0	2381	0	\$ -
Noviembre	3426	6793	5748	1	\$ 115,08
Diciembre	2448	0	3300	0	\$ -

5.3.5. Familia 3

Con los costos señalados en la primera parte, se realizó la comparación de los costos, para los planes agregados de la producción la tabla resumen es la siguiente:

Tabla 29.

Comparación de Costos Familia 3

Plan Agregado de Producción	Costo de Preparación Anual	Costo de Mantenimiento Anual	Costo Total
Fuerza de Trabajo Constante	\$ 28.425,56	\$ 1.842,91	\$ 30.268,47
EOQ	\$ 345,25	\$ 6.260,79	\$ 6.606,04

Consecuentemente, el plan agregado de producción seleccionado para esta familia, es el que se obtuvo bajo la metodología de EOQ. Este plan de producción esta detallado en la siguiente tabla:

Tabla 30.

Plan Agregado de Producción Familia 3

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	250	2760	2510	1	\$ 115,08
Febrero	236	0	2274	0	\$ -
Marzo	218	0	2056	0	\$ -
Abril	412	0	1644	0	\$ -
Mayo	776	0	868	0	\$ -
Junio	518	0	350	0	\$ -
Julio	789	2760	2321	1	\$ 115,08
Agosto	430	0	1891	0	\$ -
Septiembre	577	0	1314	0	\$ -
Octubre	298	0	1016	0	\$ -
Noviembre	1021	2760	2755	1	\$ 115,08
Diciembre	660	0	2095	0	\$ -

5.3.6. Familia 4

Con los costos señalados en la primera parte, se realizó la comparación de los costos, para los planes agregados de la producción la tabla resumen es la siguiente:

Tabla 31.

Comparación de Costos Familia 4

Plan Agregado de Producción	Costo de Preparación Anual	Costo de Mantenimiento Anual	Costo Total
Fuerza de Trabajo Constante	\$ 28.425,56	\$ 213,94	\$ 28.639,50
EOQ	\$ 230,17	\$ 2.032,22	\$ 2.262,38

Como resultado, el plan agregado de producción seleccionado para esta familia, es el que se obtuvo bajo la metodología de EOQ. Este plan de producción esta detallado en la siguiente tabla:

Tabla 32.

Plan Agregado de Producción Familia 4

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	40	1025	985	1	\$ 115,08
Febrero	60	0	925	0	\$ -
Marzo	400	0	525	0	\$ -
Abril	50	0	475	0	\$ -
Mayo	288	0	187	0	\$ -
Junio	60	0	127	0	\$ -
Julio	60	0	67	0	\$ -
Agosto	35	0	32	0	\$ -

Septiembre	50	1025	1007	1	\$	115,08
Octubre	24	0	983	0	\$	-
Noviembre	144	0	839	0	\$	-
Diciembre	144	0	695	0	\$	-

5.3.7. Familia 5

Con los costos señalados en la primera parte, se realizó la comparación de los costos, para los planes agregados de la producción la tabla resumen es la siguiente:

Tabla 33.

Comparación de Costos Familia 5

Plan Agregado de Producción	Costo de Preparación Anual	Costo de Mantenimiento Anual	Costo Total
Fuerza de Trabajo Constante	\$ 28.425,56	\$ 546,60	\$ 28.972,15
EOQ	\$ 345,25	\$ 4.082,95	\$ 4.428,20

Al mismo tiempo, el plan agregado de producción seleccionado para esta familia, es el que se obtuvo bajo la metodología de EOQ. Este plan de producción esta detallado en la siguiente tabla:

Tabla 34.

Plan Agregado de Producción

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	250	1491	1241	1	\$ 115,08
Febrero	118	0	1123	0	\$ -
Marzo	141	0	982	0	\$ -
Abril	278	0	704	0	\$ -
Mayo	420	0	284	0	\$ -
Junio	390	1491	1385	1	\$ 115,08
Julio	354	0	1031	0	\$ -
Agosto	377	0	654	0	\$ -
Septiembre	501	0	153	0	\$ -
Octubre	240	1491	1404	1	\$ 115,08
Noviembre	204	0	1200	0	\$ -
Diciembre	288	0	912	0	\$ -

5.3.8. Familia 6

Con los costos señalados en la primera parte, se realizó la comparación de los costos, para los planes agregados de la producción la tabla resumen es la siguiente:

Tabla 35.

Comparación de Costos Familia 6

Plan Agregado de Producción	Costo de Preparación Anual	Costo de Mantenimiento Anual	Costo Total
-----------------------------	----------------------------	------------------------------	-------------

Fuerza de Trabajo Constante	\$ 28.425,56	\$ 1.618,20	\$ 30.043,75
EOQ	\$ 230,17	\$ 3.031,60	\$ 3.261,77

De acuerdo con lo anterior, el plan agregado de producción seleccionado para esta familia, es el que se obtuvo bajo la metodología de EOQ. Este plan de producción esta detallado en la siguiente tabla:

Tabla 36.

Plan Agregado de Producción Familia 6

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	186	2138	1952	1	\$ 115,08
Febrero	170	0	1782	0	\$ -
Marzo	94	0	1688	0	\$ -
Abril	94	0	1594	0	\$ -
Mayo	247	0	1347	0	\$ -
Junio	247	0	1100	0	\$ -
Julio	50	0	1050	0	\$ -
Agosto	54	0	996	0	\$ -
Septiembre	586	0	410	0	\$ -
Octubre	558	2138	1990	1	\$ 115,08
Noviembre	469	0	1521	0	\$ -
Diciembre	1026	0	495	0	\$ -

5.3.9. Familia 7

Con los costos señalados en la primera parte, se realizó la comparación de los costos, para los planes agregados de la producción la tabla resumen es la siguiente:

Tabla 37.

Comparación Costos Familia 7

Plan Agregado de Producción	Costo de Preparación Anual	Costo de Mantenimiento Anual	Costo Total
Fuerza de Trabajo Constante	\$ 28.425,56	\$ 1.618,20	\$ 30.043,75
EOQ	\$ 230,17	\$ 3.031,60	\$ 3.261,77

Así mismo, el plan agregado de producción seleccionado para esta familia, es el que se obtuvo bajo la metodología de EOQ. Este plan de producción está detallado en la siguiente tabla:

Tabla 38.

Plan Agregado de Producción Familia 7

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	877	3688	2811	1	\$ 115,08
Febrero	886	0	1925	0	\$ -
Marzo	1022	0	903	0	\$ -

Abril	987	3688	3604	1	\$ 115,08
Mayo	160	0	3444	0	\$ -
Junio	1250	0	2194	0	\$ -
Julio	1301	0	893	0	\$ -
Agosto	696	0	197	0	\$ -
Septiembre	494	3688	3391	1	\$ 115,08
Octubre	440	0	2951	0	\$ -
Noviembre	858	0	2093	0	\$ -
Diciembre	656	0	1437	0	\$ -

Dentro de este punto se pudo observar, la manera en la que se escogió el mejor plan agregado de producción. El costo anual influyo al momento de seleccionar el mejor plan. Los costos son los siguientes:

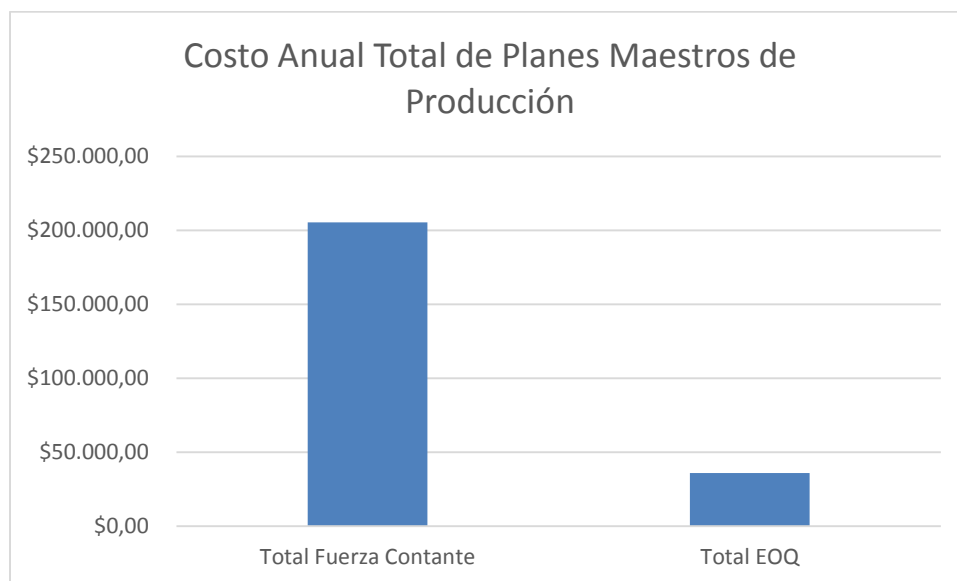
Tabla 39.

Costo Anual Planes Maestros de Producción

Total Fuerza Contante	Total EOQ
\$ 205.316,72	\$ 35.904,11

Como se puede apreciar, el método de fuerza constante es, casi 6 veces más de dinero que se va a gastar en la cantidad económica de orden.

Tabla 40.

Costo Anual Total de Planes Maestros de Producción

Por lo tanto, el plan agregado de la producción es EOQ, por su mayor rentabilidad para la empresa.

5.3.10. Conteo Cíclico

Como parte de la solución del problema, se planteó una estrategia de conteo cíclico de todos los SKU's que se tiene en stock. Este conteo cíclico tiene como base una clasificación ABC que se realizó en base de la rotación inicial que se obtuvo en capítulos anteriores. A continuación se va a visualizar la tabla donde se especifica la clasificación ABC de cada producto.

Tabla 41.

Clasificación ABC

Demanda 2017	Clasificación ABC
B-051/ B-052	A
B-105/ B-106	A
B-107/ B-108	B
B-103/ B-104	B
B-095/ B-096	B
B-111/ B-112	B
B-083 M/ B-083 H	B
B-071/ B-072	B
B-079/ B-080	C
B-091/ B-092	C
B-097/ B-098	C
B-093/ B-094	C
B-087/ B-088	C
B-099/ B-100	C
B-077/ B-078	C
B-109/ B-110	C
B-073/ B-074	C
B-049/ B-050	C
B-075/ B-076	C
B-CAJA H/ B-CAJA M	C
B-069/ B-070	C
B-051 E/ B-052 E	C
B-101/ B-102	C
B-065/ B-066	C
B-089/ B-090	C
B-113 E/ B-114 E	C
B-113/ B-114	C

La estrategia que se plantea para esta clasificación es la siguiente:

- Artículos A: Conteo semanal
- Artículos B: Conteo quincenal
- Artículos C: Conteo mensual

Una vez que los conteos están definidos, se procede a utilizar dos indicadores del conteo cíclico, esto ayudará a que, se pueda ver en porcentajes como se está llevando el inventario.

Los siguientes indicadores son los propuestos para controlar el inventario.

- Edi: exactitud de la data del inventario.
- Eri: exactitud en la rotación del inventario.

Las fórmulas de estos indicadores se encuentran en el capítulo 2.

Se propone verificar los indicadores mensualmente, así podrán obtener un registro numérico de cómo manejan el inventario.

En conclusión, dentro de este capítulo, se realizó la predicción de la demanda y los planes de producción de cada familia, adicional se propuso 2 indicadores mensuales para manejar el inventario. Con estas propuestas de solución, se busca mejorar la forma en la cual, la empresa gestiona su inventario.

6 CAPÍTULO VI: MEJORAS

El propósito de este capítulo: es comparar dos indicadores que se propusieron al principio de este plan de titulación dentro del capítulo 3. Estos indicadores son la rotación y los días de inventario. De acuerdo con la demanda predicha y el inventario obtenido de los planes de producción, se puede obtener cuáles son

los costos de preparar y de mantener el inventario, antes y después de este proyecto de titulación.

Para facilidad de cálculos, se realizó los indicadores con las familias agrupadas. A continuación se puede visualizar los cuadros donde se obtiene los días de inventario y la rotación de la mejora realizada:

Tabla 42.

Meses de Inmovilización de Inventario Optimizado

Demanda 2017	PRONOSTICO	INVENTARIO PROMEDIO	MESES DE INMOVILIZACIÓN
Familia 1	1861,0	3005	1,61
Familia 2	581,3	3816	6,57
Familia 3	515,0	571	1,11
Familia 4	113,0	4600	40,71
Familia 5	297,0	2200	7,41
Familia 6	315,0	1327	4,21
Familia 7	802,0	2154	2,69
			9,19
			Promedio

Ahora se va a ver una tabla donde se compara económicamente el costo de mantener inventario en base a los días de inventario.

Tabla 43.

Antes y Después de Exceso de Inventario

ANTES		DESPUES	
PROMEDIO	16,59	PROMEDIO	9,19

POLITICA	3	VECES	POLITICA	3	VECES
TCT	2	DÍAS	TCT	2	DÍAS
VECES DE EXCESO	3	VECES MÁS	VECES DE EXCESO	2	VECES MÁS
COSTO MANTENER REAL	\$47.243,74		COSTO MANTENER REAL	\$ 33.257,20	
COSTO TEÓRICO	\$ 17.088,31		COSTO TEÓRICO	\$ 21.722,37	
EXCESO	64%		EXCESO	35%	
EXCESO EN \$	\$30.155,43		EXCESO EN \$	\$ 11.534,83	

Como se puede ver antes el exceso de inventario era del 64%, con la mejora el exceso llegó a ser del 35%. Adicional se puede evidenciar que el costo teórico de antes es menor pero, hay que recalcar que los meses de inventario se redujo en 7.4 meses. El costo real de mantener también bajo aproximadamente 14.000 dólares.

A continuación se va a visualizar la rotación anual del inventario optimizada.

Tabla 44.

Rotación Optimizada

Demanda 2017	UNIDADES VENDIDAS ANUALES	INVENTARIO PROMEDIO	Rotación
Familia 1	22331	3005	7,431
Familia 2	37458	3816	9,816
Familia 3	6185	571	10,832
Familia 4	1355	4600	0,295
Familia 5	3561	2200	1,619
Familia 6	3781	1327	2,849
Familia 7	11074	2154	5,141
			5,4
			Promedio Anual

Como se puede ver, si comparamos la anterior rotación, con esta, el aumento del indicador es significativo. Paso de 1.6 veces al año, a 5.4 veces al año. Con esta mejora se puede evidenciar que el inventario rota 3.3 veces más que en la situación actual.

Después de utilizar la mejora, se puede observar significativamente que los costos anuales bajaron casi a la mitad. Esta tabla es la comparación económica de la situación actual con la situación mejorada.

Figura 40.

Comparación de Costos

	COSTO DE PREPARAR	COSTO DE MANTENER	TOTAL	Porcentaje	
ANTES	\$ 27.470,94	\$ 47.243,74	\$ 74.714,68	100%	
DESPUÉS	\$ 2.646,91	\$ 33.257,20	\$ 35.904,11	48%	
				52%	Total Reducido

En conclusión, dentro de este capítulo, se puede evidenciar de manera económica que utilizar un sistema de inventarios, como el propuesto, ayudará a la empresa a optimizar costos anualmente. Adicional van a contar con un plan de producción, y así poder programar su producción mensualmente.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Se diagnosticó la gestión realizada por la empresa; planteando dos indicadores; los cuales indicaron que la imprenta tiene 16.9 meses de inmovilización de inventario y una rotación de 1.6 veces al año.

Se identificó y analizó los problemas de gestión de inventarios con diferentes metodologías, planteadas a lo largo de este proyecto de titulación.

Se diseñó el sistema de gestión de inventarios, basándose en la predicción de la demanda, obteniendo resultados muy alentadores, se mejoró la rotación y los días de inventario.

Se diseñó una propuesta de sistema de gestión de inventarios, partiendo de los pronósticos de demanda, luego se realizó los planes agregados de la producción y por último se adiciono un método cíclico de conteo para poder medir con indicadores el manejo del inventario.

Los indicadores obtuvieron mejoras de: meses de inmovilización de inventario de 16.9 meses a 9.19 meses y la rotación de 1.6 veces al año paso a 5.4 veces al año.

Se analizó la proyección económica de resultados, conjuntamente con el estudio de costo beneficio que conlleva utilizar el sistema de inventarios diseñado en este proyecto de titulación, llevando a un ahorro económico del capital dentro del inventario en un 52%.

7.2. Recomendaciones

Para optimizar es importante el manejo del inventario dentro de bodega, generar ordenes de producción de manera ordenada y planificada, la empresa debería optar por implementar un sistema ERP.

Se recomienda realizar una capacitación para el personal de bodega, y adicional a esto realizar capacitaciones para todo el personal, buscando mejora continua.

Como parte del manejo en su del inventario, se recomienda utilizar un sistema andón para ayudar en el *picking* de los productos y sobre todo con los conteos cíclicos.

Una recomendación muy importante es evitar resistirse al cambio, tomar los consejos e impulsar la empresa a la excelencia.

Referencias

- Ana Núñez Carballosa, L. G. (2014). Dirección de Operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas. Barcelona, España: Editorial UOC.
- ASQ. (2018). *American Society for Quality*. Recuperado el 2 de abril del 2018 de American Society for Quality: <https://asq.org/training/asq-quality-tools-5-whys-5wasq>
- Chase, R. B., & Jacobs, R. F. (2014). Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro. Ciudad de México: Mc Graw Hill Education.
- Concepción Maroto, J. A. (2014). *Operations Research in Business Operation and Management*. Valencia España: Editorial de la Universidad Politecnica de Valencia.
- Gonzales, M. E. (2015). meet logistics. Recuperado el 24 de mayo del 2018 de <https://meetlogistics.com/inventario-almacen/exactitud-de-inventarios/>
- Google Maps. (2018). Google.com. Recuperado el 2 de Abril del 2018, <https://www.google.com/maps/place/Editar+VERNAZA/@-0.0971335,-78.4827034,17z/data=!4m5!3m4!1s0x91d5858e91422315:0xba85581499b15589!8m2!3d-0.096876!4d-78.4827356>
- Gortaire, R. M. (2016). *Forecasting-Pronósticos*. (R. M. Gortaire, Intérprete) Udlá, Quito, Pichincha, Ecuador.
- Mora García, L. A. (2010). Gestión Logística Integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos. Bogotá: Ecoe.
- Perez, J. (2012). Gestión por procesos 5ta Edición. Mexico DF, Mexico: Alfaomega.
- Reyes, G. S. (2014). Modelo de Medición del Impacto Financiero del Mantenimiento de Inventario de Suministros. Modelo de Medición del

Impacto Financiero del Mantenimiento de Inventario de Suministros.
Buga, Buga, Colombia: Scientia et Technica.

Ries, E. (2012). *El Método Lean Startup*. Deusto.

Rooney, J. J., & Heuvel, L. N. (2003). ASQ. Recuperado el 03 de abril del 2018 de <http://asq.org/quality-progress/2003/11/problem-solving/recoleccion-de-informacion-para-el-analisis-de-causa-raiz.html>

Socconini, L. (2014). *Lean Six Sigma Yellow Belt* para la excelencia en los negocios. Barcelona. España: ICG Marge.

Vernaza, E. (2018). Editar Vernaza. Recuperado el 5 de enero del 2018 de <http://www.editarvernaza.com/>

Mora, G. L. A. (2010). *Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos*. Recuperado el 25 de mayo del 2018 de <https://ebookcentral-proquest-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec>

Scielo (2012). Optimización de los niveles de inventario en una cadena de suministro. *Ingeniería Industrial*, Recuperado en 03 de febrero de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362012000200004&lng=es&tlng=es.

Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N, (2009). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros*. (12.^{va} ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Companies.

Morán, R, (semestre 2016-2017) *Forecasting*

Ballou, R, (2004). *Logística, Administración de la cadena de suministro*. (5^{ta} ed.). México, D.F.: Pearson Educación.

ANEXOS

Anexo 1: Costo inventario actual

Código	Tarjeta interna 1	Tarjeta interna 2	Sobre	CAJA	Listones	Decoración	Costo Tarjeta Interna 1	Costo Tarjeta Interna 2	Costo Sobre	Costo Caja	Costo Listones	Costo Decoración	Costo Total Por Producto
B-049	1240		470				0,203		0,37				427,20
B-050	1090		153				0,203		0,37				278,36
B-051	1580			873			0,207			0,26			553,14
B-052	1570			873			0,207			0,26			551,08
B-051 E	1820		1520				0,207		0,17				638,47
B-052 E	2490		1211				0,207		0,17				723,50
B-065	305		186				0,275		0,25				130,52
B-066	1018		228				0,275		0,25				337,02
B-069	1090		490				0,343		0,17				455,76
B-070	1088		765				0,343		0,17				501,25
B-071	2232		1973				0,194		0,34				1109,29
B-072	1626		972				0,194		0,34				648,68
B-073	161						0,338						54,42
B-074	529						0,338						178,82
B-075	3065						0,274						839,60
B-076							0,274						0,00
B-077	241		675				0,279		0,34				297,93
B-078	1756		330				0,279		0,34				602,41
B-079	965		847				0,275		0,34				555,70
B-080	1441		1095				0,275		0,34				771,63
B-083 M	1568		725				0,282		0,86				1063,19
B-083 H	1590		1546				0,282		0,86				1773,47
B-087	1469		2100				0,277		0,34				1126,42
B-088	1731		1213				0,277		0,34				895,07
B-089	1114		964				0,279		0,34				640,91
B-090	539		719				0,279		0,34				396,64

B-091	800		1920			0,343		0,35			944,45
B-092	655		720			0,343		0,35			475,80
B-093	2120		1520			0,194		0,17			673,31
B-094	772		1211			0,194		0,17			358,75
B-095	2331		1520			0,194		0,17			714,19
B-096	1206		1211			0,194		0,17			442,84
B-097	1216			2474		0,282			0,28		1023,04
B-098	1763			1861		0,282			0,28		1008,41
B-099	1030		1010			0,275		0,34			625,70
B-100	2158		2350			0,275		0,34			1390,21
B-101	1386	1669	1416			0,338	0,34	0,17			1272,90
B-102	1143	1432	1464			0,338	0,34	0,17			1118,75
B-103	972		1057			0,277		0,34			631,39
B-104	2498		3212			0,277		0,34			1792,44
B-105	1443		628			0,275		0,34			612,17
B-106	1057		542			0,275		0,34			476,51
B-107	1803		375	4528		0,351		0,26		0,33	2207,23
B-108	290		375	3668		0,351		0,26		0,33	1395,10
B-109	1716	870	874	3202		0,768	0,17	0,78	0,33		3202,00
B-110	1480	462	485	3350		0,768	0,17	0,78	0,33		2697,69
B-111	2400		1874			0,273		0,25			1128,40
B-112	1900		739			0,273		0,25			704,99
B-113	1720		1815			0,324		0,86			2114,41
B-114	1418		1238			0,324		0,86			1521,62
B-113 E	1775		1785			0,203		0,30			887,05
B-114 E	1760		1745			0,203		0,30			872,20
B-CAJA M	2818		1040			0,260		0,17			906,49
B-CAJA H	930		1512			0,260		0,17			495,22
										Total	47243,74

Anexo 2: Demanda por familias general

		Demanda											
Familia	Productos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	B-049/ B-050	134	0	55	150	0	100	86	116	0	84	100	50
	B-051/ B-052	136	764	216	529	729	534	825	870	246	878	484	764
	B-051 E/ B-052 E	0	0	100	209	120	392	344	320	100	200	292	0
	B-071/ B-072	50	136	80	68	246	212	390	200	134	98	306	338
	B-093/ B-094	100	750	210	0	349	338	534	210	100	50	192	188
	B-095/ B-096	0	738	0	400	1156	560	722	1083	150	440	592	608
	B-113 E/ B-114 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	532	144
Total		420	2388	661	1356	2600	2136	2901	2799	730	1750	2498	2092
2	B-075/ B-076	0	50	100	37	0	0	100	100	24	118	0	0
	B-077/ B-078	18	0	86	36	0	240	0	0	240	50	0	50
	B-079/ B-080	210	50	191	498	841	374	767	200	348	450	722	320
	B-083 M/ B-083 H	480	552	414	562	346	267	252	460	150	222	536	410
	B-087/ B-088	450	150	232	600	463	410	384	545	100	590	220	0
	B-089/ B-090	50	0	135	75	388	86	452	103	234	100	0	120
	B-097/ B-098	271	300	336	188	172	358	300	356	194	150	300	736
	B-099/ B-100	250	118	141	278	420	390	354	377	501	240	204	288
	B-103/ B-104	324	446	888	291	850	1185	653	727	270	579	844	310
B-105/ B-106	200	258	370	509	899	1080	901	530	300	250	600	214	
Total		2253	1924	2893	3074	4379	4390	4163	3398	2361	2749	3426	2448
3	B-069/ B-070	100	0	100	100	0	72	192	98	252	98	0	192
	B-073/ B-074	100	86	18	6	254	0	50	30	0	100	120	24
	B-091/ B-092	50	100	50	164	448	386	327	218	175	50	343	244
	B-101/ B-102	0	50	50	142	74	60	220	84	150	50	54	56
	B-113/ B-114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	504	144
Total		250	236	218	412	776	518	789	430	577	298	1021	660
4	B-065/ B-066	0	100	400	50	288	120	0	0	85	24	0	288
5	B-109/ B-110	250	118	141	278	420	390	354	377	501	240	204	288

6	B-111/ B-112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	486	408	469	876
	B-CAJA H/ B-CAJA M	0	356	0	188	494	0	50	54	100	150	0	150	
Total		0	356	0	188	494	0	50	54	586	558	469	1026	
7	B-107/ B-108	877	886	1022	987	1607	1250	1301	696	494	440	858	656	

Anexo 3: Días de Inventario

Demanda 2017	Demanda												YENTA PROMEDIO	INVENTARIO PROMEDIO	DÍAS INVENTARIO	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE				
B-049/ B-050	134	0	55	150	0	100	86	116	0	84	100	50	72,91666667	1100	15,086	
B-051/ B-052	136	764	216	529	729	534	825	870	246	878	484	764	581,25	1600	2,753	
B-051 E/ B-052 E	0	0	100	209	120	392	344	320	100	200	292	0	173,0833333	4600	26,577	
B-065/ B-066	0	100	400	50	288	120	0	0	85	24	0	288	112,9166667	4600	40,738	
B-069/ B-070	100	0	100	100	0	72	192	98	252	98	0	192	100,3333333	2200	21,927	
B-071/ B-072	50	136	80	68	246	212	390	200	134	98	306	338	188,1666667	950	5,049	
B-073/ B-074	100	86	18	6	254	0	50	30	0	100	120	24	65,6666667	800	12,183	
B-075/ B-076	0	50	100	37	0	0	100	100	24	118	0	0	44,08333333	800	18,147	
B-077/ B-078	18	0	86	36	0	240	0	0	240	50	0	50	60	700	11,667	
B-079/ B-080	210	50	191	498	841	374	767	200	348	450	722	320	414,25	2200	5,311	
B-083 M/ B-083 H	480	552	414	562	346	267	252	460	150	222	536	410	387,5833333	1850	4,773	
B-087/ B-088	450	150	232	600	463	410	384	545	100	590	220	0	345,3333333	3500	10,135	
B-089/ B-090	50	0	135	75	388	86	452	103	234	100	0	120	145,25	6000	41,308	
B-091/ B-092	50	100	50	164	448	386	327	218	175	50	343	244	212,9166667	1700	7,984	
B-093/ B-094	100	750	210	0	349	338	534	210	100	50	192	188	251,75	2300	9,136	
B-095/ B-096	0	738	0	400	1156	560	722	1083	150	440	592	608	537,4166667	2300	4,280	
B-097/ B-098	271	300	336	188	172	358	300	356	194	150	300	736	305,0833333	2750	9,014	
B-099/ B-100	250	118	141	278	420	390	354	377	501	240	204	288	296,75	3450	11,626	
B-101/ B-102	0	50	50	142	74	60	220	84	150	50	54	56	82,5	2400	29,091	
B-103/ B-104	324	446	888	291	950	1185	653	727	270	579	844	310	613,9166667	2250	3,665	
B-105/ B-106	200	258	370	509	899	1080	901	530	300	250	600	214	509,25	1450	2,847	
B-107/ B-108	877	886	1022	987	1607	1250	1301	696	494	440	858	656	922,8333333	3150	3,413	
B-109/ B-110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250	940	1034	185,3333333	2250	12,140	
B-111/ B-112	0	0	0	0	0	0	0	0	486	408	469	876	186,5833333	800	4,288	
B-113/ B-114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	504	144	54	3200	59,259	
B-113 E/ B-114 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	532	144	56,33333333	3200	56,805	
B-CAJA H/ B-CAJA M	0	356	0	188	494	0	50	54	100	150	0	150	128,5	2400	18,677	
														Promedio		16,59

Anexo 4: Predicciones Familia 1

MOVING AVERAGE													
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO 3 PERIODOS	PRONOSTICO 6 PERIODOS	Error 3 PERIODOS	Error 6 PERIODOS	Error $ e_t $	Error $ e_t $	e_t/D_t	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	$ e_t /Y_t$	e_t^2	e_t^2
ene-17	420												
feb-17	2.388												
mar-17	661												
abr-17	1.356	1.156		200		200		0		0		39.867	
may-17	2.600	1.468		1.132		1.132		0		0		1.280.669	
jun-17	2.136	1.539		597		597		0		0		356.409	
jul-17	2.901	2.031	1.594	870	1.308	870	1.308	0	0	0	0	757.480	1.709.556
ago-17	2.799	2.546	2.007	253	792	253	792	0	0	0	0	64.178	627.264
sep-17	730	2.612	2.076	-1.882	-1.346	1.882	1.346	-3	-2	3	2	3.541.924	1.810.370
oct-17	1.750	2.143	2.087	-393	-337	393	337	0	0	0	0	154.711	113.569
nov-17	2.498	1.760	2.153	738	345	738	345	0	0	0	0	545.136	119.255
dic-17	2.092	1.659	2.136	433	-44	433	44	0	0	0	0	187.200	1.907

WEIGHTED MOVING AVERAGE							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	420						
2	2.388						
3	661						
4	1.356	1197	160	159,50	0,12	0,12	25.440
5	2.600	1296	1304	1303,67	0,50	0,50	1.699.547
6	2.136	1862	274	273,83	0,13	0,13	74.985
7	2.901	2161	740	740,33	0,26	0,26	548.093
8	2.799	2596	203	203,17	0,07	0,07	41.277
9	730	2723	-1993	1992,50	-2,73	2,73	3.970.056
10	1.750	1782	-32	31,50	-0,02	0,02	992
11	2.498	1585	913	913,17	0,37	0,37	833.873

12	2.092	1954	138	138,00	0,07	0,07	19.044
----	-------	------	-----	--------	------	------	--------

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	420	420	0	0,00	0,00	0,00	0
2	2.388	420	1.968	1968,00	0,82	0,82	3.873.024
3	661	1.342	-681	680,68	-1,03	1,03	463.330
4	1.356	1.023	333	333,10	0,25	0,25	110.959
5	2.600	1.179	1.421	1421,10	0,55	0,55	2.019.525
6	2.136	1.844	292	291,55	0,14	0,14	85.001
7	2.901	1.981	920	920,01	0,32	0,32	846.411
8	2.799	2.412	387	387,13	0,14	0,14	149.873
9	730	2.593	-1.863	1863,17	-2,55	2,55	3.471.418
10	1.750	1.721	29	29,42	0,02	0,02	865
11	2.498	1.734	764	763,64	0,31	0,31	583.145
12	2.092	2.092	0	0,00	0,00	0,00	0

HOLTS									
PERIODO	DEMANDA	L_t	T_t	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	420	420	1.968						0
2	2.388	2.388	1.968	2.388	0	0,00	0,00	0,00	0
3	661	2.035	1.038	4.356	-3.695	3695,00	-5,59	5,59	13.653.025
4	1.356	1.994	606	3.073	-1.717	1716,80	-1,27	1,27	2.947.394
5	2.600	2.600	606	2.600	0	0,00	0,00	0,00	0

6	2.136	2.534	336	3.206	-1.070	1069,60	-0,50	0,50	1.144.051
7	2.901	2.889	344	2.870	31	30,93	0,01	0,01	957
8	2.799	2.961	235	3.234	-435	434,62	-0,16	0,16	188.895
9	730	1.647	-386	3.195	-2.465	2465,32	-3,38	3,38	6.077.816
10	1.750	1.568	-263	1.261	489	489,19	0,28	0,28	239.305
11	2.498	2.054	37	1.305	1.193	1192,68	0,48	0,48	1.422.490
12	2.092	2.092	37	2.092	0	0,03	0,00	0,00	0

WINTERS										
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	St	PRONOSTICO	Error e _t	Error e _t	e _t /D _t	e _t /Y _t	e _t ²
1	420	420	1.968	1						0
2	2.388	2.388	1.968	1	2.388	0	0,00	0,00	0,00	0
3	661	698	1.305	1	4.356	-3.695	3695,00	-5,59	5,59	13.653.025
4	1.356	1.362	1.189	1	2.003	-647	646,76	-0,48	0,48	418.298
5	2.600	2.600	1.197	1	2.551	49	48,81	0,02	0,02	2.382
6	2.136	2.153	899	1	3.797	-1.661	1661,00	-0,78	0,78	2.758.916
7	2.901	2.903	872	1	2.901	0	0,00	0,00	0,00	0
8	2.799	2.953	723	1	3.758	-959	959,03	-0,34	0,34	919.746
9	730	763	195	1	3.677	-2.947	2946,89	-4,04	4,04	8.684.158
10	1.750	1.742	337	1	951	799	799,16	0,46	0,46	638.663
11	2.498	2.512	416	1	2.071	427	426,78	0,17	0,17	182.143
12	2.092	2.108	267	1	2.784	-692	691,96	-0,33	0,33	478.807

ADRES										
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e _t	St	At	St/At	St/At	e _t /D _t	e _t /Y _t	e _t ²
1	420			0	0					

2	2.388	420	1968	197	197	1,00	1,00	0,82	0,82	3.873.024
3	661	2388	-1727	4	350	0,01	0,01	-2,61	2,61	2.982.529
4	1.356	2366	-1010	-97	416	-0,23	0,23	-0,74	0,74	1.020.462
5	2.600	2130	470	-40	421	-0,10	0,10	0,18	0,18	220.473
6	2.136	2175	-39	-40	383	-0,11	0,11	-0,02	0,02	1.558
7	2.901	2171	730	37	418	0,09	0,09	0,25	0,25	532.438
8	2.799	2235	564	89	432	0,21	0,21	0,20	0,20	317.601
9	730	2352	-1622	-82	551	-0,15	0,15	-2,22	2,22	2.630.803
10	1.750	2111	-361	-110	532	-0,21	0,21	-0,21	0,21	130.654
11	2.498	2037	461	-53	525	-0,10	0,10	0,18	0,18	212.561
12	2.092	2083	9	-46	474	-0,10	0,10	0,00	0,00	78

Anexo 5: Predicciones Familia 2

MOVING AVERAGE													
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO 3 PERIODOS	PRONOSTICO 6 PERIODOS	Error 3 PERIODOS	Error 6 PERIODOS	Error e _t	Error e _t	e _t /D _t	e _t /D _t	e _t /Y _t	e _t /Y _t	e _t ²	e _t ²
1	2.253												
2	1.924												
3	2.893												
4	3.074	2.357		717		717		0,23		0,23		514.567	
5	4.379	2.630		1.749		1.749		0,40		0,40		3.057.835	
6	4.390	3.449		941		941		0,21		0,21		886.108	
7	4.163	3.948	3.152	215	1.011	215	1.011	0,05	0,24	0,05	0,24	46.368	1.021.784
8	3.398	4.311	3.471	-913	-73	913	73	-0,27	-0,02	0,27	0,02	832.960	5.256
9	2.361	3.984	3.716	-1.623	-1.355	1.623	1.355	-0,69	-0,57	0,69	0,57	2.633.047	1.836.477
10	2.749	3.307	3.628	-558	-879	558	879	-0,20	-0,32	0,20	0,32	311.736	771.762
11	3.426	2.836	3.573	590	-147	590	147	0,17	-0,04	0,17	0,04	348.100	21.707
12	2.448	2.845	3.415	-397	-967	397	967	-0,16	-0,39	0,16	0,39	157.874	934.122

WEIGHTED MOVING AVERAGE

PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	2.253						
2	1.924						
3	2.893						
4	3.074	2463	611	610,67	0,20	0,20	372.914
5	4.379	2822	1557	1557,00	0,36	0,36	2.424.249
6	4.390	3696	694	693,67	0,16	0,16	481.173
7	4.163	4167	-4	4,00	0,00	0,00	16
8	3.398	4275	-877	876,67	-0,26	0,26	768.544
9	2.361	3818	-1457	1457,33	-0,62	0,62	2.123.820
10	2.749	3007	-258	258,00	-0,09	0,09	66.564
11	3.426	2728	698	698,17	0,20	0,20	487.437
12	2.448	3023	-575	574,83	-0,23	0,23	330.433

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	2.253	2.253	0	0,00	0,00	0,00	0
2	1.924	2.253	-329	329,00	-0,17	0,17	108.241
3	2.893	1.927	966	965,71	0,33	0,33	932.596
4	3.074	2.883	191	190,66	0,06	0,06	36.350
5	4.379	3.072	1.307	1306,91	0,30	0,30	1.708.005
6	4.390	4.366	24	24,07	0,01	0,01	579
7	4.163	4.390	-227	226,76	-0,05	0,05	51.420
8	3.398	4.165	-767	767,27	-0,23	0,23	588.700
9	2.361	3.406	-1.045	1044,67	-0,44	0,44	1.091.341
10	2.749	2.371	378	377,55	0,14	0,14	142.546

11	3.426	2.745	681	680,78	0,20	0,20	463.455
12	2.448	3.419	-971	971,19	-0,40	0,40	943.214

HOLTS									
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	2.253	2.253	- 329						0
2	1.924	1.924	- 329	1.924	0	0,00	0,00	0,00	0
3	2.893	2.880	- 200	1.595	1.298	1298,00	0,45	0,45	1.684.804
4	3.074	3.070	- 161	2.680	394	394,48	0,13	0,13	155.613
5	4.379	4.364	-16	2.909	1.470	1470,39	0,34	0,34	2.162.045
6	4.390	4.390	-12	4.348	42	41,58	0,01	0,01	1.729
7	4.163	4.165	-33	4.378	-215	214,82	0,05	0,05	46.150
8	3.398	3.405	- 106	4.132	-734	734,12	0,22	0,22	538.934
9	2.361	2.370	- 199	3.300	-939	938,64	0,40	0,40	881.037
10	2.749	2.743	- 141	2.172	577	577,24	0,21	0,21	333.211
11	3.426	3.418	-60	2.602	824	824,26	0,24	0,24	679.397
12	2.448	2.457	- 150	3.358	-910	909,88	0,37	0,37	827.874

WINTERS										
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	St	PRONOSTICO	Error e _t	Error e _t	e _t /D _t	e _t /Y _t	e _t ²
1	2.253	2.253	-329	1						0
2	1.924	1.924	-329	1	1.924	0	0,00	0,00	0,00	0
3	2.893	2.880	-200	1	1.595	1.298	1298,00	0,45	0,45	1.684.804
4	3.074	3.070	-161	1	2.680	394	394,48	0,13	0,13	155.613
5	4.379	4.364	-16	1	2.909	1.470	1470,39	0,34	0,34	2.162.045
6	4.390	4.390	-12	1	4.348	42	41,58	0,01	0,01	1.729
7	4.163	4.165	-33	1	4.380	-217	216,80	0,05	0,05	47.001
8	3.398	3.404	-106	1	4.133	-735	734,65	0,22	0,22	539.713
9	2.361	2.370	-199	1	3.299	-938	938,08	0,40	0,40	879.994
10	2.749	2.742	-142	1	2.171	578	577,56	0,21	0,21	333.572
11	3.426	3.418	-60	1	2.602	824	824,33	0,24	0,24	679.520
12	2.448	2.456	-150	1	3.358	-910	909,67	0,37	0,37	827.495

ADRES											
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e _t	Error e _t	St	At	St/At	St/At	e _t /D _t	e _t /Y _t	e _t ²
1	2.253				0	0					
2	1.924	2253	-329	329	131	131	-1,00	1,00	0,17	0,17	108.241
3	2.893	1924	969	969	308	466	0,66	0,66	0,33	0,33	938.961
4	3.074	2565	509	509	389	483	0,80	0,80	0,17	0,17	259.275

5	4.379	2974	1405	1405	795	852	0,93	0,93	0,32	0,32	1.973.641
6	4.390	4285	105	105	519	553	0,94	0,94	0,02	0,02	11.004
7	4.163	4384	-221	221	224	420	0,53	0,53	-	0,05	48.629
8	3.398	4266	-868	868	-	599	-0,35	0,35	-	0,26	753.816
9	2.361	3958	-1597	1597	-	998	-0,77	0,77	-	0,68	2.550.755
10	2.749	2733	16	16	-	606	-0,75	0,75	-	0,01	272
11	3.426	2745	681	681	453	636	0,00	0,00	0,20	0,20	463.972
12	2.448	2745	-297	297	-	500	-0,24	0,24	-	0,12	88.117

Anexo 6: Familia 3

MOVING AVERAGE													
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO 3 PERIODOS	PRONOSTICO 6 PERIODOS	Error 3 PERIODOS	Error 6 PERIODOS	Error e _t	Error e _t	e _t /D _t	e _t /D _t	e _t /Y _t	e _t /Y _t	et ²	et ²
ene-17	250												
feb-17	236												
mar-17	218												
abr-17	412	235		177		177		0,43		0,43		31.447	
may-17	776	289		487		487		0,63		0,63		237.494	
jun-17	518	469		49		49		0,10		0,10		2.434	
jul-17	789	569	402	220	387	220	387	0,28	0,49	0,28	0,49	48.547	150.027
ago-17	430	694	492	-264	-62	264	62	-0,61	-0,14	0,61	0,14	69.872	3.782
sep-17	577	579	524	-2	53	2	53	0,00	0,09	0,00	0,09	4	2.827
oct-17	298	599	584	-301	-286	301	286	-1,01	-0,96	1,01	0,96	90.400	81.605
nov-17	1.021	435	565	586	456	586	456	0,57	0,45	0,57	0,45	343.396	208.240
dic-17	660	632	606	28	55	28	55	0,04	0,08	0,04	0,08	784	2.970

WEIGHTED MOVING AVERAGE							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	250						
2	236						
3	218						
4	412	229	183	182,67	0,44	0,44	33.367
5	776	318	458	458,00	0,59	0,59	209.764
6	518	562	-44	43,67	-0,08	0,08	1.907
7	789	586	203	202,67	0,26	0,26	41.074
8	430	697	-267	266,50	-0,62	0,62	71.022
9	577	564	13	12,67	0,02	0,02	160
10	298	563	-265	265,33	-0,89	0,89	70.402
11	1.021	413	608	608,00	0,60	0,60	369.664
12	660	706	-46	46,00	-0,07	0,07	2.116

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	250	250	0	0,00	0,00	0,00	0
2	236	250	-14	14,00	-0,06	0,06	196
3	218	245	-27	27,02	-0,12	0,12	730
4	412	235	177	176,60	0,43	0,43	31.188
5	776	298	478	477,74	0,62	0,62	228.233
6	518	468	50	49,68	0,10	0,10	2.468
7	789	486	303	303,00	0,38	0,38	91.808

8	430	594	-164	163,86	-	0,38	0,38	26.849
9	577	536	41	41,47	0,07	0,07	0,07	1.720
10	298	550	-252	252,29	-	0,85	0,85	63.651
11	1.021	460	561	560,51	0,55	0,55	0,55	314.175
12	660	660	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0

HOLTS									
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	PRONOSTICO	Error e_t	Error le_t	e_t/D_t	le_t/Y_t	e_t^2
1	250	250	-						0
2	236	236	-	236	0	0,00	0,00	0,00	0
3	218	220	-	222	-4	4,00	0,02	0,02	16
4	412	285	-6	206	206	205,68	0,50	0,50	42.303
5	776	468	13	278	498	497,56	0,64	0,64	247.570
6	518	495	14	481	37	37,18	0,07	0,07	1.383
7	789	616	25	509	280	279,93	0,35	0,35	78.358
8	430	560	17	641	-211	210,56	-	0,49	44.336
9	577	577	17	577	0	0,00	0,00	0,00	0
10	298	481	5	594	-296	295,72	-	0,99	87.453
11	1.021	690	26	486	535	534,59	0,52	0,52	285.782
12	660	695	24	716	-56	56,08	-	0,08	3.145

WINTERS										
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	St	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	250	250	-14	1						0
2	236	236	-14	1	236	0	0,00	0,00	0,00	0
3	218	220	-14	1	222	-4	4,00	0,02	0,02	16
4	412	296	-5	1	206	206	205,92	0,50	0,50	42.402
5	776	502	16	1	291	485	485,41	0,63	0,63	235.626
6	518	518	16	1	518	0	0,00	0,00	0,00	0
7	789	645	27	1	533	256	255,60	0,32	0,32	65.333
8	430	567	17	1	699	-269	268,52	0,62	0,62	72.103
9	577	571	15	1	615	-38	38,19	0,07	0,07	1.458
10	298	454	2	1	586	-288	288,38	0,97	0,97	83.165
11	1.021	702	27	1	466	555	555,15	0,54	0,54	308.187
12	660	693	23	1	737	-77	77,05	0,12	0,12	5.936

ADRES												
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	St	At	St/At	St/At	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2	
1	250				0	0						
2	236	250	-14	14	-6	6	-1,00	1,00	0,06	0,06	196	
3	218	236	-18	18	-11	11	-1,00	1,00	0,08	0,08	324	
4	412	218	194	194	73	85	0,85	0,85	0,47	0,47	37.636	
5	776	383	393	393	203	211	0,96	0,96	0,51	0,51	154.327	

6	518	762	-244	244	21	224	0,09	0,09	-	0,47	0,47	59.522
7	789	739	50	50	33	153	0,21	0,21	0,06	0,06	0,06	2.483
8	430	750	-320	320	-	111	221	-0,50	0,50	-	0,74	102.281
9	577	589	-12	12	-71	136	-0,52	0,52	-	0,02	0,02	152
10	298	583	-285	285	-	158	197	-0,80	0,80	-	0,96	81.181
11	1.021	354	667	667	178	388	0,46	0,46	0,65	0,65	0,65	444.866
12	660	660	0	0	106	230	0,46	0,46	0,00	0,00	0,00	0

Anexo 7: Predicciones familia 4

MOVING AVERAGE													
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO 3 PERIODOS	PRONOSTICO 6 PERIODOS	Error 3 PERIODOS	Error 6 PERIODOS	Error $ e_t $	Error $ e_t $	e_t/D_t	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	$ e_t /Y_t$	e_t^2	e_t^2
1	40												
2	60												
3	400												
4	50	167		-117		117		-2,33		2,33		13.611	
5	288	170		118		118		0,41		0,41		13.924	
6	60	246		-186		186		-3,10		3,10		34.596	
7	60	133	150	-73	-90	73	90	-1,21	-1,49	1,21	1,49	5.280	8.040
8	35	136	153	-101	-118	101	118	-2,89	-3,37	2,89	3,37	10.201	13.924
9	50	52	149	-2	-99	2	99	-0,03	-1,98	0,03	1,98	3	9.768
10	24	48	91	-24	-67	24	67	-1,01	-2,77	1,01	2,77	592	4.422
11	144	36	86	108	58	108	58	0,75	0,40	0,75	0,40	11.592	3.345
12	144	73	62	71	82	71	82	0,50	0,57	0,50	0,57	5.088	6.697

WEIGHTED MOVING AVERAGE							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	40						
2	60						
3	400						
4	50	227	-177	176,67	-3,53	3,53	31.211
5	288	168	120	119,67	0,42	0,42	14.320
6	60	227	-167	167,33	-2,79	2,79	28.000
7	60	134	-74	74,33	-1,24	1,24	5.525
8	35	98	-63	63,00	-1,80	1,80	3.969
9	50	48	3	2,50	0,05	0,05	6
10	24	47	-23	22,67	-0,94	0,94	514

11	144	35	110	109,50	0,76	0,76	11.990
12	144	88	56	55,67	0,39	0,39	3.099

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	40	40	0	0,00	0,00	0,00	0
2	60	40	20	20,00	0,33	0,33	400
3	400	41	359	359,35	0,90	0,90	129.130
4	50	52	-2	2,38	-0,05	0,05	6
5	288	52	236	235,69	0,82	0,82	55.552
6	60	60	0	0,00	0,00	0,00	0
7	60	60	0	0,00	0,00	0,00	0
8	35	60	-25	25,00	-0,71	0,71	625
9	50	59	-9	9,18	-0,18	0,18	84
10	24	59	-35	34,88	-1,45	1,45	1.217
11	144	58	86	86,25	0,60	0,60	7.440
12	144	61	83	83,44	0,58	0,58	6.962

HOLTS									
PERIODO	DEMANDA	L_t	T_t	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	40	40	20						0
2	60	60	20	60	0	0,00	0,00	0,00	0
3	400	298	42	80	320	320,00	0,80	0,80	102.400

4	50	142	22	340	-290	290,22	-	5,80	84.228
5	288	249	30	164	124	123,81	0,43	0,43	15.328
6	60	130	16	279	-219	219,17	-	3,65	48.034
7	60	87	10	145	-85	85,12	-	1,42	7.246
8	35	55	6	97	-62	61,75	-	1,76	3.813
9	50	53	5	60	-10	10,11	-	0,20	102
10	24	35	2	58	-34	34,02	-	1,42	1.157
11	144	110	10	37	107	106,71	0,74	0,74	11.386
12	144	136	11	120	24	24,11	0,17	0,17	581

WINTERS										
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	St	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	40	40	20	1						0
2	60	60	20	1	60	0	0,00	0,00	0,00	0
3	400	301	42	1	80	320	320,00	0,80	0,80	102.400
4	50	141	22	1	343	-293	292,88	-	5,86	85.781
5	288	249	31	1	163	125	125,34	0,44	0,44	15.710
6	60	128	15	1	280	-220	219,67	-	3,66	48.253
7	60	86	10	1	148	-88	88,19	-	1,47	7.777
8	35	53	5	1	89	-54	54,32	-	1,55	2.950
9	50	55	5	1	59	-9	9,24	-	0,18	85

10	24	35	3	1	57	-33	32,79	-	1,37	1,37	1.075
11	144	117	10	1	37	107	106,61	0,74	0,74	0,74	11.366
12	144	139	12	1	115	29	28,72	0,20	0,20	0,20	825

ADRES											
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	St	At	St/At	St/At	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	40				0	0					
2	60	40	20	20	14	14	1,00	1,00	0,33	0,33	400
3	400	60	340	340	240	240	1,00	1,00	0,85	0,85	115.600
4	50	400	-350	350	-	169	316	-0,53	0,53	7,00	122.500
5	288	213	75	75	0	149	0,00	0,00	0,26	0,26	5.605
6	60	213	-153	153	-	106	152	-0,70	0,70	2,55	23.451
7	60	106	-46	46	-65	79	-0,82	0,82	0,77	0,77	2.131
8	35	68	-33	33	-43	47	-0,91	0,91	0,95	0,95	1.106
9	50	38	12	12	-5	23	-0,21	0,21	0,24	0,24	143
10	24	41	-17	17	-13	19	-0,70	0,70	0,69	0,69	276
11	144	29	115	115	76	85	0,89	0,89	0,80	0,80	13.240
12	144	131	13	13	32	35	0,92	0,92	0,09	0,09	170

Anexo 8: Predicciones familia 5

MOVING AVERAGE													
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO 3 PERIODOS	PRONOSTICO 6 PERIODOS	Error 3 PERIODOS	Error 6 PERIODOS	Error e _t	Error e _t	e _t /D _t	e _t /D _t	e _t /Y _t	e _t /Y _t	e _t ²	e _t ²
1	250												
2	118												
3	141												
4	278	170		108		108		0,39		0,39		11.736	
5	420	179		241		241		0,57		0,57		58.081	
6	390	280		110		110		0,28		0,28		12.173	
7	354	363	266	-9	88	9	88	-0,02	0,25	0,02	0,25	75	7.715
8	377	388	284	-11	94	11	94	-0,03	0,25	0,03	0,25	121	8.742
9	501	374	327	127	174	127	174	0,25	0,35	0,25	0,35	16.214	30.392
10	240	411	387	-171	-147	171	147	-0,71	-0,61	0,71	0,61	29.127	21.511
11	204	373	380	-169	-176	169	176	-0,83	-0,86	0,83	0,86	28.448	31.093
12	288	315	344	-27	-56	27	56	-0,09	-0,20	0,09	0,20	729	3.173

WEIGHTED MOVING AVERAGE							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e _t	Error e _t	e _t /D _t	e _t /Y _t	e _t ²
1	250						
2	118						
3	141						
4	278	152	127	126,50	0,46	0,46	16.002
5	420	206	214	214,33	0,51	0,51	45.939
6	390	326	64	63,83	0,16	0,16	4.075

7	354	381	-27	27,33	-	0,08	747
8	377	377	0	0,00	0,00	0,00	0
9	501	372	130	129,50	0,26	0,26	16.770
10	240	435	-195	195,17	-	0,81	38.090
11	204	350	-146	145,83	-	0,71	21.267
12	288	266	23	22,50	0,08	0,08	506

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	250	250	0	0,00	0,00	0,00	0
2	118	250	-132	132,00	-	1,12	17.424
3	141	142	-1	0,76	-	0,01	1
4	278	141	137	136,86	0,49	0,49	18.731
5	420	253	167	166,64	0,40	0,40	27.769
6	390	390	0	0,00	0,00	0,00	0
7	354	390	-36	36,00	-	0,10	1.296
8	377	360	17	16,52	0,04	0,04	273
9	501	374	127	126,97	0,25	0,25	16.122
10	240	478	-238	238,14	-	0,99	56.711
11	204	283	-79	78,87	-	0,39	6.221
12	288	218	70	69,80	0,24	0,24	4.872

HOLTS									
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	250	250	-132						0
2	118	118	-132	118	0	0,00	0,00	0,00	0
3	141	138	-105	-14	155	155,00	1,10	1,10	24.025
4	278	274	-63	33	245	244,68	0,88	0,88	59.868
5	420	417	-27	211	209	208,75	0,50	0,50	43.578
6	390	390	-27	390	0	0,00	0,00	0,00	0
7	354	354	-28	363	-9	9,41	0,03	0,03	89
8	377	376	-19	326	51	51,06	0,14	0,14	2.607
9	501	499	6	357	144	144,20	0,29	0,29	20.795
10	240	244	-40	504	-264	264,26	1,10	1,10	69.832
11	204	204	-40	204	0	0,15	0,00	0,00	0
12	288	286	-19	164	124	124,19	0,43	0,43	15.424

WINTERS										
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	St	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	250	250	-132	1						0
2	118	118	-132	1	118	0	0,00	0,00	0,00	0
3	141	139	-105	1	-14	155	155,00	1,10	1,10	24.025
4	278	274	-63	1	33	245	244,58	0,88	0,88	59.821
5	420	417	-27	1	211	209	208,65	0,50	0,50	43.537
6	390	390	-27	1	390	0	0,00	0,00	0,00	0

7	354	354	-28	1	364	-10	9,86	-	0,03	0,03	97
8	377	376	-20	1	326	51	50,77	0,13	0,13		2.578
9	501	498	5	1	356	145	144,77	0,29	0,29		20.960
10	240	244	-40	1	503	-263	263,43	-	1,10	1,10	69.397
11	204	204	-40	1	204	0	0,04	0,00	0,00		0
12	288	286	-19	1	164	124	123,93	0,43	0,43		15.358

ADRES											
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error le_t	St	At	St/At	St/At	e_t/D_t	le_t/Y_t	e_t^2
1	250				0	0					
2	118	250	-132	132	-74	74	-1,00	1,00	1,12	1,12	17.424
3	141	118	23	23	-20	45	-0,43	0,43	0,16	0,16	529
4	278	128	150	150	76	104	0,73	0,73	0,54	0,54	22.521
5	420	237	183	183	136	148	0,92	0,92	0,44	0,44	33.542
6	390	405	-15	15	52	73	0,70	0,70	0,04	0,04	211
7	354	394	-40	40	0	55	0,00	0,00	0,11	0,11	1.626
8	377	394	-17	17	-10	34	-0,29	0,29	0,05	0,05	300
9	501	389	112	112	58	77	0,75	0,75	0,22	0,22	12.468
10	240	473	-233	233	-	105	-0,64	0,64	0,97	0,97	54.508
11	204	324	-120	120	-	114	-0,81	0,81	0,59	0,59	14.496
12	288	227	61	61	-15	96	-0,16	0,16	0,21	0,21	3.779

Anexo 9: Predicciones familia 6

MOVING AVERAGE													
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO 3 PERIODOS	PRONOSTICO 6 PERIODOS	Error 3 PERIODOS	Error 6 PERIODOS	Error $ e_t $	Error $ e_t $	e_t/D_t	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	$ e_t /Y_t$	e_t^2	e_t^2
1	186												
2	170												
3	94												
4	94	150		-56		56		-0,60		0,60		3.136	
5	247	119		128		128		0,52		0,52		16.299	
6	247	145		102		102		0,41		0,41		10.404	
7	50	196	173	-146	-123	146	123	-2,92	-2,46	2,92	2,46	21.316	15.129
8	54	181	150	-127	-96	127	96	-2,36	-1,78	2,36	1,78	16.214	9.280
9	586	117	131	469	455	469	455	0,80	0,78	0,80	0,78	219.961	207.025
10	558	230	213	328	345	328	345	0,59	0,62	0,59	0,62	107.584	119.025
11	469	399	290	70	179	70	179	0,15	0,38	0,15	0,38	4.853	31.922
12	1.026	538	327	488	699	488	699	0,48	0,68	0,48	0,68	238.469	488.135

WEIGHTED MOVING AVERAGE							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	186						
2	170						
3	94						

4	94	135	-41	40,67	-	0,43	0,43	1.654
5	247	107	140	140,33	0,57	0,57	19.693	
6	247	171	77	76,50	0,31	0,31	5.852	
7	50	222	-172	171,50	-	3,43	29.412	
8	54	149	-95	94,50	-	1,75	8.930	
9	586	85	501	501,17	0,86	0,86	251.168	
10	558	319	239	238,67	0,43	0,43	56.962	
11	469	483	-14	14,33	-	0,03	205	
12	1.026	518	508	507,83	0,49	0,49	257.895	

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	186	186	0	0,00	0,00	0,00	0
2	170	186	-16	16,00	-	0,09	256
3	94	171	-77	76,84	-	0,82	5.905
4	94	98	-4	4,05	-	0,04	16
5	247	94	153	152,79	0,62	0,62	23.344
6	247	239	8	8,05	0,03	0,03	65
7	50	247	-197	196,58	-	3,93	38.642
8	54	60	-6	6,35	-	0,12	40
9	586	54	532	531,67	0,91	0,91	282.668
10	558	558	0	0,00	0,00	0,00	0
11	469	558	-89	89,00	-	0,19	7.921

12	1.026	474	552	552,31	0,54	0,54	305.049
----	-------	-----	-----	--------	------	------	---------

HOLTS									
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	186	186	-16						0
2	170	170	-16	170	0	0,00	0,00	0,00	0
3	94	100	-21	154	-60	60,00	0,64	0,64	3.600
4	94	92	-20	79	15	15,05	0,16	0,16	226
5	247	229	-4	72	175	174,61	0,71	0,71	30.487
6	247	245	-2	224	23	22,79	0,09	0,09	519
7	50	70	-20	242	-192	192,24	3,84	3,84	36.956
8	54	54	-19	51	3	3,32	0,06	0,06	11
9	586	528	30	34	552	551,61	0,94	0,94	304.277
10	558	558	30	558	0	0,00	0,00	0,00	0
11	469	482	19	588	-119	119,09	0,25	0,25	14.182
12	1.026	971	66	501	525	525,03	0,51	0,51	275.651

WINTERS										
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	St	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	186	186	-16	1						0
2	170	170	-16	1	170	0	0,00	0,00	0,00	0

3	94	102	-23	1	154	-60	60,00	-0,64	0,64	3.600
4	94	92	-21	1	79	15	15,23	0,16	0,16	232
5	247	225	-1	1	71	176	175,95	0,71	0,71	30.958
6	247	244	1	1	224	23	23,29	0,09	0,09	543
7	50	75	-21	1	244	-194	193,65	-3,87	3,87	37.499
8	54	54	-21	1	54	0	0,00	0,00	0,00	0
9	586	516	41	1	34	552	551,89	0,94	0,94	304.578
10	558	553	41	1	558	0	0,16	0,00	0,00	0
11	469	484	27	1	571	-102	101,60	-0,22	0,22	10.322
12	1.026	998	90	1	512	514	514,38	0,50	0,50	264.584

ADRES											
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error le_t	St	At	St/At	St/At	e_t/D_t	le_t/Y_t	e_t^2
1	186				0	0					
2	170	186	-16	16	-12	12	-1,00	1,00	0,09	0,09	256
3	94	170	-76	76	-61	61	-1,00	1,00	0,81	0,81	5.776
4	94	94	0	0	-14	14	-1,00	1,00	0,00	0,00	0
5	247	94	153	153	114	121	0,94	0,94	0,62	0,62	23.409
6	247	239	8	8	33	35	0,96	0,96	0,03	0,03	72
7	50	247	-197	197	-143	159	-0,90	0,90	3,93	3,93	38.659
8	54	70	-16	16	-45	49	-0,92	0,92	0,29	0,29	244
9	586	55	531	531	396	418	0,95	0,95	0,91	0,91	281.773
10	558	558	0	0	93	98	0,95	0,95	0,00	0,00	0

11	469	558	-89	89	-47	91	-0,51	0,51	-	0,19	0,19	7.921
12	1.026	512	514	514	383	415	0,92	0,92	0,50	0,50	263.714	

Anexo 10: Predicciones familia 7

MOVING AVERAGE													
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO 3 PERIODOS	PRONOSTICO 6 PERIODOS	Error 3 PERIODOS	Error 6 PERIODOS	Error e _t	Error e _t	e _t /D _t	e _t /D _t	e _t /Y _t	e _t /Y _t	et ²	et ²
1	877												
2	886												
3	1.022												
4	987	928		59		59		0,06		0,06		3.442	
5	160	965		-805		805		-5,03		5,03		648.025	
6	1.250	723		527		527		0,42		0,42		277.729	
7	1.301	799	864	502	437	502	437	0,39	0,34	0,39	0,34	252.004	191.260
8	696	904	934	-208	-238	208	238	-0,30	-0,34	0,30	0,34	43.125	56.803
9	494	1.082	903	-588	-409	588	409	-1,19	-0,83	1,19	0,83	346.136	167.008
10	440	830	815	-390	-375	390	375	-0,89	-0,85	0,89	0,85	152.360	140.375
11	858	543	724	315	135	315	135	0,37	0,16	0,37	0,16	99.015	18.090
12	656	597	840	59	-184	59	184	0,09	-0,28	0,09	0,28	3.442	33.795

WEIGHTED MOVING AVERAGE							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e _t	Error e _t	e _t /D _t	e _t /Y _t	et ²
1	877						

2	886						
3	1.022						
4	987	953	35	34,50	0,03	0,03	1.190
5	160	982	-822	821,83	-	5,14	675.410
6	1.250	579	671	670,67	0,54	0,54	449.794
7	1.301	843	458	458,17	0,35	0,35	209.917
8	696	1094	-398	397,83	-	0,57	158.271
9	494	990	-496	496,00	-	1,00	246.016
10	440	696	-256	255,83	-	0,58	65.451
11	858	501	357	357,33	0,42	0,42	127.687
12	656	658	-2	2,00	0,00	0,00	4

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING							
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	877	877	0	0,00	0,00	0,00	0
2	886	877	9	9,00	0,01	0,01	81
3	1.022	877	145	144,74	0,14	0,14	20.950
4	987	881	106	105,58	0,11	0,11	11.148
5	160	884	-724	724,45	-	4,53	524.828
6	1.250	864	386	386,36	0,31	0,31	149.276
7	1.301	875	426	426,26	0,33	0,33	181.700
8	696	887	-191	190,98	-	0,27	36.475
9	494	881	-387	387,50	-	0,78	150.154
10	440	870	-430	430,36	-	0,98	185.213
11	858	858	0	0,00	0,00	0,00	0

12	656	858	-202	202,00	-	0,31	0,31	40.804
----	-----	-----	------	--------	---	------	------	--------

HOLTS									
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	877	877	9						0
2	886	886	9	886	0	0,00	0,00	0,00	0
3	1.022	1.021	22	895	127	127,00	0,12	0,12	16.129
4	987	988	16	1.042	-55	55,30	-	0,06	3.058
5	160	168	-	1.004	-844	843,65	-	5,27	711.747
6	1.250	1.239	46	101	1.149	1148,99	0,92	0,92	1.320.171
7	1.301	1.301	48	1.285	16	16,16	0,01	0,01	261
8	696	703	-	1.349	-653	652,76	-	0,94	426.102
9	494	496	-	686	-192	191,83	-	0,39	36.799
10	440	440	-	460	-20	20,23	-	0,05	409
11	858	853	7	403	455	455,49	0,53	0,53	207.470
12	656	658	-	861	-205	204,85	-	0,31	41.962

WINTERS										
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	St	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$	e_t^2
1	877	877	9	1						0
2	886	886	9	1	886	0	0,00	0,00	0,00	0
3	1.022	909	13	1	895	127	127,00	0,12	0,12	16.129

4	987	929	15	1	922	65	65,39	0,07	0,07	4.276
5	160	860	-10	1	944	-784	783,69	4,90	4,90	614.164
6	1.250	893	3	1	850	400	399,92	0,32	0,32	159.939
7	1.301	939	16	1	907	394	393,94	0,30	0,30	155.186
8	696	926	7	1	961	-265	265,03	0,38	0,38	70.241
9	494	886	-7	1	858	-364	363,67	0,74	0,74	132.255
10	440	837	-19	1	915	-475	474,73	1,08	1,08	225.373
11	858	818	-19	1	858	0	0,00	0,00	0,00	0
12	656	780	-25	1	784	-128	127,75	0,19	0,19	16.321

ADRES											
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error le_t	St	At	St/At	St/At	e_t/D_t	le_t/Y_t	e_t^2
1	877				0	0					
2	886	877	9	9	9	9	1,00	1,00	0,01	0,01	81
3	1.022	886	136	136	135	135	1,00	1,00	0,13	0,13	18.496
4	987	1022	-35	35	-33	36	-0,93	0,93	0,04	0,04	1.225
5	160	990	-830	830	-822	822	-1,00	1,00	5,19	5,19	688.269
6	1.250	160	1090	1090	1071	1087	0,98	0,98	0,87	0,87	1.188.041
7	1.301	1234	67	67	78	78	1,00	1,00	0,05	0,05	4.553
8	696	1301	-605	605	-598	600	-1,00	1,00	0,87	0,87	365.852

9	494	698	-204	204	-208	208	-1,00	1,00	-	0,41	0,41	41.439
10	440	494	-54	54	-56	56	-1,00	1,00	-	0,12	0,12	2.918
11	858	440	418	418	413	414	1,00	1,00	-	0,49	0,49	174.724
12	656	857	-201	201	-195	203	-0,96	0,96	-	0,31	0,31	40.352

Anexo 11: Plan agregado de producción familia 1

Fuerza de trabajo constante			
Mes	Demanda Pronosticada	Días de Producción	Demanda Diaria
Enero	420	21	20
Febrero	2388	18	133
Marzo	661	21	31
Abril	1356	21	65
Mayo	2600	21	124
Junio	2136	21	102
Julio	2901	22	132
Agosto	2799	22	127
Septiembre	730	20	37
Octubre	1750	22	80
Noviembre	2498	20	125
Diciembre	2092	18	116
	22.331	247	

Mes	Producción Diaria a 90 Unidades Diarias	Demanda Pronosticada	Cambio Mensual de Inventario	Inventario Final	Numero de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	1899	420	1479	1479	21	\$ 2.416,75
Febrero	1627	2388	718	718	18	\$ 2.071,50
Marzo	1899	661	1956	1956	21	\$ 2.416,75
Abril	1899	1356	2498	2498	21	\$ 2.416,75
Mayo	1899	2600	1797	1797	21	\$ 2.416,75
Junio	1899	2136	1559	1559	21	\$ 2.416,75
Julio	1989	2901	647	647	22	\$ 2.531,83
Agosto	1989	2799	-163	-163	22	\$ 2.531,83
Septiembre	1808	730	915	915	20	\$ 2.301,66
Octubre	1989	1750	1154	1154	22	\$ 2.531,83
Noviembre	1808	2498	465	465	20	\$ 2.301,66
Diciembre	1627	2092	0	0	18	\$ 2.071,50
				13025		\$ 28.425,56

EOQ		
Q	1743	unid/orden
D	1861	unid/mes
Cprep	\$ 115,08	unid/ lote
Cmant	\$ 0,14	Unidad/mes

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	420	6038	5618	1	\$ 115,08
Febrero	2388	0	3230	0	\$ -
Marzo	661	0	2569	0	\$ -
Abril	1356	0	1213	0	\$ -
Mayo	2600	6038	4651	1	\$ 115,08
Junio	2136	0	2515	0	\$ -
Julio	2901	6038	5652	1	\$ 115,08
Agosto	2799	0	2853	0	\$ -
Septiembre	730	0	2123	0	\$ -
Octubre	1750	0	373	0	\$ -
Noviembre	2498	5803	3678	1	\$ 115,08
Diciembre	2092	0	1586	0	\$ -

36061

\$
460,33**Anexo 12: Plan agregado de producción familia 2**

Fuerza de trabajo constante			
Mes	Demanda Pronosticada	Días de Producción	Demanda Diaria
Enero	2253	21	107
Febrero	1924	18	107
Marzo	2893	21	138
Abril	3074	21	146
Mayo	4379	21	209
Junio	4390	21	209
Julio	4163	22	189
Agosto	3398	22	154
Septiembre	2361	20	118
Octubre	2749	22	125
Noviembre	3426	20	171
Diciembre	2448	18	136
	37.458	247	

Mes	Producción Diaria a 152 Unidades Diarias	Demanda Pronosticada	Cambio Mensual de Inventario	Inventario Final	Numero de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	3185	2253	932	932	21	\$ 2.416,75
Febrero	2730	1924	806	1737	18	\$ 2.071,50
Marzo	3185	2893	292	2029	21	\$ 2.416,75
Abril	3185	3074	111	2140	21	\$ 2.416,75
Mayo	3185	4379	-1194	945	21	\$ 2.416,75
Junio	3185	4390	-1205	-260	21	\$ 2.416,75
Julio	3336	4163	-827	-1086	22	\$ 2.531,83
Agosto	3336	3398	-62	-1148	22	\$ 2.531,83
Septiembre	3033	2361	672	-476	20	\$ 2.301,66
Octubre	3336	2749	587	111	22	\$ 2.531,83
Noviembre	3033	3426	-393	-282	20	\$ 2.301,66
Diciembre	2730	2448	282	0	18	\$ 2.071,50
				4642		\$ 28.425,56

EOQ		
Q	1961	unid/orden
D	3122	unid/mes

Cprep	\$ 115,08	unid/ lote
Cmant	\$ 0,19	Unidad/mes

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	2253	6793	4540	1	\$ 115,08
Febrero	1924	0	2616	0	\$ -
Marzo	2893	6793	6516	1	\$ 115,08
Abril	3074	0	3442	0	\$ -
Mayo	4379	6793	5856	1	\$ 115,08
Junio	4390	0	1466	0	\$ -
Julio	4163	6793	4096	1	\$ 115,08
Agosto	3398	0	698	0	\$ -
Septiembre	2361	6793	5130	1	\$ 115,08
Octubre	2749	0	2381	0	\$ -
Noviembre	3426	6793	5748	1	\$ 115,08
Diciembre	2448	0	3300	0	\$ -
			45789		\$ 690,50

Anexo 13: Plan agregado de producción familia 3

Fuerza de trabajo constante			
Mes	Demanda Pronosticada	Días de Producción	Demanda Diaria
Enero	250	21	12
Febrero	236	18	13
Marzo	218	21	10
Abril	412	21	20
Mayo	776	21	37
Junio	518	21	25
Julio	789	22	36
Agosto	430	22	20
Septiembre	577	20	29
Octubre	298	22	14
Noviembre	1021	20	51
Diciembre	660	18	37
	6.185	247	

Mes	Producción Diaria a 25 Unidades Diarias	Demanda Pronosticada	Cambio Mensual de Inventario	Inventario Final	Numero de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	526	250	276	276	21	\$ 2.416,75
Febrero	451	236	215	491	18	\$ 2.071,50

Marzo	526	218	308	798	21	\$ 2.416,75
Abril	526	412	114	912	21	\$ 2.416,75
Mayo	526	776	-250	662	21	\$ 2.416,75
Junio	526	518	8	670	21	\$ 2.416,75
Julio	551	789	-238	432	22	\$ 2.531,83
Agosto	551	430	121	553	22	\$ 2.531,83
Septiembre	501	577	-76	477	20	\$ 2.301,66
Octubre	551	298	253	729	22	\$ 2.531,83
Noviembre	501	1021	-520	209	20	\$ 2.301,66
Diciembre	451	660	-209	0	18	\$ 2.071,50
				6209		\$ 28.425,56

EOQ		
Q	632	unid/orden
D	515	unid/mes
Cprep	\$ 115,08	unid/ lote
Cmant	\$ 0,30	Unidad/mes

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
-----	------------	------------	------------------	--------------------------------	----------------------

Enero	250	2760	2510	1	\$ 115,08
Febrero	236	0	2274	0	\$ -
Marzo	218	0	2056	0	\$ -
Abril	412	0	1644	0	\$ -
Mayo	776	0	868	0	\$ -
Junio	518	0	350	0	\$ -
Julio	789	2760	2321	1	\$ 115,08
Agosto	430	0	1891	0	\$ -
Septiembre	577	0	1314	0	\$ -
Octubre	298	0	1016	0	\$ -
Noviembre	1021	2760	2755	1	\$ 115,08
Diciembre	660	0	2095	0	\$ -
			21094		\$ 345,25

Anexo 14: Plan agregado de producción familia 4

Fuerza de trabajo constante			
Mes	Demanda Pronosticada	Días de Producción	Demanda Diaria
Enero	40	21	2
Febrero	60	18	3
Marzo	400	21	19
Abril	50	21	2
Mayo	288	21	14
Junio	60	21	3
Julio	60	22	3
Agosto	35	22	2
Septiembre	50	20	3
Octubre	24	22	1
Noviembre	144	20	7
Diciembre	144	18	8
	1.355	247	

Mes	Producción Diaria a 25 Unidades Diarias	Demanda Pronosticada	Cambio Mensual de Inventario	Inventario Final	Numero de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	115	40	75	75	21	\$ 2.416,75
Febrero	99	60	114	114	18	\$ 2.071,50
Marzo	115	400	-171	-171	21	\$ 2.416,75

Abril	115	50	-106	-106	21	\$ 2.416,75
Mayo	115	288	-278	-278	21	\$ 2.416,75
Junio	115	60	-223	-223	21	\$ 2.416,75
Julio	121	60	-163	-163	22	\$ 2.531,83
Agosto	121	35	-77	-77	22	\$ 2.531,83
Septiembre	110	50	-17	-17	20	\$ 2.301,66
Octubre	121	24	80	80	22	\$ 2.531,83
Noviembre	110	144	45	45	20	\$ 2.301,66
Diciembre	99	144	0	0	18	\$ 2.071,50
				721		\$ 28.425,56

EOQ		
Q	296	unid/orden
D	113	unid/mes
Cprep	\$ 115,08	unid/ lote
Cmant	\$ 0,30	Unidad/mes

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	40	1025	985	1	\$ 115,08

Febrero	60	0	925	0	\$ -
Marzo	400	0	525	0	\$ -
Abril	50	0	475	0	\$ -
Mayo	288	0	187	0	\$ -
Junio	60	0	127	0	\$ -
Julio	60	0	67	0	\$ -
Agosto	35	0	32	0	\$ -
Septiembre	50	1025	1007	1	\$ 115,08
Octubre	24	0	983	0	\$ -
Noviembre	144	0	839	0	\$ -
Diciembre	144	0	695	0	\$ -
			6847		\$ 230,17

Anexo 15: Plan agregado de producción familia 5

Fuerza de trabajo constante			
Mes	Demanda Pronosticada	Días de Producción	Demanda Diaria
Enero	250	21	12
Febrero	118	18	7
Marzo	141	21	7
Abril	278	21	13
Mayo	420	21	20
Junio	390	21	19
Julio	354	22	16
Agosto	377	22	17
Septiembre	501	20	25
Octubre	240	22	11
Noviembre	204	20	10
Diciembre	288	18	16
	3.561	247	

Mes	Producción Diaria a 25 Unidades Diarias	Demanda Pronosticada	Cambio Mensual de Inventario	Inventario Final	Numero de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	303	250	53	53	21	\$ 2.416,75
Febrero	260	118	194	194	18	\$ 2.071,50
Marzo	303	141	356	356	21	\$ 2.416,75

Abril	303	278	381	381	21	\$ 2.416,75
Mayo	303	420	264	264	21	\$ 2.416,75
Junio	303	390	176	176	21	\$ 2.416,75
Julio	317	354	139	139	22	\$ 2.531,83
Agosto	317	377	80	80	22	\$ 2.531,83
Septiembre	288	501	-133	-133	20	\$ 2.301,66
Octubre	317	240	-56	-56	22	\$ 2.531,83
Noviembre	288	204	28	28	20	\$ 2.301,66
Diciembre	260	288	0	0	18	\$ 2.071,50
				1482		\$ 28.425,56

EOQ		
Q	430	unid/orden
D	297	unid/mes
Cprep	\$ 115,08	unid/ lote
Cmant	\$ 0,37	Unidad/mes

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	250	1491	1241	1	\$ 115,08

Febrero	118	0	1123	0	\$ -
Marzo	141	0	982	0	\$ -
Abril	278	0	704	0	\$ -
Mayo	420	0	284	0	\$ -
Junio	390	1491	1385	1	\$ 115,08
Julio	354	0	1031	0	\$ -
Agosto	377	0	654	0	\$ -
Septiembre	501	0	153	0	\$ -
Octubre	240	1491	1404	1	\$ 115,08
Noviembre	204	0	1200	0	\$ -
Diciembre	288	0	912	0	\$ -
			11073		\$ 345,25

Anexo 16: Plan agregado de producción familia 6

Fuerza de trabajo constante			
Mes	Demanda Pronosticada	Días de Producción	Demanda Diaria
Enero	186	21	9
Febrero	170	18	9
Marzo	94	21	4
Abril	94	21	4
Mayo	247	21	12
Junio	247	21	12
Julio	50	22	2
Agosto	54	22	2
Septiembre	586	20	29
Octubre	558	22	25
Noviembre	469	20	23
Diciembre	1026	18	57
	3.781	247	

Mes	Producción Diaria a 25 Unidades Diarias	Demanda Pronosticada	Cambio Mensual de Inventario	Inventario Final	Numero de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	321	186	135	135	21	\$ 2.416,75
Febrero	276	170	241	241	18	\$ 2.071,50

Marzo	321	94	468	468	21	\$ 2.416,75
Abril	321	94	696	696	21	\$ 2.416,75
Mayo	321	247	770	770	21	\$ 2.416,75
Junio	321	247	845	845	21	\$ 2.416,75
Julio	337	50	1132	1132	22	\$ 2.531,83
Agosto	337	54	1414	1414	22	\$ 2.531,83
Septiembre	306	586	1135	1135	20	\$ 2.301,66
Octubre	337	558	913	913	22	\$ 2.531,83
Noviembre	306	469	750	750	20	\$ 2.301,66
Diciembre	276	1026	0	0	18	\$ 2.071,50
				8500		\$ 28.425,56

EOQ		
Q	617	unid/orden
D	315	unid/mes
Cprep	\$ 115,08	unid/ lote
Cmant	\$ 0,19	Unidad/mes

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	186	2138	1952	1	\$ 115,08
Febrero	170	0	1782	0	\$ -
Marzo	94	0	1688	0	\$ -
Abril	94	0	1594	0	\$ -
Mayo	247	0	1347	0	\$ -
Junio	247	0	1100	0	\$ -
Julio	50	0	1050	0	\$ -
Agosto	54	0	996	0	\$ -
Septiembre	586	0	410	0	\$ -
Octubre	558	2138	1990	1	\$ 115,08
Noviembre	469	0	1521	0	\$ -
Diciembre	1026	0	495	0	\$ -
			15925		\$ 230,17

Anexo 17: Plan agregado de producción familia 7

Fuerza de trabajo constante			
Mes	Demanda Pronosticada	Días de Producción	Demanda Diaria
Enero	877	21	42
Febrero	886	18	49
Marzo	1022	21	49
Abril	987	21	47
Mayo	160	21	8
Junio	1250	21	60
Julio	1301	22	59
Agosto	696	22	32
Septiembre	494	20	25
Octubre	440	22	20
Noviembre	858	20	43
Diciembre	656	18	36
	9.627	247	

Mes	Producción Diaria a 25 Unidades Diarias	Demanda Pronosticada	Cambio Mensual de Inventario	Inventario Final	Numero de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	818	877	-59	-59	21	\$ 2.416,75
Febrero	702	886	-243	-243	18	\$ 2.071,50
Marzo	818	1022	-446	-446	21	\$ 2.416,75
Abril	818	987	-615	-615	21	\$ 2.416,75
Mayo	818	160	44	44	21	\$ 2.416,75
Junio	818	1250	-388	-388	21	\$ 2.416,75
Julio	857	1301	-832	-832	22	\$ 2.531,83
Agosto	857	696	-670	-670	22	\$ 2.531,83
Septiembre	780	494	-385	-385	20	\$ 2.301,66
Octubre	857	440	33	33	22	\$ 2.531,83
Noviembre	780	858	-46	-46	20	\$ 2.301,66
Diciembre	702	656	0	0	18	\$ 2.071,50
				-3606		\$ 28.425,56

EOQ		
Q	1065	unid/orden
D	802	unid/mes

Cprep	\$ 115,08	unid/ lote
Cmant	\$ 0,16	Unidad/mes

Mes	Pronostico	Producción	Inventario Final	Número de Preparaciones al Mes	Costo de Preparación
Enero	877	3688	2811	1	\$ 115,08
Febrero	886	0	1925	0	\$ -
Marzo	1022	0	903	0	\$ -
Abril	987	3688	3604	1	\$ 115,08
Mayo	160	0	3444	0	\$ -
Junio	1250	0	2194	0	\$ -
Julio	1301	0	893	0	\$ -
Agosto	696	0	197	0	\$ -
Septiembre	494	3688	3391	1	\$ 115,08
Octubre	440	0	2951	0	\$ -
Noviembre	858	0	2093	0	\$ -
Diciembre	656	0	1437	0	\$ -
			25843		\$ 345,25

