

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Propuesta de una Política de Inventario para los Productos
Principales de CONE JEANS**

Cristina Gavilanes Falcón

Cristina Camacho, M. Sc., Directora de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de
Ingeniera Industrial

Quito, Mayo del 2014

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias e Ingeniería**

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Propuesta de una Política de Inventario para los Productos
Principales de CONE JEANS**

Cristina Gavilanes Falcón

Cristina Camacho, M.Sc.
Directora de Tesis

.....

Carlos Suárez, M.Sc.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Pablo Dávila, M.Sc.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Ximena Córdova, Ph.D.
Decana de la Escuela de Ingeniería
Colegio Politécnico
Miembro del Comité de Tesis

.....

Quito, Mayo del 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

.....

Blanca Cristina Gavilanes Falcón

C.I.: 1715597256

Quito, Mayo del 2014

Dedicatoria

Para mis dos más grandes bendiciones, Tatiana y Carolina

Agradecimientos

A mis papis por su sabiduría y ejemplo

A mi esposo por su amor y paciencia

A los profes por todo el apoyo brindado

A mis hermanos, familiares y amigos

RESUMEN

El presente trabajo consiste en la propuesta de una Política de Inventario para los productos principales de la empresa CONFECCIONES NACIONALES ECUATORIANAS, CONE JEANS.

En primera instancia, el estudio identifica los productos más representativos para la empresa mediante la aplicación de la categorización ABC. Para estos productos principales, se realiza un estudio del comportamiento de su demanda, con la finalidad de identificar las características necesarias y de esta manera sugerir un método de pronóstico.

Finalmente, el estudio y pronóstico de la demanda permiten la elección de un modelo de control de inventario para cada producto. La política de inventario propuesta se asegura de establecer tiempos y niveles óptimos de reabastecimiento, que permitan minimizar el costo total del manejo de inventarios.

ABSTRACT

The present study aims to propose an inventory policy for the main products of the company CONFECCIONES NACIONALES ECUATORIANAS, CONE JEANS.

In first instance, the study identifies the most representative products of the company through an ABC analysis. For these main products, a demand analysis is conducted with the purpose to recognize some characteristics needed to choose a correct forecasting method.

Finally, the analysis and demand forecast help to determine an applicable inventory policy for each product. The inventory policy chosen establishes the optimal order levels and order quantities that minimize the total inventory cost.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1 : GENERALIDADES	13
1.1 Introducción.....	13
1.2 Objetivo General	14
1.3 Objetivos Específicos.....	14
1.4 Descripción de la Empresa	15
1.5 Descripción del Problema.....	17
1.6 Justificación e Importancia.....	19
CAPITULO 2 : MARCO TEORICO Y REVISION LITERARIA.....	20
2.1 MARCO TEORICO	20
2.1.1 Categorización de Productos.....	20
2.1.2 Pronósticos de demanda.....	21
2.1.3 Políticas de Inventario	32
2.2 REVISION LITERARIA.....	44
CAPITULO 3 : ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	50
3.1 Métodos de Pronóstico de Demanda Utilizados por la Empresa	50
3.2 Determinación de las Políticas Actuales de Control de Inventarios	51
3.3 Análisis FODA de las Políticas Actuales de Control de Inventarios	51
3.3.1 Fortalezas	51
3.3.2 Oportunidades.....	51
3.3.3 Debilidades	52
3.3.4 Amenazas	53
CAPITULO 4 : DESARROLLO DE LA PROPUESTA	54
4.1 Propuesta para Categorización de los Productos de la Empresa	54
4.2 Estudio del Comportamiento histórico de la demanda	58
4.2.1 Estudio de comportamiento de la demanda para la familia: Hombre Inferior Clásico	59
4.2.2 Estudio de comportamiento de la demanda para la familia: Mujer Inferior Moda.....	61
4.2.3 Estudio de comportamiento de la demanda para la familia: Hombre Inferior Moda.....	64
4.2.4 Estudio de comportamiento de la demanda para la para familia: Mujer Inferior Clásico	66

4.3	Propuesta de Métodos de Pronóstico.....	69
4.3.1	Pronósticos de ventas para la familia: Hombre inferior Clásico.....	69
4.3.2	Pronósticos de ventas para la familia: Mujer Inferior Moda.....	71
4.3.3	Pronósticos de ventas para la familia: Hombre Inferior Moda	73
4.3.4	Pronósticos de ventas para la familia: Mujer Inferior Clásico.....	75
4.4	Propuesta de Políticas de Inventario.....	76
4.4.1	Definición de costos de inventario.....	77
4.4.2	Política de inventario para la familia: Hombre Inferior Clásico.....	84
4.4.3	Política de inventario para la familia: Mujer Inferior Moda	89
4.4.4	Política de inventario para la familia: Hombre Inferior Moda	89
4.4.5	Política de inventario para la familia: Mujer Inferior Clásico.....	90
CAPITULO 5 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		91
5.1	CONCLUSIONES.....	91
5.2	RECOMENDACIONES.....	92
6	BIBLIOGRAFÍA.....	93
7	ANEXOS.....	97
7.1	Lista de familia de productos.....	97
7.2	Categorización ABC de las familias de productos por año	98
7.3	Ventas Anuales por Familia de Productos.....	100
7.4	Pruebas de Estacionalidad con Minitab ® para cada familia de productos 102	
7.4.1	Familia: Hombre Inferior Clásico.....	102
7.4.2	Familia: Mujer Inferior Moda.....	104
7.4.3	Familia: Hombre Inferior Moda.....	106
7.4.4	Familia: Mujer Inferior Clásico	108
7.5	Errores de Pronósticos.....	110
7.5.1	Combinaciones de variables para método Winters de la familia: Hombre Inferior Clásico.....	110
7.5.2	Combinaciones de variables para método Winters de la familia: Mujer Inferior Moda.....	110
7.5.3	Combinaciones de variables para método Winters de la familia: Hombre Inferior Moda.....	111
7.5.4	Combinaciones de variables para método Winters de la familia: Mujer Inferior Clásico	111
7.6	Desarrollo método Silver-Meal	112
7.6.1	Para la familia de Mujer Inferior Moda.....	112

7.6.2	Para la familia de Hombre Inferior Moda	116
7.6.3	Para la familia de Mujer Inferior Clásico	120

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de espacios de infraestructura física de CONE JEANS.....	16
Tabla 2. Porcentaje de incumplimiento por pedidos mensuales.....	17
Tabla 3. Métodos de Pronósticos Cualitativos.....	23
Tabla 4. Guía para seleccionar un método de pronóstico apropiado	25
Tabla 5 Análisis FODA de las políticas actuales de CONE JEANS	53
Tabla 6. Resumen de errores para pruebas de estacionalidad para la serie de tiempo de los datos de la familia HOMBRE INFERIOR CLASICO.....	60
Tabla 7. Resumen de errores para prueba de estacionalidad para la serie de tiempo de los datos de la familia MUJER INFERIOR MODA	62
Tabla 8. Resumen de errores para prueba de estacionalidad para la serie de tiempo de los datos de la familia HOMBRE INFERIOR MODA.....	65
Tabla 9. Resumen de errores para prueba de estacionalidad para la serie de tiempo de los datos de la familia MUJER INFERIOR CLASICO	67
Tabla 10. Resultados pronósticos para la familia HOMBRE INFERIOR CLASICO	71
Tabla 11. Resultados pronósticos para la familia MUJER INFERIOR MODA	73
Tabla 12. Resultados pronósticos para la familia HOMBRE INFERIOR MODA...	75
Tabla 13. Resultados pronósticos para la familia MUJER INFERIOR CLÁSICO .	76
Tabla 14. Cálculo de costo de mantener inventario por prenda al mes.....	83
Tabla 15. Política de inventario para la familia Hombre Inferior Clásico	89
Tabla 16. Política de inventario para la familia Mujer Inferior Moda	89
Tabla 17. Política de inventario para la familia Hombre Inferior Moda	90
Tabla 18. Política de inventario para la familia Mujer Inferior Clásico	90

LISTA ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Análisis ABC	21
Ilustración 2. Modelos de Políticas de inventario.....	32
Ilustración 3. Diagrama del nivel de inventario como una función del tiempo del modelo EOQ básico	37
Ilustración 4. Diagrama del nivel de inventario como una función del tiempo en el modelo EOQ con faltantes planeados.....	40
Ilustración 5. Método de Silver Meal	41
Ilustración 6. Ingreso por ventas anuales de Cone Jeans.....	54
Ilustración 7. Características relevantes para formar grupos de familia de productos.....	56
Ilustración 8. Resumen de familias de productos A en los último 3 años.....	57
Ilustración 9. Representación ventas anuales para la familia: HOMBRE INFERIOR CLASICO.....	59
Ilustración 10. Descomposición de serie de tiempo para la familia: HOMBRE INFERIOR CLASICO	60
Ilustración 11. Ventas anuales para familia: MUJER INFERIOR MODA.....	61
Ilustración 12. Descomposición de serie de tiempo para la familia: MUJER INFERIOR MODA	63
Ilustración 13. Ventas anuales para familia: HOMBRE INFERIOR MODA	64
Ilustración 14.Descomposición de serie de tiempo para la familia: HOMBRE INFERIOR MODA	65
Ilustración 15. Ventas anuales para familia: MUJER INFERIOR CLASICO.....	66
Ilustración 16. Descomposición de serie de tiempo para la familia: MUJER INFERIOR CLASICO	68

Ilustración 17. Modelo de Pronósticos para la familia HOMBRE INFERIOR CLASICO.....	70
Ilustración 18. Modelo de Pronósticos para la familia MUJER INFERIOR MODA	72
Ilustración 19. Modelo de Pronósticos para la familia HOBRE INFERIOR MODA	74
Ilustración 20. Modelo de Pronósticos para la familia MUJER INFERIOR CLASICO.....	75

CAPITULO 1 : GENERALIDADES

1.1 Introducción

El presente estudio presenta una propuesta de una Política de Inventario para los Productos Principales de CONE JEANS, empresa ecuatoriana dedicada a la confección y comercialización de prendas de vestir. Esta cuenta con su planta industrial y un local comercial de ventas por menor en el sector del Valle de los Chillos en la ciudad de Quito.

A pesar del desarrollo que CONE JEANS ha experimentado en los últimos años, sus procesos de manejo de inventario y producción no han logrado tecnificarse. La empresa trabaja bajo prácticas empíricas, que han ocasionado que el proceso de colocación de órdenes de producción no sea planificado conforme a la demanda de los clientes, produciéndose por consiguiente, pérdidas en las ventas por desabastecimiento de producto terminado. Por lo tanto, es de vital importancia que la empresa utilice métodos de análisis que le permitan desempeñarse de una manera más eficiente. Por consiguiente, el presente estudio propone identificar los productos más representativos de la empresa con el objetivo de crear políticas de inventario para cada uno de ellos. Una vez identificados los productos más representativos, se analizará su demanda al reconocer patrones de comportamiento histórico, sugerir métodos de pronósticos y finalmente proponer una política de inventario.

Además, el presente estudio busca proponer una Política de Inventario que asegure un manejo más eficiente de los recursos de la empresa y un alto nivel de servicio al cliente final.

1.2 Objetivo General

Diseñar y proponer una política de inventarios para los productos principales de CONFECCIONES NACIONALES ECUATORIANAS CONE JEANS

1.3 Objetivos Específicos

- 1.3.1** Identificar las políticas actuales de manejo de inventarios en CONE JEANS.
- 1.3.2** Analizar las fortalezas y debilidades de las políticas actuales de manejo de control de inventarios.
- 1.3.3** Estudiar los niveles de demanda de los principales productos en CONE JEANS.
- 1.3.4** Proponer una nueva política de inventario para el manejo de inventarios de los principales productos de la empresa.

1.4 Descripción de la Empresa

CONE JEANS es una empresa familiar ecuatoriana, dedicada al diseño, corte, confección y comercialización de prendas de vestir y ropa de trabajo en la ciudad de Quito. En la actualidad, cuenta con una fuerza laboral de 15 operarios, 4 vendedores y 4 colaboradores administrativos. Año tras año su participación en el mercado crece, lo que se evidencia a través de sus registros contables. En el año 2011 y 2013 se vendieron \$119.490,00 y \$182.296,00 respectivamente, dando una tasa de crecimiento promedio anual de 17,52% en los últimos tres años. (CONE JEANS, 2011-2012)

La empresa cuenta con cuatro marcas registradas que se clasifican de la siguiente manera (CONE JEANS, 2011-2012):

- CONE JEANS: Ropa casual clásica para caballero y ropa de trabajo
- SANTU JEANS: Ropa casual de vanguardia para caballero
- GORETTY JEANS: Ropa casual femenina clásica y moda
- RAGATZZY: Ropa casual Infantil

CONE JEANS funciona en su planta industrial situada en la calle Río Zamora Oe10-81 y San Juan de Dios, Sector Valle de los Chillos en la ciudad de Quito, Pichincha. La planta cuenta con aproximadamente 1500m² de construcción y sus oficinas 150m² que se encuentran distribuidos como se muestra a continuación (CONE JEANS, 2011-2012):

Descripción	Datos
Bodega y Otros	<ul style="list-style-type: none"> • Bodega de Telas (80m²) • Bodega Materia prima Confección (50m²) • Bodega Producto Terminado (185m²)
Planta	<ul style="list-style-type: none"> • Área de Corte (80m²) • Área de Confección (400m²) • Área de Lavandería (300m²) • Área de Terminados y Control de Calidad (200m²)
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> • Show Room (60m²) • Contabilidad (15m²) • Administrativo (18m²) • Gerencia (20m²) • Sala de Espera (24m²)

Tabla 1. Distribución de espacios de infraestructura física de CONE JEANS

Fuente: (CONE JEANS, 2011-2012)

Las ventas por menor se las realizan en su local comercial ubicado en el sector del triángulo en el Valle de los Chillos que cuenta con aproximadamente 400m² para exhibición y atención al cliente final (CONE JEANS, 2011-2012).

La planta industrial confecciona, en promedio, 25.000 prendas anuales con 15 operarios. La línea de Ropa de Trabajo y Uniformes está representada con el 69% de la producción total, y el porcentaje restante se destina para abastecer a un punto de venta propio y a diferentes distribuidores a nivel nacional (CONE JEANS, 2011-2012).

La visión de la empresa es: “CONE JEANS se proyecta a ser una empresa líder en el sector de la confección y comercialización de prendas de vestir en el mercado nacional e internacional” (CONE JEANS, 2013).

La misión de la empresa es: “Confeccionar y vender prendas de vestir de excelente calidad y al mejor precio, satisfaciendo las exigencias de nuestros clientes siendo una empresa competitiva y eficiente” (CONE JEANS, 2013)

1.5 Descripción del Problema

A pesar del desarrollo que CONE JEANS ha experimentado en los últimos años, sus procesos de manejo de inventario y producción no han logrado tecnificarse. Los pedidos no se determinan formalmente estableciendo cantidades de lote óptimas para los productos principales que vayan de acuerdo con las características de la demanda. Al mismo tiempo, no se posee puntos de reorden o niveles de inventarios de seguridad establecidos; es decir, no se cuenta con políticas de control de inventarios. Esto ha ocasionado que el proceso de colocación de órdenes de producción no sea planificado conforme a la demanda de los clientes, produciéndose por consiguiente pérdidas en las ventas por desabastecimiento de producto terminado. La siguiente tabla muestra el porcentaje de incumplimiento por pedidos mensuales del año 2013: (CONE JEANS, 2011-2012)

MES	UNIDADES VENDIDAS	UNIDADES DESPAHADAS	% de incumplimiento
01/01/2013	503	325	35%
01/02/2013	462	276	40%
01/03/2013	521	302	42%
01/04/2013	528	249	53%
01/05/2013	542	333	39%
01/06/2013	400	251	37%
01/07/2013	409	260	36%
01/08/2013	351	246	30%
01/09/2014	529	365	31%
01/10/2013	448	314	30%
01/11/2013	445	325	27%
01/12/2013	936	581	38%
PROMEDIO ANUAL			37%

Tabla 2. Porcentaje de incumplimiento por pedidos mensuales

Fuente: (CONE JEANS, 2011-2012)

De la Tabla 2 se puede observar que en el 2013 existió un 37% de incumplimiento promedio en los pedidos mensuales, lo que es un indicador objetivo de que la gestión de inventario de los productos finales de la empresa no está siendo llevada de una manera acertada. Sin embargo este indicador, no es considerado para los pronósticos de los productos, debido a que solo es un estimado.

1.6 Justificación e Importancia

CONE JEANS, se halla experimentando un continuo crecimiento en el mercado nacional. Consecuentemente, el manejo de sus recursos operativos ha ganado complejidad, siendo de especial interés el manejo de inventario de los principales productos. (Falcón, Jefe de Producción CONE JEANS, 2013)

El no contar con una política establecida de inventarios para los productos terminados, asociada a las necesidades del cliente, provoca una frecuente escasez de productos o en su defecto una sobreproducción, que se transforma ya sea en pérdidas o en mayores costos operativos, los cuales afectan finalmente a los balances de la empresa. (Falcón, Jefe de Producción CONE JEANS, 2013)

Además, el no contar con pronósticos para la demanda, hace que la empresa pierda oportunidades de crecimiento, pues no se tiene las herramientas necesarias para satisfacer las necesidades de los clientes (Falcón, Jefe de Producción CONE JEANS, 2013).

Por lo anteriormente expuesto, el presente trabajo busca diseñar y proponer una política de inventarios para los principales productos de la empresa, los cuales van a ser identificados mediante la categorización ABC. Además, se procederá a determinar el comportamiento de los datos históricos y pronósticos de la demanda de los principales productos de la empresa, así como los costos asociados al manejo de inventarios, con el fin de encontrar el modelo más adecuado de control y manejo de inventario para dichos productos.

CAPITULO 2 : MARCO TEORICO Y REVISION LITERARIA

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 Categorización de Productos

La gestión de inventarios para una empresa productora de múltiples productos puede ser muy compleja, debido a que cada producto debería manejarse con una política de inventario diferente de acuerdo a las características de cada uno; en la práctica, las compañías categorizan sus productos con el método de control ABC (Hillier & Lieberman, 2006, págs. 886-887). Con esta técnica, se obtiene frecuentemente que el 20% de los productos en inventario representan el 80% del ingreso monetario anual (demanda*precio), mientras que el 80% restante de productos son responsables solamente del 20% de ingresos anuales (Elsayed & Boucher, 1994, pág. 116). El método de control ABC implica dividir los productos en tres grupos llamados A, B y C (Hillier & Lieberman, 2006, pág. 887). Cada grupo debe ser tratado de manera diferente como explica Elsayed & Boucher (1994, págs. 116-117):

GRUPO A:

Este grupo representa el 20% de los productos y el 80% de los ingresos monetarios anuales. Se recomienda que se preste mucha atención a los productos dentro del grupo A, los cuales deberían ser manejados por un modelo de inventarios formal (Elsayed & Boucher, 1994, págs. 116-117).

GRUPO B:

Este grupo representa entre el 20% al 30% de los productos en inventario y cerca del 15% de los ingresos anuales. Para los productos de este grupo

se aconseja revisar el índice de uso mensual cada 6 meses para determinar el tamaño de pedido (Elsayed & Boucher, 1994, págs. 116-117).

GRUPO C:

Este grupo representa entre el 30% al 60% de los productos en inventario y cerca del 5% de los ingresos anuales. La revisión de los artículos en este grupo debería hacerse anualmente y hacer pedidos que cubran la demanda anual (Elsayed & Boucher, 1994, págs. 116-117).

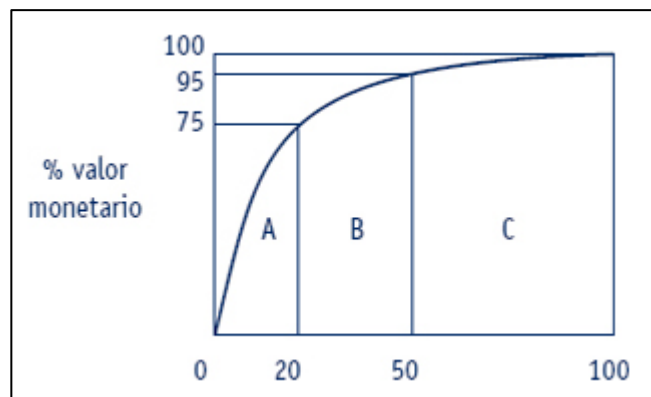


Ilustración 1. Análisis ABC

Fuente: (Elsayed & Boucher, 1994, pág. 116)

2.1.2 Pronósticos de demanda

2.1.2.1 Horizonte de Tiempo en los Pronósticos

Según Elsayed & Boucher (1994, pág. 8) la idea detrás de cualquier método de pronóstico es utilizar información pasada para proyectar valores futuros. Una manera de dividir los métodos de pronósticos, es según el tiempo de predicción como se muestra a continuación (Elsayed & Boucher, 1994, pág. 8):

Pronósticos a corto plazo: se refieren a predicciones de horas a máximo 1 año. Los pronósticos a corto plazo son más precisos que aquellos de mediano y largo plazo.

Pronósticos a mediano plazo: estas predicciones van de 1 a 5 años.

Pronósticos a largo plazo: el período de estas predicciones son mayores a 5 años.

2.1.2.2 Características de los Pronósticos

Según Hopp & Spearman (Factory Physics, 2008, pág. 441) los pronósticos siguen las siguientes tres leyes:

Primera ley de pronósticos: Los pronósticos siempre son erróneos

Segunda ley de pronósticos: Los pronósticos detallados son peor que pronósticos agregados.

Tercera ley de pronósticos: Mientras más lejos sea el pronóstico, menos certero será.

Estas leyes se corroboran con las características de los pronósticos presentadas por Nahmias (2007, pág. 55):

- a) Normalmente están equivocados
- b) Un buen pronóstico es más que un simple número
- c) Los pronósticos agregados son más exactos
- d) Entre más lejano sea el horizonte de pronóstico, menos exacta será la predicción
- e) Los pronósticos no deben usarse para excluir información conocida.

La clasificación más utilizada es la que divide a las técnicas de pronósticos en dos grandes bifurcaciones: métodos cualitativos y métodos cuantitativos (Hopp & Spearman, 2008)

2.1.2.3 Métodos de Pronóstico Cualitativos

Los métodos de pronóstico cualitativos buscan predecir escenarios futuros mediante la experiencia de gente, en vez de con métodos

matemáticos (Hopp & Spearman, 2008). Esta técnica es utilizada cuando no existe o hay muy pocos datos históricos (Elsayed & Boucher, 1994). La siguiente tabla muestra ejemplos de modelos de pronóstico de ventas cualitativos:

Método	Descripción
Consenso del Comité Ejecutivo	Varios especialistas de diferentes departamentos dentro de la empresa forman un comité que desarrollará el pronóstico de ventas.
Método Delphi	El resultado de éste método es determinado por el consenso de las respuestas obtenidas de los especialistas en cuestionarios respondidos de manera anónima. Cada miembro responde a una misma pregunta por ronda, las respuestas son discutidas de manera grupal determinando así la tendencia del pronóstico.
Estimaciones de la fuerza de ventas	El pronóstico obtenido es resultado del estimado a vender por los miembros de la fuerza de ventas.
Encuesta a consumidores	Se ponderan las respuestas obtenidas por los consumidores del producto, cuánto pretenden consumir. Es una investigación directa con los clientes.
Analogía histórica	Con frecuencia se usa en el pronóstico de productos recién lanzados o que se lanzarán. Se hace el pronóstico basado en los niveles de ventas de un producto similar durante su ciclo de vida.
Investigación de mercados	Se divide en estudios de mercado y pruebas de mercado. El estudio de mercado está basado en los cuestionarios, entrevistas y estadísticas, directamente aplicadas entre los consumidores; y las pruebas de mercado son determinadas por la aceptación de un producto lanzado en pequeñas regiones representativas. En ambos casos se pretende determinar el comportamiento del mercado.

Tabla 3. Métodos de Pronósticos Cualitativos

Fuente: Modelo de pronósticos (Bustos E.)

2.1.2.4 Métodos de Pronóstico Cuantitativos

En las técnicas de pronósticos cuantitativos, se usa el patrón de la información pasada para extrapolar predicciones al futuro (Elsayed &

Boucher, 1994, pág. 8). Éstos métodos, están basados en el supuesto de que el futuro puede ser predicho mediante el uso de medidas numéricas basadas en un tipo de modelo matemático y se clasifican en modelos causales y modelos de serie de tiempo (Hopp & Spearman, 2008, pág. 441).

2.1.2.4.1 Modelos Causales

Los métodos de pronósticos causales recurren a variables independientes distintas del tiempo para predecir la demanda (Chase & Jacobs, 2014, pág. 506). Hopp & Spearman (2008, pág. 442) indican que el modelo causal más utilizado es el modelo de regresión simple o regresión múltiple, de la forma:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_mX_m \quad (\text{ec. 1})$$

donde Y representa el parámetro a ser predicho y X_i son las variables con parámetros observables.

Un modelo de regresión simple incluye tan solo una variable de predicción, y los modelos de regresión múltiple consideran múltiples variables de predicción independientes (Hopp & Spearman, 2008, pág. 442).

2.1.2.4.2 Modelos de Series de Tiempo

Los modelos de pronósticos de series de tiempo tratan de predecir el futuro con base en información pasada (Chase & Jacobs, 2014, pág. 488). Según Chase y Jacobs (2014, pág. 488) una empresa debe elegir el modelo de pronóstico según las siguientes características:

- a) El horizonte de tiempo que se va a pronosticar
- b) La disponibilidad de los datos

- c) La precisión requerida
- d) El tamaño del presupuesto para el pronóstico
- e) La disponibilidad del personal calificado

Por lo que los mismos actores nos brindan una guía para seleccionar un método de pronóstico apropiado que se muestra a continuación:

Método de Pronóstico	Cantidad de Datos Históricos	Patrón de los datos	Horizonte de Pronóstico
Regresión lineal	De 10 a 20 observaciones para la temporalidad, al menos cinco observaciones por temporada	Estacionarios, tendencias y temporalidad	Corto a mediano
Promedio móvil simple	6 a 12 meses; a menudo se utilizan datos semanales	Los datos deben ser estacionarios (es decir, sin tendencia ni temporalidad)	Corto
Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Los datos deben ser estacionarios	Corto
Suavización exponencial con tendencia	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Estacionarios y tendencias	Corto

Tabla 4. Guía para seleccionar un método de pronóstico apropiado
Fuente: (Chase & Jacobs, 2014, pág. 488)

Según Nahmias (2007, págs. 57-59) cuando se realiza el análisis de series de tiempo es necesario aislar patrones que surgen con frecuencia. Éstos incluyen los siguientes:

- a) *Tendencia*: se refiere a la proclividad de una serie de tiempo a exhibir un patrón estable de crecimiento o declive. Ésta tendencia puede ser lineal o no lineal.
- b) *Estacionalidad*: Un patrón estacional es aquel que se repite en intervalos fijos. El patrón puede ser anual, mensual, semanal o diario.

- c) *Ciclos*: La variación cíclica es similar a la estacionalidad, excepto que la duración y la magnitud del ciclo pueden variar. Los ciclos son identificados a largo plazo.
- d) *Aleatoriedad*: Una serie aleatoria es aquella en la que no existe un patrón reconocible para los datos.

2.1.2.4.2.1 Métodos de Pronóstico para Series Estacionarias

Una serie de tiempo estacionaria es una serie sin tendencia, en la que cada observación puede ser representada por medio de una constante más una fluctuación aleatoria (Nahmias, 2007, pág. 63).

$$D_t = \mu + \epsilon_t \quad (\text{ec. 2})$$

donde μ es una constante desconocida que corresponde a la media de la serie y ϵ_t es un error aleatorio con media cero y varianza σ^2 .

Los métodos más comunes para este tipo de series son: promedio móvil y suavización exponencial (Nahmias, 2007, pág. 63).

2.1.2.4.2.1.1 Promedio Móvil

El promedio móvil es uno de los métodos más simples de pronósticos, donde se promedia las m observaciones más recientes escogidas por el investigador y se utiliza como pronóstico para el siguiente período (Hopp & Spearman, 2008, pág. 445). El modelo se lo expresa de la siguiente manera (Chase & Jacobs, 2014, pág. 497):

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-m}}{m} \quad (\text{ec. 3})$$

donde

F_t = Pronóstico para el siguiente período

m = Número de períodos por promediar

A_{t-1} = Suceso real en el período pasado

$A_{t-2}, A_{t-3}, A_{t-m},$ = Sucesos reales hace dos períodos, hace tres períodos y así sucesivamente, hasta hace m períodos.

En el modelo de promedio móvil se debe tener en cuenta la decisión de las m observaciones, ya que de esto dependerá la eficacia del pronóstico. De tal modo se debe considerar que un m corto produce más oscilación, pero tiene un seguimiento muy cercano a la tendencia. Por otro lado, un m más largo da una respuesta más uniforme pero retrasa la tendencia (Chase & Jacobs, 2014, pág. 497).

2.1.2.4.2.1.2 Suavización Exponencial

El método de suavización exponencial realiza un promedio ponderado de todas las observaciones pasadas, en donde se asume que la importancia de los datos disminuye conforme el pasado se vuelve más distante (Hopp & Spearman, 2008, pág. 447).

En este método solo se necesitan tres piezas de datos para pronosticar el futuro: el pronóstico más reciente, la demanda real que ocurrió durante el período de pronóstico y una constante de suavización alfa (α) que se encuentra entre 0 y 1 y es escogida por el investigador (Chase & Jacobs, 2014, pág. 500). Según Hopp y Spearman (2008, pág. 448) se debe tomar en cuenta los siguientes puntos en la decisión de alfa:

- a) Mientras más bajo sea el valor de alfa éste logrará hacer que el modelo sea más estable, pero menos reactivo a los cambios de la demanda.
- b) Valores altos de alfa realizarán mayor peso a la observación actual de la demanda y menos ponderación a las observaciones pasadas.

- c) El modelo tenderá a subestimar parámetros con tendencia creciente y sobrestimar parámetros con tendencia decreciente.

Nahmias (2007, pág. 66) presenta el modelo de la siguiente manera:

Nuevo pronóstico = α (observación actual de demanda) + (1- α)(último pronóstico)

En símbolos,

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1} \quad \text{(ec. 4)}$$

donde

$0 < \alpha < 1$ es la constante de suavización, que determina la ponderación relativa colocada en la observación de demanda actual.

2.1.2.4.2.2 Métodos de Pronóstico para Series con Tendencia

2.1.2.4.2.2.1 Análisis de Regresión

El análisis de regresión es un método que ajusta una línea recta a un conjunto de datos (Nahmias, 2007, pág. 74).

Nahmias (2007, pág. 74) explica el modelo suponiendo que $x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n$, son n datos apareados para las dos variables X y Y , donde Y es la variable dependiente y X es la variable independiente y la relación entre ambas se puede expresar mediante una línea recta:

$$Y = a + bX \quad \text{(ec. 5)}$$

Donde Y es el valor predicho de Y . La meta es encontrar los valores de a y b de manera que la recta proporcione el mejor ajuste a los datos. Estos valores son elegidos de manera que se minimice la suma de las distancias cuadráticas entre la línea de regresión y los puntos de los datos.

2.1.2.4.2.2 Suavización Exponencial Doble (Método de Holt)

El método de Holt o suavización exponencial doble da seguimiento a series de tiempo con tendencial lineal (Nahmias, 2007, pág. 76) El método también puede ser utilizado para datos que no siguen una tendencia lineal, ya que cada vez que obtiene una nueva observación la pendiente de la línea es actualizada (Hopp & Spearman, 2008, pág. 449).

La técnica de suavización exponencial doble requiere de dos constantes de suavizamiento, α y β , que toman valores entre 0 y 1, y utiliza dos ecuaciones de suavizamiento: una para el valor de la serie (la intercepción) y una para la tendencia (la pendiente). Las ecuaciones son las siguientes (Nahmias, 2007, pág. 76):

$$S_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + G_{t-1}) \quad (\text{ec. 6})$$

$$G_t = \beta (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)G_{t-1} \quad (\text{ec. 7})$$

El pronóstico de τ pasos adelante, hecho en el periodo t , que se denota como $F_{t,t+\tau}$, está dado por:

$$F_{t,t+\tau} = S_t + \tau G_t \quad (\text{ec. 8})$$

2.1.2.4.2.3 Métodos de Pronóstico para Series con Estacionalidad

2.1.2.4.2.3.1 Método Winters

El método de Winters es comúnmente utilizado cuando existe un patrón de estacionalidad, pues asume tres componentes: un componente permanente, una tendencia y componente de estacionalidad. Cada componente es actualizado usando constantes de suavizamiento que son aplicadas a las observaciones más recientes y al último estimado (Elsayed & Boucher, 1994, pág. 39)

Este método es un tipo de suavizamiento triple, que tiene la importante ventaja de ser fácil de actualizar conforme se dispone de nuevos datos (Nahmias, 2007, pág. 83)

Hopp & Spearman (2008, pág. 451) indican como calcular cada componente de la siguiente manera:

a) Ecuación para actualizar la serie desestacionalizada:

$$F_t = \alpha \frac{A(t)}{c(t-N)} + (1 - \alpha) F_{t-1} + T(t-1) \quad \text{(ec. 9)}$$

b) Ecuación para actualizar la tendencia

$$T_t = \beta F_t - F(t-1) + 1 - \beta T(t-1) \quad \text{(ec.10)}$$

c) Ecuación para actualizar los factores estacionales

$$c_t = \gamma \frac{A(t)}{F(t)} + 1 - \gamma c(t-N) \quad \text{(ec. 11)}$$

d) Ecuación para Pronostico a τ periodos

$$f_{t+\tau} = F_t + \tau T_t c(t+\tau-N) \quad \text{(ec. 12)}$$

donde $t + \tau = N + 1, N + 2, \dots, 2N$ y α, β y γ son constantes de suavizamiento entre 0 y 1 y son escogidas por el investigador.

Para inicializar el procedimiento, se necesita un conjunto completo de una estación, un estimado inicial de nivel y un estimado inicial de tendencia. Las ecuaciones para encontrar los parámetros de inicialización se muestran a continuación (2008, pág. 452):

a) Ecuación para estimar el parámetro inicial de nivel:

$$F_N = \frac{\sum_{t=1}^N A(t)}{N} \quad \text{(ec. 13)}$$

b) Ecuación para estimar el parámetro inicial de tendencia:

$$T_N = 0 \quad \text{(ec. 14)}$$

c) Ecuación para estimar el parámetro inicial de estacionalidad:

$$c_i = \frac{A(i)}{\sum_{t=1}^N \frac{A(t)}{N}} = \frac{A(i)}{F(N)} \quad (\text{ec. 15})$$

2.1.2.5 Errores de Pronósticos

El término *error* se refiere a la diferencia entre el valor del pronóstico y lo que ocurrió en la realidad, conocidos como residuales en estadística (Chase & Jacobs, 2014, pág. 503). Hopp & Spearman (2008, pág. 454) recomiendan que el primer paso para escoger un buen modelo de pronóstico es colocar la serie de tiempo en un gráfico de dispersión, con el propósito de detectar tendencias o estacionalidad. Una vez escogido un modelo de pronóstico, se debe colocar la serie de tiempo junto con los pronósticos y establecer cuánto se acerca a los datos reales.

Sin embargo, existen medidas cuantitativas para establecer los errores en los pronósticos, entre las más utilizadas se encuentran (Hopp & Spearman, 2008, pág. 454):

- a) *La Desviación Absoluta Media (DAM)*: indica el error promedio en los pronósticos mediante valores absolutos. La DAM mide la dispersión de un valor observado en relación con un valor esperado y esta representada por (Chase & Jacobs, 2014, pág. 503):

$$DAM = \frac{\sum_{i=1}^n |A_t - F_t|}{n} \quad (\text{ec. 16})$$

- b) *Error porcentual absoluto medio (EPAM)*: determina el error respecto del promedio de demanda. Esta medida es útil por que permite al usuario establecer el error en porcentaje y no valor numérico. El EPAM esta dada por (Chase & Jacobs, 2014, pág. 504):

$$EPAM = \frac{DAM}{\text{promedio de emanda}} \quad (\text{ec. 17})$$

Tanto el DAM, como el EPAM sólo pueden ser positivos. El objetivo es encontrar coeficientes para el modelo de pronóstico que minimicen estos parámetros (Hopp & Spearman, 2008, pág. 454).

2.1.3 Políticas de Inventario

Las políticas de inventario se refieren a las actividades relacionadas a conocer cuando ordenar y cuánto se debe ordenar (Elsayed & Boucher, 1994, pág. 66). Los modelos matemáticos de inventario se pueden clasificar en dos grandes categorías: modelos determinísticos y modelos estocásticos, según la posibilidad de predecir si la demanda es conocida o aleatoria (Hillier & Lieberman, 2006, pág. 834). La siguiente gráfica muestra las diferentes políticas de inventario existentes:

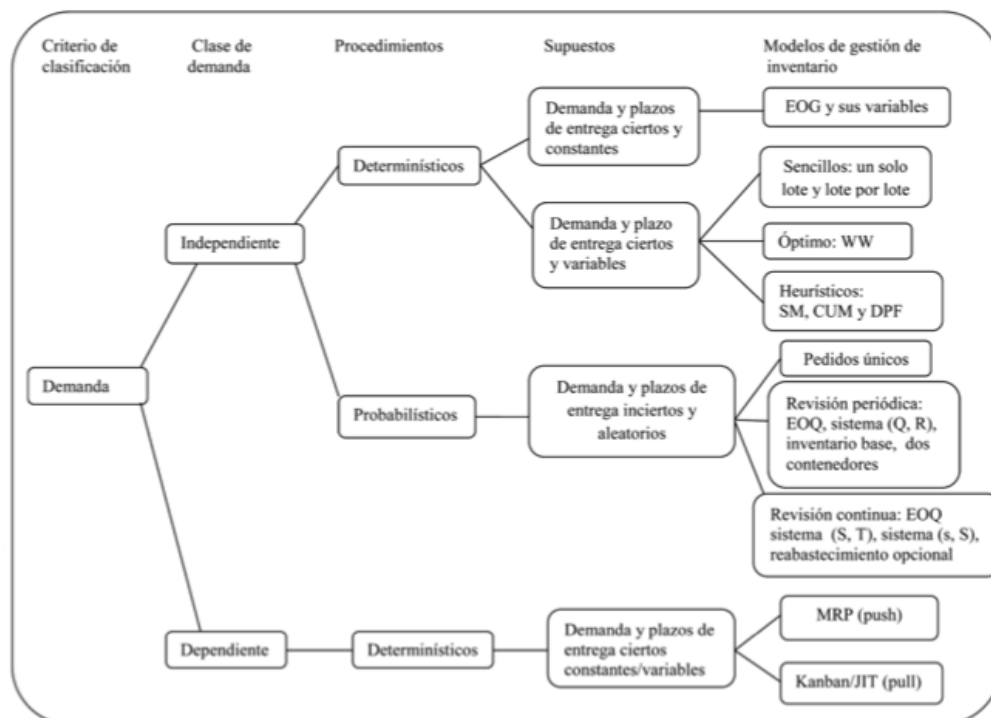


Ilustración 2. Modelos de Políticas de inventario

Fuente: (Bustos & Chacón, 2012, pág. 247)

2.1.3.1 Costos de Inventario

Debido a que las políticas de inventarios afectan las ganancias de la compañía, la elección entre una política y otra depende de su rentabilidad relativa. Los costos, más usados, que determinan esta rentabilidad son (Hillier & Lieberman, 2006, pág. 836):

- a) Los costos de ordenar o fabricar
- b) Los costos de mantener o almacenar inventario
- c) Los costos de penalización por faltantes o demanda insatisfecha

2.1.3.1.1 Costo de pedido

El costo de pedido tiene dos componentes: uno fijo K , que es independiente del tamaño del pedido; y uno variable c , que incurre en base de las unidades pedidas (Nahmias, 2007, pág. 191). El mismo autor, define a $C(x)$ como el costo de pedir o producir x unidades de la siguiente manera:

$$C(x) = \begin{cases} 0, & x = 0 \\ K + cx, & x > 0 \end{cases} \quad (\text{ec. 18})$$

El costo de ordenar incluye el costo de preparar y colocar órdenes para reposiciones de inventario, el costo de manejar y transportar las órdenes, el costo de preparación de máquinas para producción, el costo de inspeccionar las órdenes recibidas y todos los costos que no varían con el tamaño de la orden (Elsayed & Boucher, 1994, pág. 64).

2.1.3.1.2 Costo de mantener inventario

El costo de mantener inventario es la suma de todos los costos proporcionales a la cantidad de inventario disponible físicamente en

cualquier punto del tiempo (Nahmias, 2007, pág. 189) Estos costos deben ser considerados hasta que se venda o se use (Hillier & Lieberman, 2006, pág. 836).

Elsayed & Boucher (1994, pág. 64) descompone este costo en 4 partes que se muestran a continuación:

- a) *Costo de oportunidad*: se refiere al dinero atado al inventario almacenado, que podría ganar intereses en una entidad financiera.
- b) *Costo de almacenamiento*: representa el costo de usar un espacio físico, así como el costo de mantenerlo.
- c) *Costos de Impuestos y seguros*: indica los costos en que se incurren al pagar impuestos por el espacio donde se almacena, así como los costos necesarios para mantener seguro los artículos. Este costo también se refiere al costo de deterioración física y su prevención.
- d) *Costo de Obsolescencia*: este costo se lo atribuye directamente al cambio tecnológico que puede causar que los productos almacenados ya no sirvan.

2.1.3.1.3 Costo de Faltante

El costo de faltante o penalización, es el costo de no tener el inventario suficiente a mano para satisfacer una demanda cuando se presenta (Nahmias, 2007, pág. 192). El costo de faltante, está representado por el costo de ventas perdidas, el costo de la buena voluntad, pagos de sobretiempo, costo de insatisfacción de clientes y esfuerzos administrativos extras (Elsayed & Boucher, 1994, pág. 64).

2.1.3.2 Modelos de Inventario con Demanda Determinística

2.1.3.2.1 Modelos determinísticos simples

2.1.3.2.1.1 Modelo de un solo lote

El método de pedir un solo lote es utilizado cuando el costo anual de colocación de pedidos es inferior; solo se hacen pocos pedidos a los proveedores por grandes volúmenes de material, lo que permite aprovechar descuentos en precios y costos de transporte (Gaither & Fraizer, 2000, pág. 360).

2.1.3.2.1.2 Modelo de lote por lote

El modelo de lote por lote es una técnica para determinar el tamaño del lote que genera exactamente lo que se requiere (Heizer & Render, 2004, pág. 533). Con este método se originan costos mínimos de mantenimiento cuando los costos de emitir la orden son bajos y los costos de transporte de inventario son altos (Gaither & Fraizer, 2000, pág. 362).

2.1.3.2.2 Modelo EOQ

2.1.3.2.2.1 Modelo EOQ básico

Este es el modelo más sencillo y fundamental para todos los modelos de inventario (Nahmias, 2007, pág. 195). El modelo está basado en el trabajo de Ford W. Harris (1913) en el problema de establecer tamaños de lotes óptimos de producción (Hopp & Spearman, 2008, pág. 50). Para derivar una fórmula del modelo, se hizo los siguientes supuestos (Hopp & Spearman, 2008, pág. 51):

- a) La producción es instantánea
- b) La entrega de los productos es inmediata

- c) La demanda es determinística
- d) La demanda es constante en el tiempo
- e) Existe un costo fijo de producir (ordenar)
- f) Los productos pueden ser analizados individualmente.

De igual manera, se define a las variables del modelo de la siguiente manera (Hopp & Spearman, 2008, pág. 51):

D = índice de la demanda (en unidades por unidad de tiempo)

c = costo de producción

A = costo fijo de producir (pedir)

h = costo de mantener inventario (en dólares por unidad por unidad de tiempo)

Q = tamaño del lote

Además se obtiene las ecuaciones para los costos de inventario (Hopp & Spearman, 2008, pág. 51):

- a) Ecuación del costo de mantener inventario por unidad de tiempo:

$$\frac{hQ}{2} = \text{costo de mantener} \quad \text{(ec. 19)}$$

- b) Ecuación para el costo de ordenar por unidad de tiempo:

$$\frac{AD}{Q} = \text{costo de ordenar} \quad \text{(ec. 20)}$$

- c) Ecuación para el costo de producir por unidad de tiempo:

$$cD = \text{costo de producir} \quad \text{(ec. 21)}$$

Por lo que el costo total por unidad de tiempo es la suma de las ecuaciones (19), (20) y (21), y el tamaño de lote que minimiza el costo total (lote óptimo) esta dado por (Hopp & Spearman, 2008, pág. 53):

$$Q^* = \frac{\overline{2AD}}{h} \quad (\text{ec. 22})$$

La ecuación (22) es conocida como la cantidad óptima de pedido (CEP) o EOQ (Economic Order Quantity) por sus siglas en inglés (Hopp & Spearman, 2008, pág. 53).

El modelo de EOQ básico se puede apreciar gráficamente a continuación:

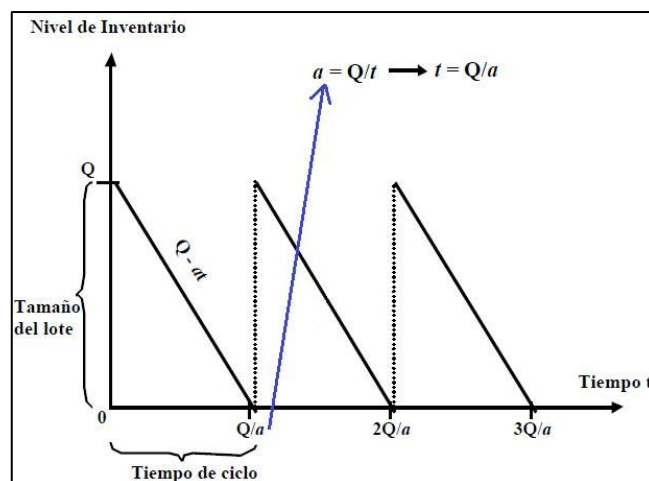


Ilustración 3. Diagrama del nivel de inventario como una función del tiempo del modelo EOQ básico

Fuente: (Hillier & Lieberman, 2006, pág. 839)

2.1.3.2.2 Modelo EOQ con faltantes planeados

El modelo EOQ con faltantes planeados elimina el supuesto del modelo EOQ básico que permite faltantes y lo reemplaza por el siguiente supuesto (Hillier & Lieberman, 2006, pág. 841): “*Ahora se permite faltantes planeados. Cuando ocurre un faltante, los clientes*

afectados esperan que el producto esté nuevamente disponible. Sus órdenes pendientes se satisfacen de inmediato cuando llega la cantidad ordenada para reabastecer el inventario”.

Se agregan las siguientes variables al modelo (Hillier & Lieberman, 2006, pág. 841):

p = costo de faltantes por unidad que falta por unidad de tiempo

S = nivel de inventario justo después de recibir un lote de Q
unidades

$Q - S$ = faltante en inventario justo antes de recibir un lote de Q
Unidades

Las ecuaciones para los costos de inventario están dadas por (Hillier & Lieberman, 2006, págs. 841-842):

a) Ecuación del costo de mantener inventario por ciclo:

$$\frac{hS}{2} \frac{S}{d} = \frac{hS^2}{2d} = \text{costo de mantener} \quad \text{(ec. 23)}$$

b) Ecuación para el costo de ordenar por ciclo:

$$A + cQ = \text{costo de ordenar} \quad \text{(ec. 24)}$$

c) Ecuación para el costo de faltantes por ciclo:

$$\frac{p(Q-S)}{2} \frac{Q-S}{d} = \frac{p(Q-S)^2}{2d} = \text{costo de faltantes} \quad \text{(ec. 25)}$$

El costo total por unidad de tiempo esta dado por

(Hillier & Lieberman, 2006, pág. 842):

$$T = \frac{dA}{Q} + dc + \frac{hS^2}{2Q} + \frac{p(Q-S)^2}{2Q} \quad \text{(ec. 26)}$$

En este modelo hay dos variables de decisión S y Q y los valores óptimos (S^* y Q^*) se encuentran al igualar a cero las derivadas parciales. Los valores óptimos se definen a continuación (Hillier & Lieberman, 2006, pág. 842):

$$S^* = \frac{\overline{2dA}}{h} \frac{\overline{p}}{p+h} \quad (\text{ec. 27})$$

$$Q^* = \frac{\overline{2dA}}{h} \frac{\overline{p+h}}{p} \quad (\text{ec. 28})$$

Al resolver las anteriores ecuaciones simultáneamente se obtiene dos parámetros muy importantes para el modelo que son: la longitud óptima del ciclo t^* y el faltante máximo, que se muestran a continuación (Hillier & Lieberman, 2006, pág. 842):

a) Ecuación para longitud óptima del ciclo:

$$t^* = \frac{Q^*}{d} = \frac{\overline{2A}}{dh} \frac{\overline{p+h}}{p} \quad (\text{ec. 29})$$

b) Ecuación para faltante máximo:

$$Q^* - S^* = \frac{\overline{2dA}}{p} \frac{\overline{h}}{p+h} \quad (\text{ec. 30})$$

El modelo de EOQ con faltantes se puede apreciar gráficamente a continuación:

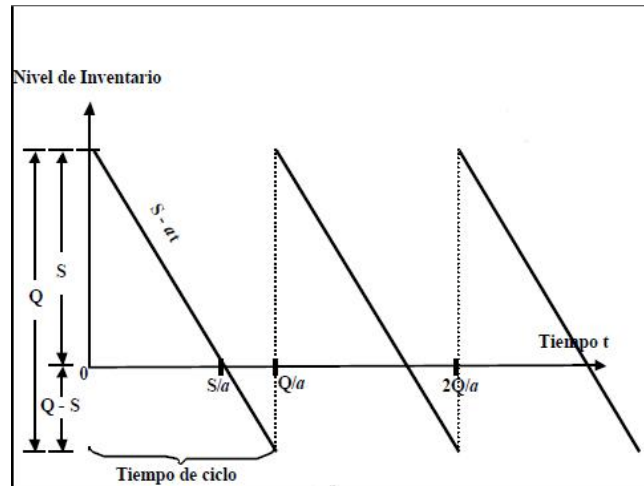


Ilustración 4. Diagrama del nivel de inventario como una función del tiempo en el modelo EOQ con faltantes planeados

Fuente: (Hillier & Lieberman, 2006, pág. 841)

2.1.3.2.3 Modelos determinísticos heurísticos

2.1.3.2.3.1 Algoritmo de Silver-Meal

El algoritmo Silver-Meal (SM) en honor a Halan Meal y Edward Silver es un método heurístico de vanguardia que pretende obtener el costo promedio mínimo para la orden de compra más el costo de mantener el inventario por período en función del número de periodos futuros que el pedido actual generará. El cálculo se detendrá cuando esta función se incremente (Sipper & Bulfin, 1998, pág. 254).

El procedimiento de Silver-Meal es una heurística que genera soluciones subóptimas pero de un modo muy sencillo y se lo representa a continuación (García, Cardós, Albarracín, & García, 2004, pág. 86):

Sea $\gamma_{i,j}$ el coste por periodo si en el periodo i se compra hasta el periodo j , se obtiene:

$$\gamma_{i,j} = \frac{1}{j-i+1} k + \sum_{k=i}^j (h k - i d_k) \quad (\text{ec. 31})$$

En cada iteración se calcula el coste por periodo si se adquiriera para un periodo más en el presente periodo. En el momento en que el coste es superior al anteriormente calculado se supone que los costes de almacenamiento superan los costes de adquisición, y por tanto compensa comprar la cantidad necesaria hasta el periodo anterior (García, Cardós, Albarracín, & García , 2004, pág. 86).

El siguiente esquema se plantea el funcionamiento del procedimiento:

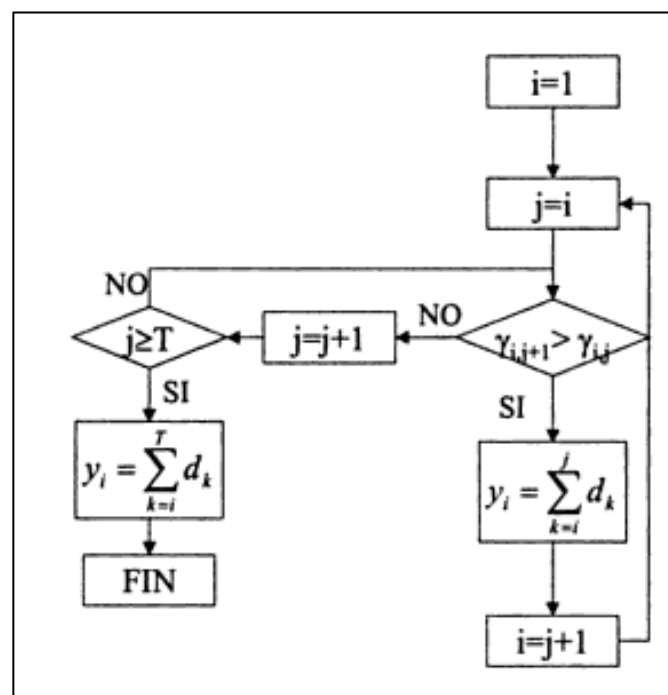


Ilustración 5. Método de Silver Meal

Fuente: (García, Cardós, Albarracín, & García , 2004, pág. 86)

2.1.3.3 Modelos de Inventario con Demanda Estocástica

2.1.3.3.1 Modelo Estocástico con Revisión Continua

Los modelos estocásticos son utilizados cuando los sistemas de inventarios presentan gran incertidumbre (demanda aleatoria)

(Nahmias, 2007, pág. 232). Aquellos modelos de revisión continua se refieren cuando el nivel del inventario se revisa de forma continua, por lo que una orden se coloca en cuanto el nivel de inventario llega al punto de reorden (Hillier & Lieberman, 2006, pág. 870). Hillier & Liberman (2006, pág. 871) establecen la política de inventario para este tipo de modelo como:

“Política de Inventarios: siempre que el nivel de inventario de un producto baje a R unidades, se coloca una orden de Q unidades para reabastecer el inventario.”

El modelo estocástico con revisión continua hace los siguientes supuestos (Hillier & Lieberman, 2006, pág. 871):

- a) Cada aplicación se refiere a un solo producto
- b) El nivel de inventario está bajo revisión continua, por lo que su valor actual es conocido.
- c) Debe usarse una política (R, Q) , por lo cual las únicas decisiones que se deben tomar son las elecciones de R y Q .
- d) Existe un tiempo de entrega entre la colocación de una orden y la recepción de la cantidad ordenada. Este tiempo puede ser fijo o variable
- e) La demanda es incierta. Sin embargo, se conoce (o se puede estimar) la distribución de probabilidad de la demanda.
- f) Si ocurren faltantes antes de recibir la orden, el exceso de demanda queda pendiente y se satisfacen cuando llegue la orden.

- g) Se incurre en un costo fijo de preparación K cada vez que se coloca una orden.
- h) Excepto por el costo fijo de preparación, el costo de la orden es proporcional a la cantidad Q .
- i) Se incurre en un costo de mantener inventario por unidad en inventario por unidad de tiempo, denotado por h .
- j) Cuando existen faltantes, se incurre en costo por faltantes, p , por cada unidad que falta por unidad de tiempo hasta que se satisface la demanda pendiente

Hillier y Lieberman (2006, pág. 871) indican el procedimiento para la elección de R y Q de la siguiente manera:

- a) Elección de la cantidad que se debe ordenar Q

El enfoque más directo es usar la formula para encontrar Q del modelo EOQ con faltantes planeados:

$$Q^* = \frac{\overline{2dK}}{h} \frac{\overline{p+h}}{p} \quad \text{(ec. 32)}$$

donde d es ahora la demanda promedio por unidad de tiempo.

- b) Elección del punto de reorden R

El enfoque común para elegir el punto de reorden R se basa en el nivel de servicio al cliente que tenga la administración.

2.2 REVISION LITERARIA

Las políticas de inventario encontradas en las fuentes consultadas se centran en el manejo de los productos más representativos de la organización por lo que se investigó sobre las maneras existentes para clasificar los productos de una empresa. En la literatura revisada la Clasificación ABC es la más utilizada para clasificación de inventarios (Castro, Vélez, & Castro, 2011). Este método esta basado en el principio de la Ley de Pareto que establece que “Hay pocos valores críticos y muchos insignificantes. Los recursos deben concentrarse en los valores críticos y no en los insignificantes” (Aguilar, 2012). En 1951, H. Ford Dickie, basándose en la Ley de Pareto y en sus propias experiencias presento un método de clasificación que se representaba de la siguiente manera: “En cualquier inventario, una pequeña fracción determinada en términos de elementos, representa una fracción mayoritaria en términos de efectos” (Aguilar, 2012).

El análisis ABC clásico presentado anteriormente ha sido cuestionado por algunos autores, debido a que la importancia y la atención prestada desde la gerencia a cada ítem dependen de un único criterio a la hora de realizar la clasificación (Parada, 2009). De tal modo, se desarrolló el Análisis ABC Multicriterio que busca incluir más de un criterio en la clasificación (Castro, Vélez, & Castro, 2011). En los primeros trabajos del tema, se trato de incluir más de un criterio mediante el uso de una matriz cruzada tabular, sin embargo la metodología se volvía difícil de manejar después de tres criterios considerados (Flores & Whybark, 1986). Otros métodos utilizados para resolver problemas de Clasificación Multicriterio incluyen el Análisis Multivariado de Clusters, en el que ítems con características y atributos

similares se agrupan para su análisis y clasificación (Ernst & Cohen, 1990); en el proceso Analítico Jerárquico se obtiene una única medida de la importancia de los ítems del inventario para su posterior clasificación con base en el resultado obtenido (Partovi & Burton, 1993). Finalmente, hay investigaciones en las cuales se combinan métodos de Clasificación ABC Multicriterio con matriz de adquisición/índice de rotación (Parada, 2009).

Las propuestas de clasificación multicriterio representan un gran avance en las investigaciones científicas en toma de decisiones, sin embargo aún no se han convertido en herramientas de trabajo operativas y su aplicación continua siendo un reto para la administración en las pequeñas empresas productivas y de servicios (Parada, 2009). Mientras más sencilla sea la implementación por parte de quien toma las decisiones en una compañía, mayor será el éxito en la puesta en práctica de este tipo de herramientas (Castro, Vélez, & Castro, 2011).

Por otro lado existen autores que clasifican un sistema de producción partiendo de la clasificación de inventarios y tomando en cuenta el costo de mantener inventarios versus el margen de beneficio bruto (Aguilar, 2012). Se establece que aquellos productos cuyo margen de beneficio bruto sea superior al costo de mantener inventario se pueden mantener en el inventario, mientras que aquellos productos que tengan un margen de beneficio bruto menor al costo de mantener inventario deben ser producidos bajo pedido (Aguilar, 2012).

La gestión de inventarios se deriva de la importancia que tienen las existencias para una empresa, y por lo tanto, la necesidad de administrarlas y controlarlas; su objetivo consiste fundamentalmente en mantener un nivel de inventario que

permita, a un mínimo costo, un máximo de servicio a los clientes. (Parada, 2009). Además, una política de inventarios debe dar respuesta a las preguntas de cada cuánto debe revisarse el inventario, cuándo ordenar y cuánto ordenar (Gutierrez & Vidal, 2008). Existen varios métodos para establecer política de inventarios para cada empresa y que se adapten a las necesidades particulares de cada una.

Existen modelos de gestión de inventarios que toman en cuenta la aleatoriedad de la demanda, siendo el método de pronósticos el más usado (Gutierrez & Vidal, 2008). Los sistemas tradicionales computacionales de control de inventarios confían en la suavización exponencial para pronosticar la demanda de ítems de alta rotación (Snyder R. , 2002). Gallego y Toktay (2003) evalúan un proveedor que enfrenta demandas estacionarias y usa información de pronósticos dinámicamente actualizados para generar las órdenes a su distribuidor anterior en la cadena. En Colombia, Vidal, Londoño y Contreras (2004) desarrollan una implementación mediante el uso de técnicas sencillas de pronósticos y de control de inventarios, mediante modelos de control de inventario periódico (R,S).

Otra de las metodologías clásicas para incluir la aleatoriedad de la demanda en la gestión de inventarios, es utilizar métodos que en primera instancia son determinísticos, pero que después agregan variabilidad mediante el uso de esquemas de tres escenarios: más probable, optimista, y pesimista (Bulter, 2003). Entre las formas más innovadoras para el tratamiento de la variabilidad de la demanda es la simulación (Bustos & Chacón, 2012). Packer (1967) fue uno de los primeros autores en trabajar la simulación como técnica para la sistematización de pronósticos, con lo que pudo lograr mejoramientos

significativos en los niveles promedio de inventario, número de órdenes y número de faltantes de inventario. Uno de los estudios recientes utiliza herramientas de simulación como la Montecarlo para predecir los niveles de demanda y su relación con los tiempos de Aprovevisionamiento (Snyder, Koehler, Hyndman, & Ord, 2004).

El modelo más simple de gestión de inventario es considerado por Bassin (1990) quien propone una técnica orientada a negocios pequeños en donde las cantidades de órdenes no son calculadas en unidades sino en cantidad en dólares para cada proveedor e incentivan a la comunicación directa con los proveedores. Modelos más completos de gestión de inventario son expuestos por los siguientes autores: Gallego, Muriel y Yildiz (2007) aportan a la investigación para el tratamiento matemático de la aleatoriedad de la demanda y el tratamiento de los tiempos de aprovisionamiento que se consideran variables. Lederman (2003), explora el problema de la gestión de inventarios en el contexto de cadenas de abastecimiento y se enfoca en la problemática de determinar políticas óptimas para componentes cuando existe una superposición entre su demanda y la de los productos finales. De igual manera, Díaz y Pérez (2012) exponen que la gestión de inventario no solo debe ser considerada para una organización individual, sino para los diferentes eslabones de la cadena de suministro, generando acciones colaborativas para minimizar los costos de ambas entidades, de tal manera que se sustituya las políticas de ganar-perder por las de ganar-ganar.

De igual manera las políticas de inventario han sido asociadas a diferentes ambientes de producción, por ejemplo, Sarmiento y Nagi (1999) describen los trabajos que se han desarrollado en el análisis integrado de sistemas de

producción y distribución, demostrando las ventajas competitivas que se obtienen de la integración de las funciones de distribución con las funciones de producción en distintas empresas. Por otro lado, Rosa (2001) considera un sistema de producción-inventarios, multi-producto, multi-etapas de capacidad discreta en el tiempo, con ocurrencia de demanda aleatoria cada periodo y analiza estrategias de producción como la producción bajo pedido (Make to Order), producción para almacenar (Make to Stock), y la Diferenciación Tardía (Delayed Differentiation) logrando políticas de inventario por medio de la simulación.

Para la gestión de inventarios sujetos a demanda determinística independiente existen muchos modelos de los cuales se destacan: un solo lote, lote por lote, cantidad económica de pedido (EOQ), algoritmo Silver-Meal (SM), costo unitario mínimo (CUM), balanceo de período fragmentado (BPF) y algoritmo de Wagner Within (Bustos & Chacón, 2012). El modelo EOQ obtiene el equilibrio entre los costos de preparación y los costos de almacenamiento asumiendo una demanda conocida y constante (Chase & Aquilano, 1995). Por otro lado, el Algoritmo de Silver-Meal es un método heurístico que pretende obtener el costo promedio mínimo para la orden de compra más el costo de mantener inventario por período en función del número de períodos futuros que el pedido actual generará. El cálculo se detiene cuando esta función incrementa (Sipper & Bulfin, 1998).

La complejidad del diseño de modelos de gestión de inventarios para los diferentes sistemas de producción-distribución, han hecho que tanto investigadores como empresarios trabajen en la solución del problema (Gutierrez & Rodriguez, 2008). Sin embargo existe una creciente brecha entre

la realidad de las empresas y los avances logrados por la investigación, Tiwari y Gavirneni (2007) demuestran, con evidencia macroeconómica, que el avance en la investigación no ha sido la principal fuente de mejoras en la gestión real de inventarios. De igual modo, Wagner (2002) indica que a pesar del desarrollo teórico, los modelos desarrollados son poco prácticos y no existe un panorama claro de cuales son realmente las metodologías que deben utilizarse.

CAPITULO 3 : ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1 Métodos de Pronóstico de Demanda Utilizados por la Empresa

CONE JEANS no cuenta con un método de pronóstico específico, si no que se basa en la experiencia del personal de ventas y la voz de los distribuidores, tampoco existe algún estudio en el que se revise los datos históricos de ventas. (CONE JEANS, 2011-2012)

Para los modelos tradicionales, es decir aquellos que se ofertan permanentemente, la Jefe de Producción tiene conocimiento empírico de las tallas y colores que tienen mayor demanda. En cambio, las producciones de modelos de moda se basan de una investigación de mercado sesgada por los vendedores y distribuidores. La Jefe de Producción de CONE JEANS, Blanca Falcón, sugiere que lo usual es que los modelos de moda sean producidos cuando la competencia ya los están comercializando, lo que conlleva a la empresa a un lanzamiento tardío de estos modelos innovadores. (Falcón, Jefe de Producción CONE JEANS, 2013)

La empresa conoce solo de forma empírica que el pantalón es el producto con mayor demanda, pero no se cuenta con conocimiento certero si se vende más de mujer o de hombre (CONE JEANS, 2011-2012)

Por lo expuesto anteriormente, se puede notar que CONE JEANS no cuenta con un método de pronóstico eficaz que le permita identificar patrones de comportamiento de demanda de los productos y que le facilite la predicción de ventas futuras con mínimo margen de error.

3.2 Determinación de las Políticas Actuales de Control de Inventarios

Las actividades relacionadas con la planificación de producción de CONE JEANS son responsabilidad de la Jefe de Producción, quien es la encargada de emitir órdenes de producción para satisfacer las necesidades de los clientes internos y externos (CONE JEANS, 2011-2012).

Para los modelos tradicionales, la Jefe de Producción realiza pedidos semestrales con lotes grandes (1000 unidades), mientras que para los modelos de moda, se producen lotes pequeños (300 unidades) y se producen una sola vez. El tiempo en el que se colocan las órdenes se fija de manera subjetiva de acuerdo al criterio de la Jefatura de Producción. Por ejemplo, en los meses de febrero y abril se producen modelos tradicionales y moda de mujer para satisfacer la demanda del día de la madre en el mes de mayo; lo mismo ocurre en el mes de junio cuando se producen modelos de hombre para cumplir con las ventas del día del padre en junio; en el mes de julio se producen prendas escolares para el ingreso de clases de la región sierra (CONE JEANS, 2011-2012).

3.3 Análisis FODA de las Políticas Actuales de Control de Inventarios

3.3.1 Fortalezas

No se puede identificar ninguna fortaleza para las políticas actuales de control de inventario de la empresa.

3.3.2 Oportunidades

Las políticas actuales de inventario de CONE JEANS presentan varias oportunidades de mejora. En primer lugar, se puede categorizar los productos terminados, de tal manera que se identifique aquellos que

necesitan la mayor atención de la gerencia. Además, se puede aprovechar los datos históricos, con el propósito de identificar patrones de venta en los principales productos de la empresa. Una vez identificados estos patrones, se puede realizar predicciones de ventas, con las cuales se pueden establecer un mejor nivel de servicio al cliente y finalmente se puede realizar una planificación de producción que vaya acorde con las demandas del cliente. Adicionalmente, estas decisiones conllevan a un ahorro monetario de la empresa, por que se estaría minimizando los costos de inventario.

3.3.3 Debilidades

Cuando se describió el problema de la empresa en la sección 1.4, se estableció que CONE JEANS esta incumpliendo sus pedidos en promedio de 37%, lo que se traduce a un nivel de servicio del 63% (CONE JEANS, 2011-2012) Este bajo nivel de servicio se debe en parte a que no existe una correlación entre los productos que se producen y su demanda.

Otra de las debilidades encontradas es que los productos finales no se encuentran categorizados, por lo tanto no se sabe a ciencia cierta que es lo que más se vende y que productos se debe hacer el mayor esfuerzo.

Por otro lado, la empresa no realiza estudio de la demanda de los productos, ni tampoco pronósticos de ventas.

La falta de planeación de producción ha llevado a que la empresa mantenga costumbres de compra de materia prima no tecnificada, por lo que en muchas ocasiones se compran lotes grandes de materia primas e insumos que no son utilizados.

3.3.4 Amenazas

Dentro de las amenazas detectadas se obtuvo que debido a la falta de una correcta gestión de inventarios, la empresa pierde ventas por desabastecimiento de producto terminado, por lo que el índice de incumplimiento de pedidos puede seguir aumentando si es que no se realiza una acción correctiva.

El alto porcentaje de incumplimiento conlleva a un problema aún más grave, clientes insatisfechos, quienes no dudan en entregar su fidelidad a competidores mejores organizados.

Las amenazas presentadas son bastantes críticas, pues si no se eliminan o corrigen a cierto grado, la empresa corre el riesgo inminente de perder mercado y desaparecer eventualmente.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • No se identifica ninguna 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los productos principales • Realizar pronósticos de venta acorde a la demanda • Garantizar un buen nivel de servicio • Planificación de producción a largo plazo. • Minimizar costos de inventario 	<ul style="list-style-type: none"> • Se registra un 37% de incumplimiento en pedidos • Los productos no se encuentran categorizados • No existe estudio de demanda • No existe pronóstico de ventas • Se tiende a realizar compras de lotes grandes 	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede producir desabastecimiento • Competencia mejor organizada controla el mercado • Clientes Insatisfechos

Tabla 5 Análisis FODA de las políticas actuales de CONE JEANS

CAPITULO 4 : DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Propuesta para Categorización de los Productos de la Empresa

CONE JEANS cuenta con los siguientes tres canales para la comercialización de sus productos:

- a) *Ventas por mayor en fábrica*: las ventas se realizan directamente desde la fábrica a distribuidores nacionales. Las ventas de este canal representan el 18% de los ingresos anuales de la empresa.
- b) *Ventas por menor en almacén*: las ventas de este canal se las realizan directamente al consumidor final en un punto de venta propio de la empresa. El ingreso por estas ventas representan el 13% de los ingresos anuales.
- c) *Ventas por contrato*: el canal de ventas que más ingresos representa para la empresa, el 69%, es el que se realiza mediante contratos directos. Estos contratos se logran mediante procesos de contratación pública, en los cuales se producen ropa de trabajo principalmente.

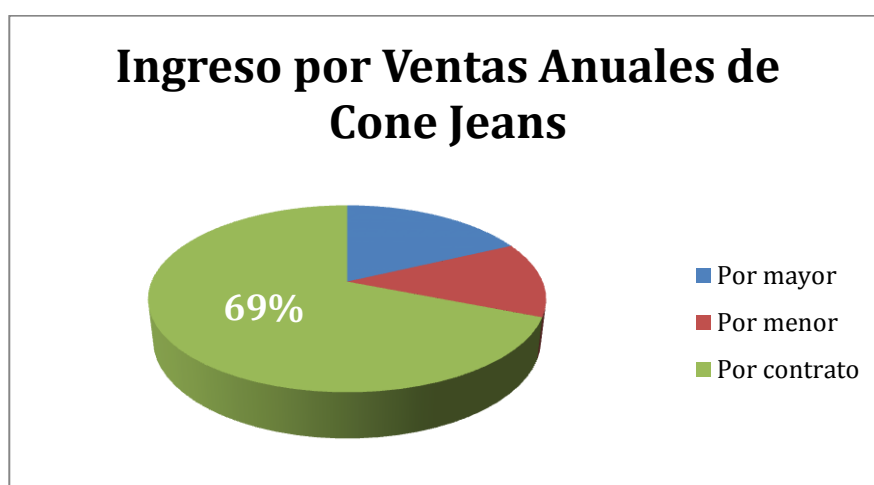


Ilustración 6. Ingreso por ventas anuales de Cone Jeans

Fuente: Elaboración Propia

A pesar de que el canal de ventas por contrato es el que más ingresos genera, la gerencia conoce que los canales de ventas por mayor y menor generan mayor rentabilidad por lo que el interés recae directamente en estos canales. Por esta razón, para el presente estudio, se tomará en cuenta solo las ventas realizadas por los canales de ventas por mayor y por menor, los que juntos representan el 31% de ingresos anuales.

Para realizar la categorización de los productos de los canales de venta de por mayor y menos, se utilizó el método de categorización de productos ABC descrito en la sección 2.1.1. La empresa cuenta con más de 150 productos individuales, sin embargo, el estudio no se lo realizó por producto individual, si no por grupos de productos que comparten características similares (familia de productos). Esta decisión se tomo junto con la gerencia de la empresa, debido a que el interés de la misma se enfoca en el reconocimiento del comportamiento de la demanda por familia de producto y no por producto individual. Las características relevantes para la gerencia de la empresa son:

- a) *Género*: Es relevante saber si la prenda vendida es de hombre, mujer, niña o niño.
- b) *Tipo de Prenda*: El tipo de prenda se divide en superior e inferior. Las prendas superiores se refieren a: camisas, blusas, camisetitas, chompas, buzos, etc., y las prendas inferiores se refieren a: pantalones, shorts, capris, faldas, etc.
- c) *Tipo de Modelo*: El tipo de modelo se separa en dos grupos: clásico y moda. Los modelos clásicos se refieren a aquellos modelos que se producen permanentemente, y los modelos de moda son aquellos que se producen una sola vez y que van acorde con las tendencias del

mercado. Los 16 grupos de familias de grupo de productos resultantes se muestran en el Anexo 1.

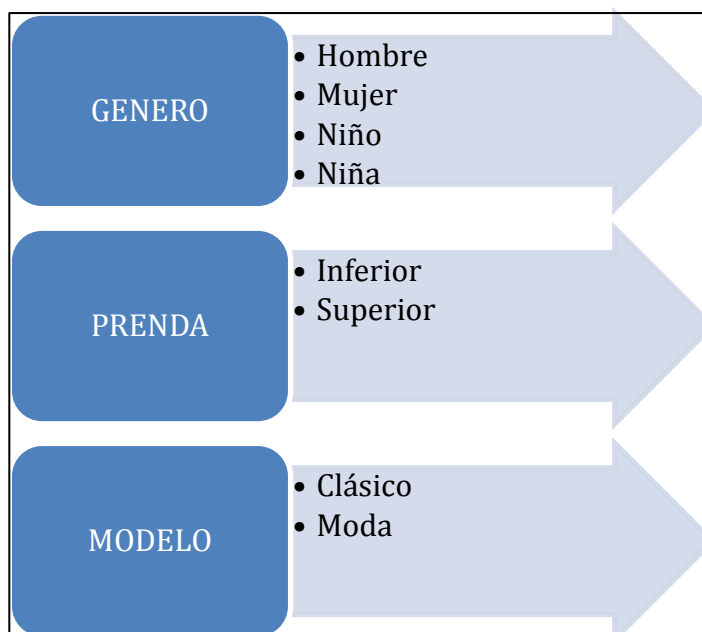


Ilustración 7. Características relevantes para formar grupos de familia de productos

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez identificadas las familias de productos que van a ser analizadas, se aplicó el método de categorización de productos ABC explicado en la sección 2.1.1. El factor que se tomó en cuenta para la categorización fue el ingreso monetario anual, que se calculó por la multiplicación entre las cantidades de unidades vendidas por el precio de cada una. En el Anexo 2, se muestra la clasificación ABC para los años 2011, 2012 y 2013.

Las familias de productos que representan el 80% de ingresos para la empresa en los últimos tres años se muestran a continuación:

2011						
GENERO	PRENDA	MODELO	CANTIDAD	INGRESO \$	%	% ACUMULADO
HOMBRE	INFERIOR	CLASICO	1397	\$37.966,29	31,77%	31,77%
MUJER	INFERIOR	MODA	906	\$24.136,66	20,20%	51,97%
HOMBRE	INFERIOR	MODA	564	\$16.029,02	13,41%	65,39%
MUJER	INFERIOR	CLASICO	417	\$11.643,63	9,74%	75,13%
HOMBRE	SUPERIOR	CLASICO	202	\$ 5.493,95	4,60%	79,73%
2012						
GENERO	PRENDA	MODELO	CANTIDAD	INGRESO \$	%	% ACUMULADO
MUJER	INFERIOR	MODA	1641	\$47.122,00	28,39%	28,39%
HOMBRE	INFERIOR	CLASICO	1413	\$40.100,00	24,16%	52,56%
HOMBRE	INFERIOR	MODA	770	\$22.421,00	13,51%	66,07%
MUJER	INFERIOR	CLASICO	546	\$16.172,00	9,74%	75,81%
MUJER	SUPERIOR	MODA	280	\$ 9.479,00	5,71%	81,52%
2013						
GENERO	PRENDA	MODELO	CANTIDAD	INGRESO \$	%	% ACUMULADO
HOMBRE	INFERIOR	CLASICO	1956	\$55.512,00	30,45%	30,45%
MUJER	INFERIOR	MODA	1575	\$46.152,00	25,32%	55,77%
HOMBRE	INFERIOR	MODA	869	\$25.141,00	13,79%	69,56%
MUJER	INFERIOR	CLASICO	777	\$24.398,00	13,38%	82,94%

Ilustración 8. Resumen de familias de productos A en los último 3 años
Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, cada año de cuatro a cinco familias de productos representan alrededor del 80% de lo ingresos monetarios para la empresa, sin embargo se puede notar que el quinto puesto de la lista varía en los años, por lo que no será considerado para el resto del estudio. Los cuatro primeros puestos son ocupados por las mismas familias de productos en los años estudiados, por lo que se comprende que son significativos para la empresa y son los grupos en los que se enfocará toda la atención. De tal modo, se comprende que las familias de productos que generan alrededor del 75% de ingresos anuales de CONE JEANS son:

- a) Hombre Inferior Clásico
- b) Mujer Inferior Moda
- c) Hombre Inferior Moda
- d) Mujer Inferior Clásico

4.2 Estudio del Comportamiento histórico de la demanda

En esta sección se realiza el análisis del comportamiento de la demanda de las familias de productos identificados en la sección 4.1, que representan el 75% de las ventas anuales de los canales de por mayor y menor de la compañía. El análisis de la demanda se lleva a cabo en función de las unidades vendidas de producto terminado durante los últimos tres años: 2011, 2012 y 2013.

Como se vio en la sección 2.1.2.4.2 el propósito del análisis del comportamiento histórico de la demanda es descomponer una serie de tiempo en sus componentes de tendencia, estacionalidad, ciclos y aleatoriedad. La identificación de estas características ayudará a decidir que tipo de método de pronóstico se ajusta a la demanda real de cada familia de producto (Hillier & Lieberman, 2006).

El procedimiento utilizado en este estudio para el análisis del comportamiento histórico de la demanda es:

- a) Consolidar los datos de venta por familia de productos durante los años 2011, 2012, y 2013.
- b) Realizar un gráfico del número de unidades vendidas versus tiempo de cada año con el propósito de detectar los componentes de cada serie de tiempo.

c) En caso de presumir estacionalidad, se utiliza el software estadístico Minitab® para detectar que período de estacionalidad se ajusta mejor a los datos reales.

A continuación se muestra el análisis de comportamiento de la demanda para cada familia de productos. En el anexo 3, se muestran los datos utilizados para el análisis.

4.2.1 Estudio de comportamiento de la demanda para la familia: Hombre Inferior Clásico

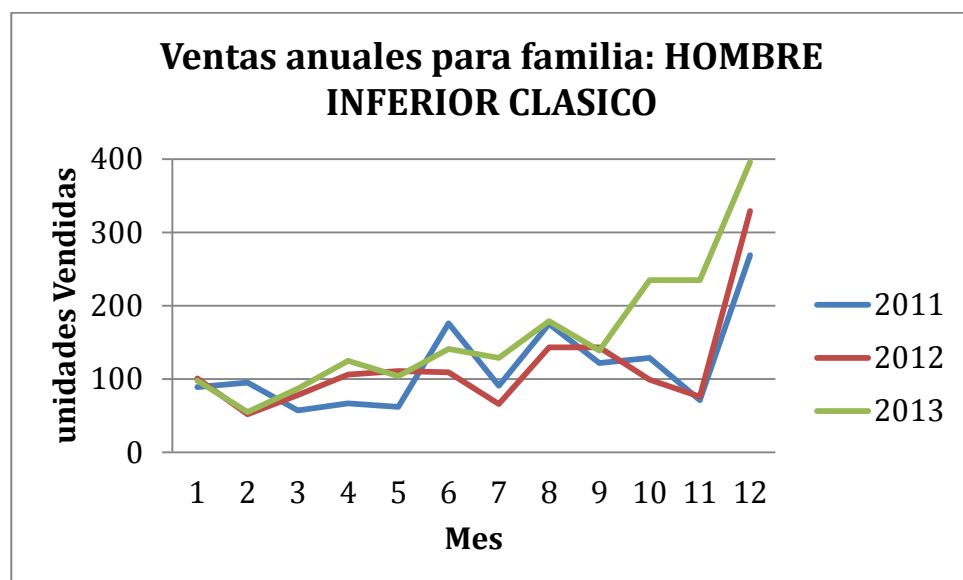


Ilustración 9. Representación ventas anuales para la familia: HOMBRE INFERIOR CLASICO

Fuente: Elaboración Propia

De la ilustración 9 se puede descomponer la serie de tiempo de la siguiente manera:

a) *Tendencia:* En los 3 años la serie de tiempo muestra una tendencia lineal creciente. Los picos altos de la serie se repite en los mismos meses de los 3 años, siendo diciembre el mes con mayor demanda.

b) *Estacionalidad*: Visualmente se observa estacionalidad de 3 o 6 meses, para confirmarlo se utiliza la herramienta de descomposición de series de tiempo del software estadístico Minitab ® y se realiza la prueba con periodos de estacionalidad 3,6, 9 y 12 meses para encontrar cual se aproxima de mejor manera a los datos reales. Las pruebas realizadas en Minitab ® se muestran en el anexo 4.1. Del análisis realizado en Minitab ® se encontró los siguientes errores por periodo de estacionalidad:

Periodo de Estacionalidad	MAPE	MAD	MSD
3 meses	40,75	49,63	4173,42
6 meses	35,03	39,62	2982,06
9 meses	41,03	48,72	4708,09
12 meses	21,59	27,61	1389,76

Tabla 6. Resumen de errores para pruebas de estacionalidad para la serie de tiempo de los datos de la familia HOMBRE INFERIOR CLASICO

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 6 se puede concluir que el modelo con un periodo de estacionalidad de 12 meses es el que menor error tiene.

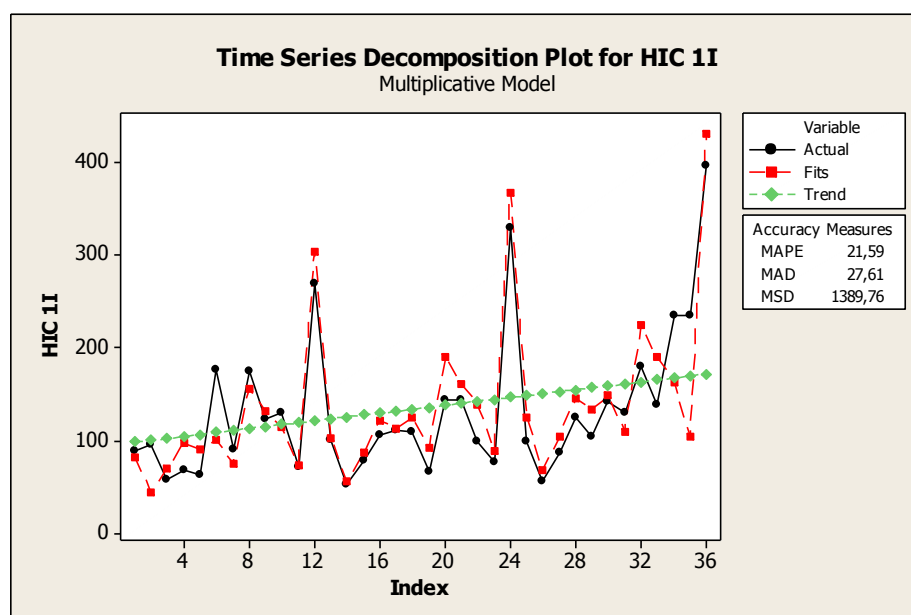


Ilustración 10. Descomposición de serie de tiempo para la familia: HOMBRE INFERIOR CLASICO

Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración 10 se puede ver que la línea verde muestra una tendencia lineal creciente, además la línea roja son los pronósticos y se ve claramente como se aproxima a la línea negra que muestra los datos reales, de tal manera, se indica que el periodo de estacionalidad de 12 meses es el más conveniente.

c) *Ciclos*: No se puede determinar por que solo se tiene datos para 3 años.

d) *Aleatoriedad*: Para concluir la existencia o no existencia de aleatoriedad se utilizó el gráfico de Residuales vs. Valores ajustados, obtenido en la descomposición de la serie de tiempo del Software Minitab® que se muestra en el anexo 7.7.1. En donde se puede observar que los puntos se concentran de en mayor proporción por debajo de la línea cero. De tal manera, se concluye que los datos no son aleatorios.

4.2.2 Estudio de comportamiento de la demanda para la familia: Mujer Inferior Moda

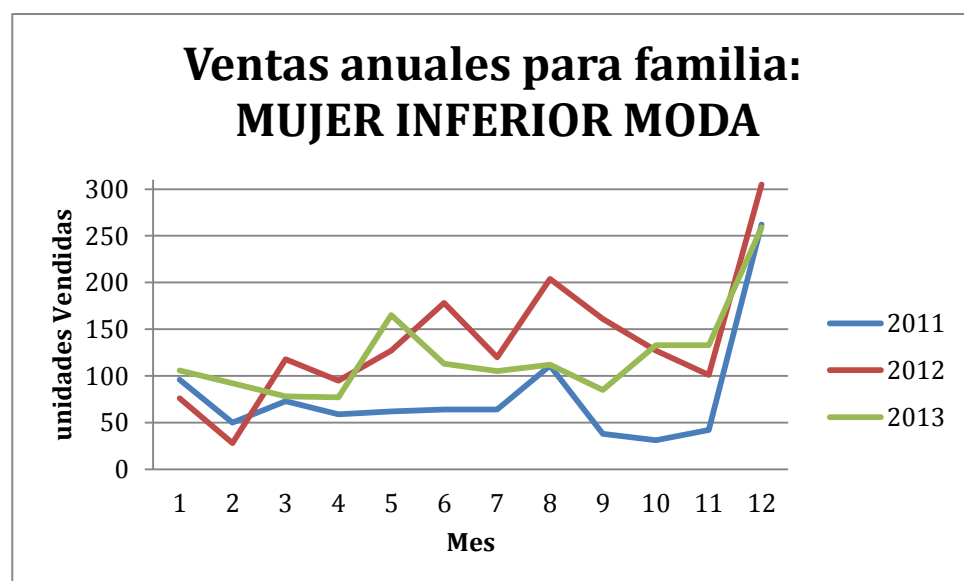


Ilustración 11. Ventas anuales para familia: MUJER INFERIOR MODA

Fuente: Elaboración Propia

De la ilustración 11 se puede descomponer la serie de tiempo de la siguiente manera:

- a) *Tendencia*: En el año 2011 se puede observar una tendencia negativa, sin embargo el último mes presenta una demanda alta. En general, la serie de tiempo de los 3 años muestra una tendencia lineal creciente. Los picos altos de la serie se repite en los mismos meses de los 3 años, siendo diciembre el mes con mayor demanda.
- b) *Estacionalidad*: Visualmente, se presume estacionalidad de 6 meses, sin embargo, para confirmarlo se utiliza la herramienta de descomposición de series de tiempo del software estadístico Minitab® y se realiza la prueba con periodos de estacionalidad 3,6, 9 y 12 meses para encontrar cual se aproxima de mejor manera a los datos reales. Las pruebas realizadas en Minitab® se muestran en el anexo 4.2. Del análisis realizado en Minitab® se encontró los siguientes errores por periodo de estacionalidad:

b) Periodo de Estacionalidad	MAPE	MAD	MSD
3 meses	46,24	40,65	3123,14
6 meses	43,93	37,83	2363,08
9 meses	45,85	42,37	3504,30
12 meses	32,91	30,24	1608,48

Tabla 7. Resumen de errores para prueba de estacionalidad para la serie de tiempo de los datos de la familia MUJER INFERIOR MODA

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 7 se puede concluir que el modelo con un periodo de estacionalidad de 12 meses es el que menor error tiene.

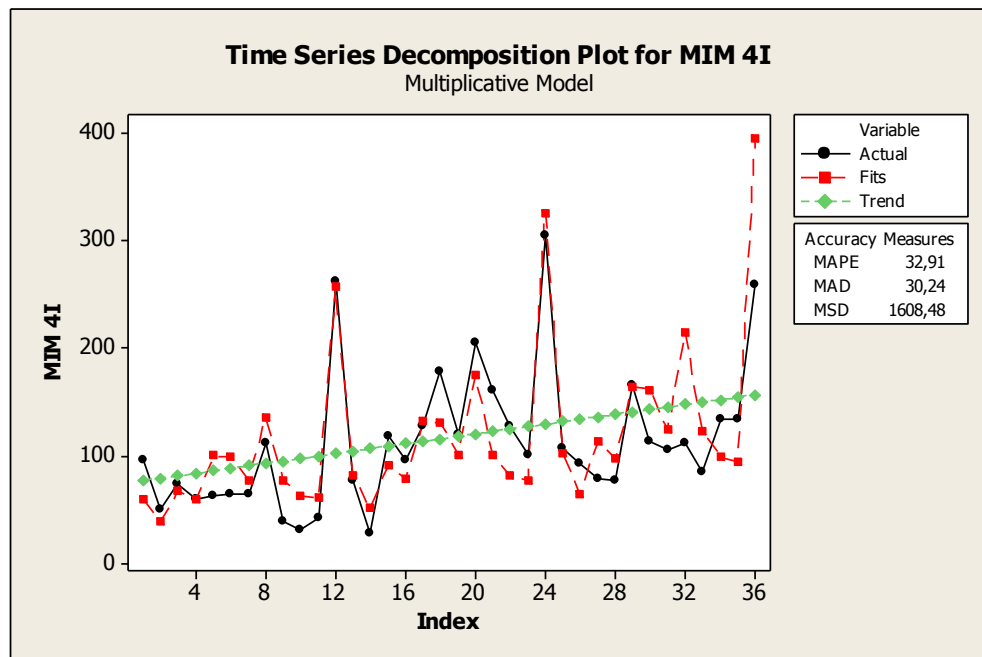


Ilustración 12. Descomposición de serie de tiempo para la familia: MUJER INFERIOR MODA

Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración 12 se puede observar que la línea verde muestra una tendencia lineal creciente, además la línea roja son los pronósticos y es notorio observar como se aproxima a la línea negra que muestra los datos reales, de tal manera, se indica que el periodo de estacionalidad de 12 meses es el más conveniente. Los picos altos de la serie se repiten en los mismos meses de los 3 años, siendo diciembre el mes con mayor demanda.

c) *Ciclos*: No se puede determinar por que solo se tiene datos para 3 años.

d) *Aleatoriedad*: Para concluir la existencia o no existencia de aleatoriedad se utilizó el gráfico de Residuales vs. Valores ajustados, obtenido en la descomposición de la serie de tiempo del Software Minitab® que se muestra en el anexo 7.7.2. En donde se puede observar que los

puntos se concentran en un solo lugar del gráfico . De tal manera, se concluye que los datos no son aleatorios.

4.2.3 Estudio de comportamiento de la demanda para la familia: Hombre Inferior Moda

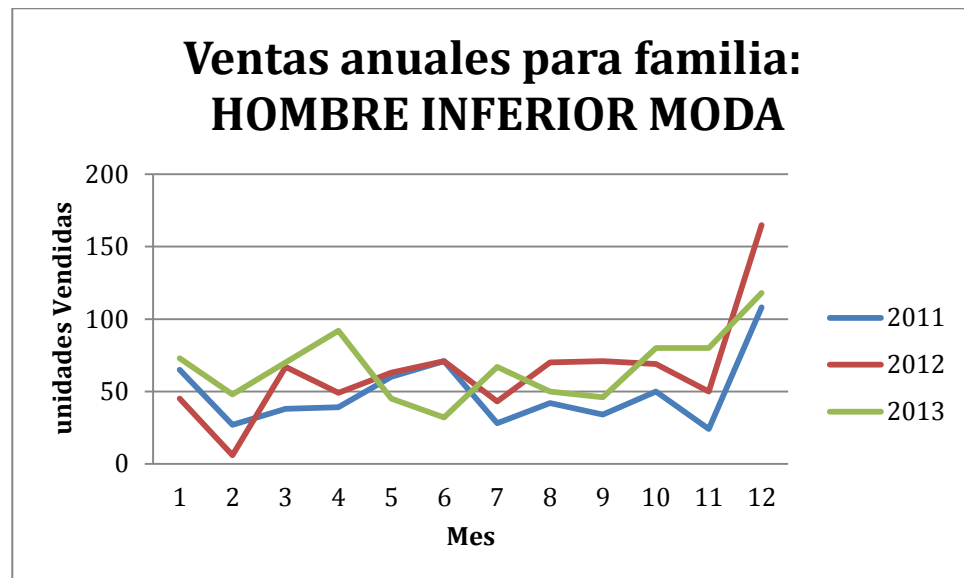


Ilustración 13. Ventas anuales para familia: HOMBRE INFERIOR MODA

Fuente: Elaboración Propia

De la ilustración 13 se puede descomponer la serie de tiempo de la siguiente manera:

a) *Tendencia*: En el año 2011 se puede determinar que no existe tendencia, sin embargo los años 2012 y 2013 exhiben tendencia lineal creciente. Los picos altos de la serie se repite en los mismos meses de los 3 años, siendo diciembre el mes con mayor demanda.

b) *Estacionalidad*: Visualmente se observa estacionalidad de 3 o 6 meses, sin embargo, para confirmarlo se utiliza la herramienta de descomposición de series de tiempo del software estadístico Minitab ® y se realiza la prueba con periodos de estacionalidad 3,6, 9 y 12 meses para encontrar cual se aproxima de mejor manera a los datos reales. Las

pruebas realizadas en Minitab ® se muestran en el anexo 4.3. Del análisis realizado en Minitab ® se encontró los siguientes errores por periodo de estacionalidad:

b) Periodo de Estacionalidad	MAPE	MAD	MSD
3 meses	50,49	17,87	628,73
6 meses	48,33	16,05	524,53
9 meses	45,95	17,69	621,11
12 meses	35,43	15,43	378,26

Tabla 8. Resumen de errores para prueba de estacionalidad para la serie de tiempo de los datos de la familia HOMBRE INFERIOR MODA

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 8 se puede concluir que el modelo con un periodo de estacionalidad de 12 meses es el que menor error tiene.

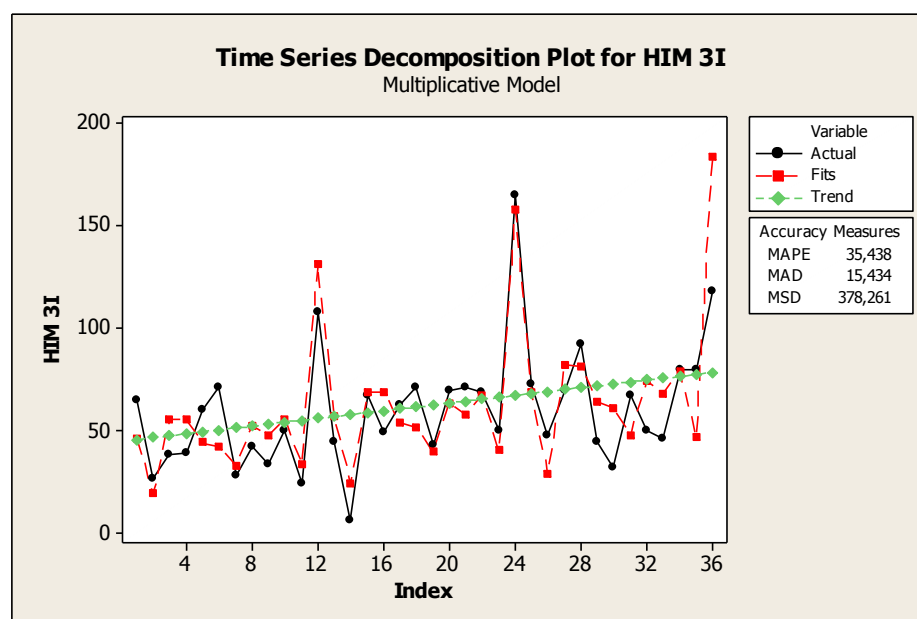


Ilustración 14. Descomposición de serie de tiempo para la familia: HOMBRE INFERIOR MODA

Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración 14 se puede observar que la línea verde muestra una tendencia lineal creciente, además la línea roja son los pronósticos y resulta evidente observar su aproximación a la línea negra que muestra los

datos reales, de tal manera, se indica que el periodo de estacionalidad de 12 meses es el más conveniente.

c) *Ciclos*: No se puede determinar por que solo se tiene datos para 3 años.

d) *Aleatoriedad*: Para concluir la existencia o no existencia de aleatoriedad se utilizó el gráfico de Residuales vs. Valores ajustados, obtenido en la descomposición de la serie de tiempo del Software Minitab® que se muestra en el anexo 7.7.3. En donde se puede observar que los puntos se concentran en un solo lugar del gráfico . De tal manera, se concluye que los datos no son aleatorios.

4.2.4 Estudio de comportamiento de la demanda para la para familia: Mujer Inferior Clásico

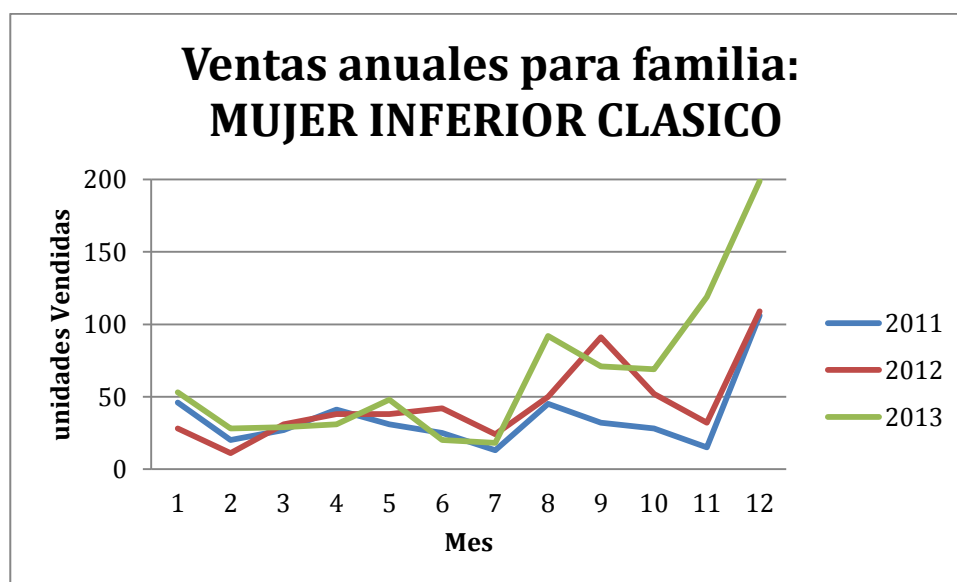


Ilustración 15. Ventas anuales para familia: MUJER INFERIOR CLASICO
Fuente: Elaboración Propia

De la ilustración 15 se puede descomponer la serie de tiempo de la siguiente manera:

a) *Tendencia:* La tendencia en los años 2011, 2012 y 2013 se presenta de forma lineal creciente. Los picos altos de la serie se repite en los mismos meses de los 3 años, siendo diciembre el mes con mayor demanda.

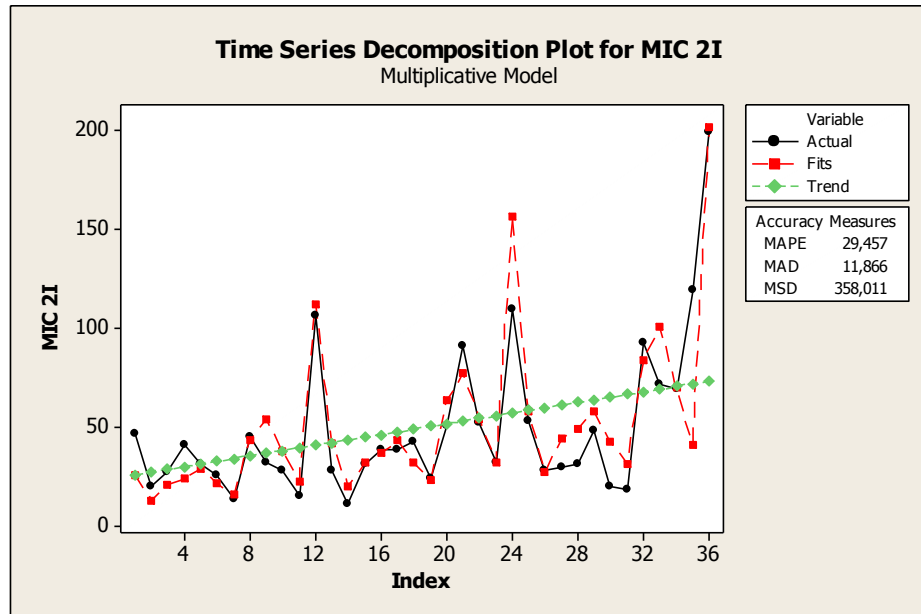
b) *Estacionalidad:* Se presume estacionalidad de 6 meses, sin embargo, para confirmarlo se utiliza la herramienta de descomposición de series de tiempo del software estadístico Minitab® y se realiza la prueba con periodos de estacionalidad 3,6, 9 y 12 meses para encontrar cual se aproxima de mejor manera a los datos reales. Las pruebas realizadas en Minitab® se muestran en el anexo 4.4. Del análisis realizado en Minitab® se encontró los siguientes errores por periodo de estacionalidad:

c) Periodo de Estacionalidad	MAPE	MAD	MSD
3 meses	59,81	21,75	970,56
6 meses	65,52	22,82	1025,16
9 meses	63,81	21,82	1156,32
12 meses	29,45	11,87	358,01

Tabla 9. Resumen de errores para prueba de estacionalidad para la serie de tiempo de los datos de la familia MUJER INFERIOR CLASICO

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 9 se puede concluir que el modelo con un periodo de estacionalidad de 12 meses es el que menor error tiene.



**Ilustración 16. Descomposición de serie de tiempo para la familia:
MUJER INFERIOR CLASICO**
Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración 16 se puede observar que la línea verde muestra una tendencia lineal creciente, además la línea roja son los pronósticos y se aproxima mucho a la línea negra que muestra los datos reales, de tal manera, se indica que el periodo de estacionalidad de 12 meses es el más conveniente.

- c) *Ciclos*: No se puede determinar por que solo se tiene datos para 3 años.
- d) *Aleatoriedad*: Para concluir la existencia o no existencia de aleatoriedad se utilizó el gráfico de Residuales vs. Valores ajustados, obtenido en la descomposición de la serie de tiempo del Software Minitab® que se muestra en el anexo 7.7.2. En donde se puede observar que los puntos se concentran en un solo lugar del gráfico . De tal manera, se concluye que los datos no son aleatorios.

4.3 Propuesta de Métodos de Pronóstico

Para determinar el mejor método de pronóstico se utilizará los modelos descritos en la sección 2.1.2.4.2. Se toma en cuenta la literatura revisada de series de tiempo, porque como se explicó en la sección correspondiente, éstos permiten predecir la demanda futura en base a datos pasados.

La elección del método de pronóstico depende del análisis del comportamiento histórico de la demanda que se realizó en la sección 4.2. A partir de este análisis se pudo descomponer las series de tiempo de cada familia de producto en sus componentes de tendencia, estacionalidad, ciclos y aleatoriedad. Las series de tiempo de las cuatro familias de productos estudiadas comparten las mismas características, ya que todas presentan tendencia lineal creciente, estacionalidad de 12 meses y demanda determinística. De tal forma se escoge el método Winter's, expuesto en la sección 2.1.2.4.2.3.1 debido a que el modelo contempla un componente de serie α , un componente de tendencia β y un componente de estacionalidad γ . Los pronósticos para cada serie de tiempo se realizaron en Minitab® usando la herramienta de pronósticos con método Winter's. En este modelo es necesario analizar algunos escenarios mediante la variación de los componentes α , β y γ de acuerdo a los parámetros presentados en la sección 2.1.2.4.2.3.1. El método utilizado para hallar los valores de α , β y γ que minimicen el error del pronóstico, fue la evaluación sistemática de varios valores de prueba para cada variable.

4.3.1 Pronósticos de ventas para la familia: Hombre inferior Clásico

Para realizar los pronósticos de cada familia se utilizó el software estadístico Minitab®, mediante la utilización de la herramienta de

pronósticos. Específicamente, el método Winter's en donde se estableció un periodo de estacionalidad de 12 meses y se trató con varios valores para las variables α, β y γ . En el anexo 7.5.1 se muestran las combinaciones realizadas, junto con los indicadores de error. Del análisis realizado se obtuvo el siguiente modelo de pronóstico:

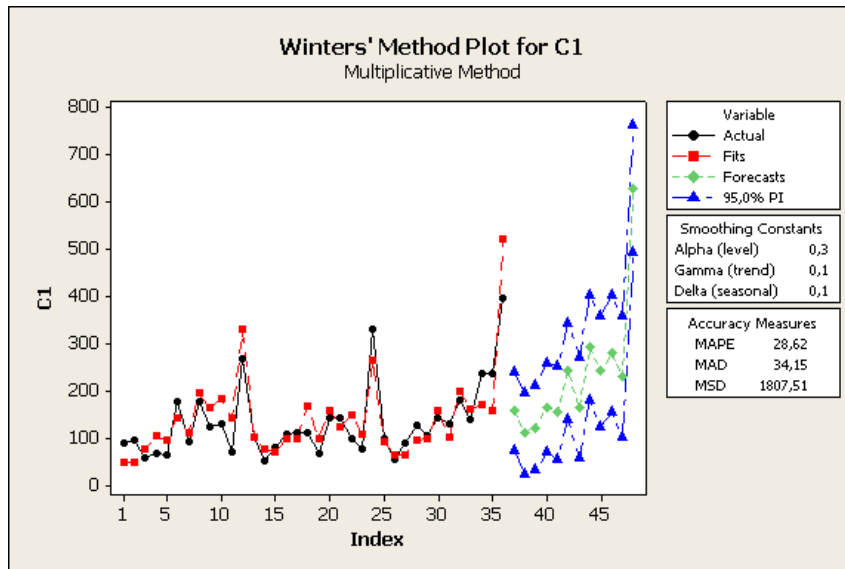


Ilustración 17. Modelo de Pronósticos para la familia HOMBRE INFERIOR CLASICO

Fuente: Elaboración Propia

La ilustración 17 muestra el modelo de pronóstico para la familia de HOMBRE INFERIOR CLASICO, en donde se observa la línea negra con círculos los datos reales de ventas en los últimos tres años. La línea roja con cuadrados muestra los valores ajustados de pronósticos. La línea verde con rombos muestra las predicciones para el año 2014 y las líneas azules con triángulos muestran el nivel de confianza para las predicciones. Este gráfico permite apreciar claramente que el modelo de pronósticos (línea roja) se ajusta de buena manera a los datos reales (línea negra). Además, se indica los valores utilizados para las variables α, β y γ , así como los valores de errores minimizados. Del análisis anterior, se obtiene

las siguientes predicciones de ventas para la familia HOMBRE INFERIOR CLASICO para el año 2014.

MES	PRONOSTICO
Ene-14	157
Feb-14	109
Mar-14	120
Abr-14	163
May-14	153
Jun-14	241
Jul-14	164
Ago-14	292
Sep-14	242
Oct-14	279
Nov-14	230
Dic-14	628

Tabla 10. Resultados pronósticos para la familia HOMBRE INFERIOR CLASICO
Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Pronósticos de ventas para la familia: Mujer Inferior Moda

Mediante la utilización de la herramienta de pronósticos método Winter's, del software estadístico Minitab®, se obtuvieron los valores de demanda futura de la familia MUJER INFERIOR MODA. Las entradas para el método Winter's se estableció un periodo de estacionalidad de 12 meses y se trató con varios valores para las variables α , β y γ ,. En el anexo 7.5.2 se muestran las combinaciones de variables realizadas, junto con los indicadores de error. Del análisis realizado se obtuvo el siguiente modelo de pronóstico:

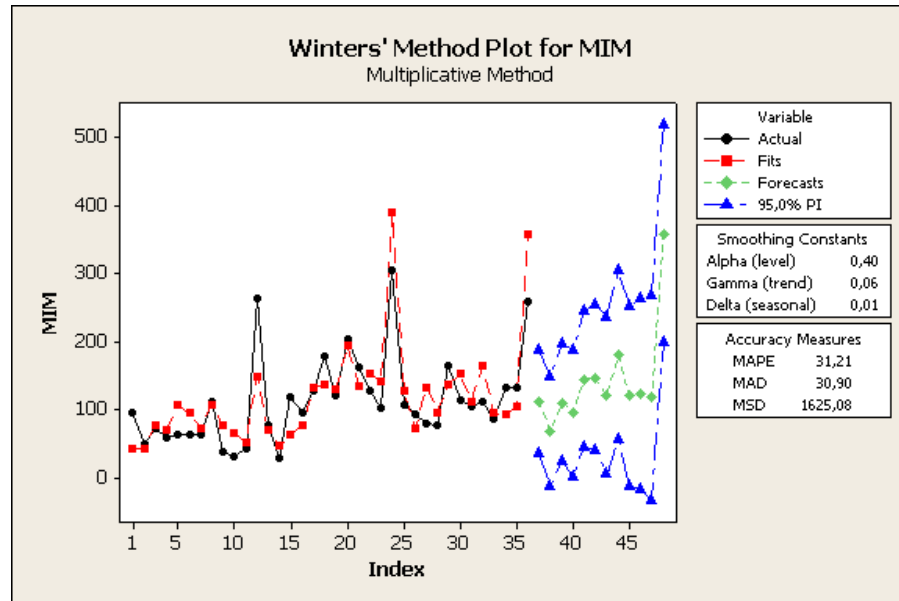


Ilustración 18. Modelo de Pronósticos para la familia MUJER INFERIOR MODA
Fuente: Elaboración Propia

La ilustración 18 muestra el modelo de pronóstico para la familia de MUJER INFERIOR MODA, en donde se observa la línea negra con círculos los datos reales de ventas en los últimos tres años. La línea roja con cuadrados muestra los valores ajustados de pronósticos. La línea verde con rombos muestra las predicciones para el año 2014 y las líneas azules con triángulos muestran el nivel de confianza para las predicciones. Este gráfico permite apreciar claramente que el modelo de pronósticos (línea roja) tiene un muy buen ajuste a los datos reales (línea negra). Además, se indica los valores utilizados para las variables α , β y γ , así como los valores de errores minimizados. Del análisis anterior, se obtiene las siguientes predicciones de ventas para la familia MUJER INFERIOR MODA para el año 2014

MES	PRONOSTICO
Ene-14	112
Feb-14	68
Mar-14	109
Abr-14	84
May-14	144
Jun-14	146
Jul-14	120
Ago-14	180
Sep-14	119
Oct-14	123
Nov-14	117
Dic-14	358

Tabla 11. Resultados pronósticos para la familia MUJER INFERIOR MODA
Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Pronósticos de ventas para la familia: Hombre Inferior Moda

Mediante la utilización de la herramienta de pronósticos método Winter's, del software estadístico Minitab®, en donde se estableció un periodo de estacionalidad de 12 meses y se trató con varios valores para las variables α , β y γ , se obtuvieron los valores de demanda futura de la familia HOMBRE INFERIOR MODA. En el anexo 7.5.3 se muestra las combinaciones de variables realizadas, junto con los indicadores de error. Del análisis realizado se obtuvo el siguiente modelo de pronóstico:

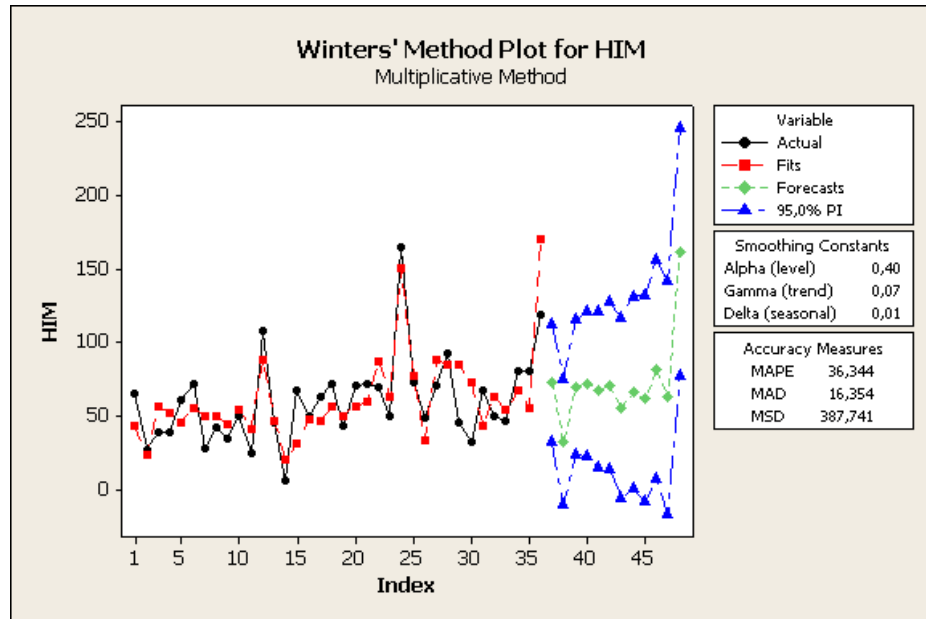


Ilustración 19. Modelo de Pronósticos para la familia HOMBRE INFERIOR MODA
Fuente: Elaboración Propia

La ilustración 19 muestra el modelo de pronóstico para la familia de HOMBRE INFERIOR MODA, en donde se observa la línea negra con círculos los datos reales de ventas en los últimos tres años. La línea roja con cuadrados muestra los valores ajustados de pronósticos. La línea verde con rombos muestra las predicciones para el año 2014 y las líneas azules con triángulos muestran el nivel de confianza para las predicciones. Este gráfico permite apreciar claramente que el modelo de pronósticos (línea roja) tiene un muy buen ajuste a los datos reales (línea negra). Además, se indica los valores utilizados para las variables α , β y γ , así como los valores de errores minimizados. Del análisis anterior, se obtiene las siguientes predicciones de ventas para la familia HOMBRE INFERIOR MODA para el año 2014

MES	PRONOSTICO
Ene-14	72
Feb-14	32
Mar-14	69
Abr-14	71
May-14	67
Jun-14	70
Jul-14	55
Ago-14	65
Sep-14	61
Oct-14	81
Nov-14	62
Dic-14	161

Tabla 12. Resultados pronósticos para la familia HOMBRE INFERIOR MODA
Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Pronósticos de ventas para la familia: Mujer Inferior Clásico

Se utilizó el software estadístico Minitab®, para establecer las predicciones en las ventas del año 2014 para la familia MUJER INFERIOR CLÁSICO, en donde se estableció un periodo de estacionalidad de 12 meses y se trató con varios valores para las variables α, β y γ . En el anexo 7.5.4 se muestra las combinaciones de variables realizadas, junto con los indicadores de error. Del análisis realizado se obtuvo el siguiente modelo de pronóstico:

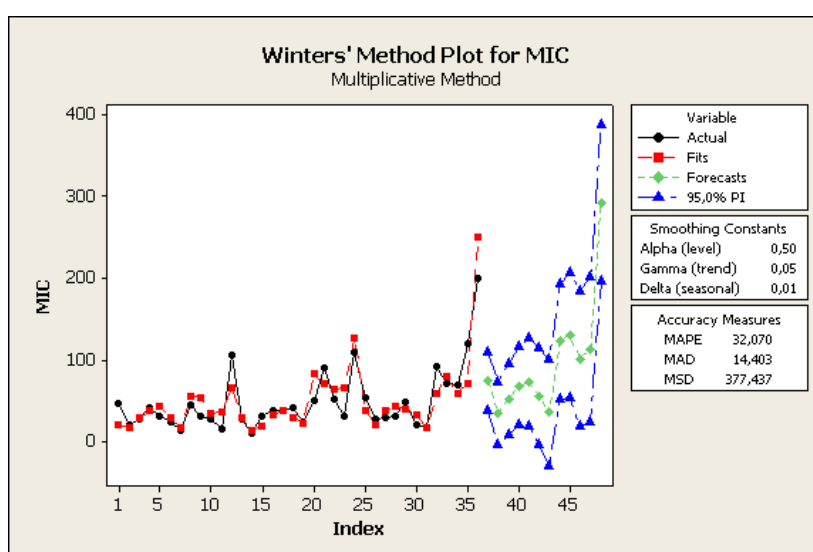


Ilustración 20. Modelo de Pronósticos para la familia MUJER INFERIOR CLASICO
Fuente: Elaboración Propia

La ilustración 20 muestra el modelo de pronóstico para la familia de MUJER INFERIOR CLÁSICO, en donde se observa la línea negra con círculos los datos reales de ventas en los últimos tres años. La línea roja con cuadrados muestra los valores ajustados de pronósticos. La línea verde con rombos muestra las predicciones para el año 2014 y las líneas azules con triángulos muestran el nivel de confianza para las predicciones. Este gráfico permite apreciar claramente que el modelo de pronósticos (línea roja) tiene un muy buen ajuste a los datos reales (línea negra). Además, se indica los valores utilizados para las variables α, β y γ , así como los valores de errores minimizados. Del análisis anterior, se obtiene las siguientes predicciones de ventas para la familia HOMBRE INFERIOR MODA para el año 2014

MES	PRONOSTICO
Ene-14	74
Feb-14	35
Mar-14	53
Abr-14	68
May-14	73
Jun-14	56
Jul-14	36
Ago-14	123
Sep-14	130
Oct-14	101
Nov-14	112
Dic-14	291

Tabla 13. Resultados pronósticos para la familia MUJER INFERIOR CLÁSICO
Fuente: Elaboración propia

4.4 Propuesta de Políticas de Inventario

Para escoger una política de inventario adecuada es necesario identificar ciertas características de la demanda y tiempo de entrega como se mostró en la sección 2.1.3. En el presente estudio, se presenta una propuesta de política

de inventario para cada familia de productos, para los cuales se identificaron las siguientes características:

Demanda: La demanda de todas las familias es independiente ya que son productos finales y no subcomponentes (Nahmias, 2007). Además, la demanda de los productos bajo estudio es determinística ya que siguen un patrón y pueden ser pronosticados.

Tiempo de Entrega: Los tiempos de entrega para todas las familias de productos son ciertos y variables. Lo que nos indica que para cada orden de pedido el tiempo de entrega es conocido, pero no siempre es el mismo para todos los productos.

De acuerdo a las características antes señaladas, el método heurístico de Silver-Meal es idóneo para generar políticas de inventario para cada familia de productos (Bustos & Chacón, 2012).

4.4.1 Definición de costos de inventario

El objetivo principal del presente estudio es proponer una política de inventarios para los productos principales de la empresa CONE JEANS. Para ello, es necesario determinar los costos relacionados con el control de inventarios expuestos en la sección 2.1.3.1

4.4.1.1 Costo fijo de pedido

El costo fijo de pedido es independiente del tamaño del pedido como se indicó en la sección 2.1.3.1.1 y está relacionado con el costo administrativo de ordenar.

Para establecer el costo fijo de pedido se toma en cuenta que la empresa cuenta con una persona encargada del control de inventarios y la planificación de la producción, y ésta persona percibe una

remuneración mensual de \$850. Además, se asume veinte días laborables al mes de 8 horas. La persona encargada dedica el 20% de su tiempo a las actividades relacionadas con la gestión de inventarios. La empresa registra un promedio de 5 pedidos mensuales. Con los datos anteriores, se establece el costo fijo de pedido de la siguiente manera:

$$K = \frac{\frac{20 \text{ días}}{\text{mes}} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{\$5,31}{\text{hora}} * (0,20)}{\frac{5 \text{ pedidos}}{\text{mes}}} = \frac{\$33,98}{\text{pedido}}$$

En donde K representa el costo fijo de pedido. Lo que indica que la empresa tiene un costo de \$33,98 cada vez que emite un pedido de producción, en el que se toma en consideración las actividades de preparación de la planta industrial.

4.4.1.2 Costo de mantener inventario

Como se indico en la sección 2.1.3.1.2 el costo de mantener inventario se divide en cuatro componentes: costo de almacenamiento, costo de impuestos y seguros, costo de oportunidad y costo de obsolescencia. Para el presente estudio se calculará el costo de mantener inventario por cada centro de trabajo donde se encuentran almacenados productos: bodega de fábrica y punto de venta minorista. Con estos costos, se realiza un promedio ponderado de acuerdo al porcentaje de existencia en cada local, con el objetivo de obtener el costo de mantener el inventario por unidad durante un período determinado de tiempo.

4.4.1.2.1 Para la bodega de la fábrica

Costo de almacenamiento: para el efecto se tomó en consideración los gastos que la empresa incurre por personal de bodega, uso de espacio físico y pago de servicios básicos (luz, agua, teléfono, internet). Los cálculos realizados para obtener el costo de mantener almacenada una prenda en la bodega de la fábrica se muestran a continuación:

Espacio Ocupado: Considerando que el valor por arriendo mensual de metro cuadrado en el sector es de \$6,00 y que en un metro cuadrado puedo almacenar en promedio 200 prendas, el costo por espacio ocupado por prenda al mes es:

$$\frac{\frac{\$6,00}{m^2 * mes}}{\frac{200 \text{ prendas}}{m^2}} = \frac{\$0,03}{\text{prenda} * mes}$$

Empleados: Para el cálculo de este rubro se considera que la bodega cuenta con una persona encargada del inventario almacenado, quien percibe un sueldo mensual de \$400 y dedica el 40% de su tiempo a actividades relacionadas con el mantenimiento del inventario. Además, se conoce que el promedio de prendas almacenadas es de 6000 unidades. De tal forma el costo por empleados por prenda al mes es:

$$\frac{\frac{\$400}{mes} * (0,40)}{6000 \text{ prendas}} = \frac{\$0,03}{\text{prenda} * mes}$$

Servicios Básicos: En este costo se tomó en cuenta los costos mensuales incurridos en suministro de energía eléctrica, telefonía, internet y seguridad física multiplicado por el 12% de ocupación física de la bodega, para luego dividirlo para las 6000 prendas

almacenadas. De esta forma se obtiene el costo por servicios básicos por prenda al mes, como se muestra a continuación:

$$\text{consumo de energía eléctrica: } \frac{\$300}{\text{mes}} * 0,12 = \frac{\$37,00}{\text{mes}}$$

$$\text{consumo de telefonía: } \frac{\$50}{\text{mes}} * 0,12 = \frac{\$6,17}{\text{mes}}$$

$$\text{consumo de internet: } \frac{\$40}{\text{mes}} * 0,12 = \frac{\$4,93}{\text{mes}}$$

$$\text{consumo de seguridad física: } \frac{\$50}{\text{mes}} * 0,12 = \frac{\$6,17}{\text{mes}}$$

$$\text{consumo mensual por serv. básicos: } \frac{\$37}{\text{mes}} + \frac{\$6,17}{\text{mes}} + \frac{\$4,93}{\text{mes}} + \frac{\$6,17}{\text{mes}} = \frac{\$54,27}{\text{mes}}$$

$$\text{costo por serv. básicos mensual} = \frac{\frac{\$54,27}{\text{mes}}}{6000 \text{ prendas}} = \frac{\$0,01}{\text{prenda} * \text{mes}}$$

Costo de impuestos: Se conoce que para el predio en donde se encuentra la planta industrial se paga un valor de alrededor de \$1000 anuales por concepto de impuesto predial del terreno de 3500m². Además se conoce que la bodega de producto terminado tiene un área de 185m², por lo que el costo de impuesto por prenda almacenada el mes se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\frac{185\text{m}^2 \text{ bodega}}{3500\text{m}^2 \text{ terreno}} * \frac{\$1000}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}}}{6000 \text{ prendas}} = \frac{\$0,001}{\text{prenda} * \text{mes}}$$

Costo de oportunidad: El costo de oportunidad se lo calculó tomando en cuenta el interés que generaría el dinero que representa las prendas almacenadas. De esta manera se estimó un costo por prenda

almacenada de \$10. La tasa de interés pasiva referencial que paga la banca en el país es alrededor del 4,53% anual (Banco Central del Ecuador, 2014). De esta manera se estima el costo de oportunidad por prenda al mes de la siguiente manera:

$$\text{costo de oportunidad} = \frac{4,53\%}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * \frac{\$10}{\text{prenda}} = \frac{\$0,03}{\text{prenda} * \text{mes}}$$

4.4.1.2.2 Para el punto de venta minorista

Costo de almacenamiento: para el efecto se tomó en consideración los gastos en que la empresa incurre por personal de bodega, uso de espacio físico y pago de servicios básicos (luz, agua, teléfono, internet) en el punto de venta al por menor.

Los cálculos realizados para obtener el costo de mantener almacenada una prenda en el almacén se muestran a continuación:

Espacio Ocupado: Considerando que el valor por arriendo mensual de metro cuadrado en el sector es de \$8,00 y que en un metro cuadrado puedo almacenar en promedio 200 prendas, el costo por espacio ocupado por prenda al mes es:

$$\frac{\frac{\$8,00}{m^2 * \text{mes}}}{\frac{200 \text{ prendas}}{m^2}} = \frac{\$0,04}{\text{prenda} * \text{mes}}$$

Empleados: Para el cálculo de este rubro se considera que el almacén cuenta con una persona encargada del inventario almacenado, quien percibe un sueldo mensual de \$400 y dedica el 30% de su tiempo a actividades relacionadas con el mantenimiento

del inventario. Además, se conoce que el promedio de prendas almacenadas es de 3000 unidades. De tal forma el costo por empleados por prenda al mes es:

$$\frac{\frac{\$400}{\text{mes}} * (0,30)}{3000 \text{ prendas}} = \frac{\$0,04}{\text{prenda} * \text{mes}}$$

Servicios Básicos: En este costo se tomó en cuenta los costos mensuales incurridos en suministro de energía eléctrica, telefonía, internet y seguridad física dividido para las 3000 prendas almacenadas. De esta forma se obtiene el costo por servicios básicos por prenda al mes, como se muestra a continuación:

$$\text{consumo de energía eléctrica: } \frac{\$120}{\text{mes}}$$

$$\text{consumo de telefonía: } \frac{\$30}{\text{mes}}$$

$$\text{consumo de internet: } \frac{\$20}{\text{mes}}$$

$$\text{consumo de seguridad física: } \frac{\$40}{\text{mes}}$$

$$\text{costo por serv. básicos mensual } \frac{\frac{\$120}{\text{mes}} + \frac{\$30}{\text{mes}} + \frac{\$20}{\text{mes}} + \frac{\$40}{\text{mes}}}{3000 \text{ prendas}} = \frac{\$0,07}{\text{mes}}$$

Costo de impuestos: Se conoce que para el predio en donde se encuentra el punto de venta se paga un valor de alrededor de \$1100 anuales por concepto de impuesto predial del terreno de 3500m². Además se conoce que el almacén tiene un área de 340m², por lo que el costo de impuesto por prenda almacenada en el mes se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\frac{340m^2 \text{ almacén}}{3500m^2 \text{ terreno}} * \frac{\$1100}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}}}{3000 \text{ prendas}} = \frac{\$0,003}{\text{prenda} * \text{mes}}$$

Costo de oportunidad: El costo de oportunidad se lo calculó tomando en cuenta el interés que generaría el dinero que representa las prendas almacenadas. De esta manera se estimó un costo por prenda almacenada de \$10. La tasa de interés pasiva referencial que paga la banca en el país es alrededor del 4,53% anual (Banco Central del Ecuador, 2014). De esta manera se estima el costo de oportunidad por prenda al mes de la siguiente manera:

$$\text{costo de oportunidad} = \frac{4,53\%}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * \frac{\$10}{\text{prenda}} = \frac{\$0,03}{\text{prenda} * \text{mes}}$$

De los cálculos que realizados anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados:

COSTO DE MANTENER POR UNIDAD		
	FABRICA	ALMACEN
ESPACIO OCUPADO	\$ 0,03	\$ 0,04
EMPLEADOS	\$ 0,03	\$ 0,04
SERV. BASICOS	\$ 0,01	\$ 0,07
IMPUESTOS	\$ 0,001	\$ 0,003
COSTO DE OPORTUNIDAD	\$ 0,03	\$ 0,03
COSTO TOTAL	\$ 0,10	\$ 0,18
% DE EXISTENCIA POR LOCACIÓN	65%	35%
PROMEDIO PONDERADO	\$ 0,12	

Tabla 14. Cálculo de costo de mantener inventario por prenda al mes

Fuente: Elaboración propia

En la columna de fábrica de la tabla 14 se puede observar los costos en que se incurren por tener una prenda almacenada en la bodega de la fábrica por el lapso de un mes. La columna almacén se refiere a los costos incurridos por las prendas almacenadas en el punto de venta

minorista. El costo final se refiere al costo total de almacenar una prenda por un mes en cada locación. Sin embargo, para poder trabajar con las políticas de inventario es necesario realizar un promedio ponderado de estos costos para obtener un costo de mantenimiento de inventario global, lo que se indica en la línea de promedio ponderado de la tabla 14. De tal manera, se concluye que en promedio la empresa tiene un costo \$0,12 por prenda almacenada en un mes.

4.4.2 Política de inventario para la familia: Hombre Inferior Clásico

Se aplica el método de Silver-Meal expuesto en la sección 2.1.3.2.3.1 con el objetivo de obtener una política de inventario para la familia Hombre Inferior Clásico. El método de Silver-Meal es un proceso iterativo en el que se calcula el costo total promedio de inventario de algunos escenarios de tal manera que se minimice el costo total de inventario.

Las entradas necesarias para el método de Silver- Meal son:

- La demanda mensual pronosticada:

MES	PRONOSTICO
Ene-14	157
Feb-14	109
Mar-14	120
Abr-14	163
May-14	153
Jun-14	241
Jul-14	164
Ago-14	292
Sep-14	242
Oct-14	279
Nov-14	230
Dic-14	628

- Los costos de inventario:

Costo fijo de pedido $K=\$33,98$

Costo de mantener inventario $h=0,12$

El proceso comienza con el cálculo de costo de inventario para el primer periodo:

El costo para enero del 2014 es \$33,98 correspondiente al costo fijo de pedido.

El proceso continúa al calcular el costo de ordenar en enero del 2014 la cantidad para cubrir las demandas de los primeros dos periodos, que se calcula de la siguiente manera:

Costo fijo de pedido + costo de mantener la demanda de febrero almacenado durante un mes y se divide para dos para obtener el costo promedio.

$$\frac{\$33,98 + 109 * \$0,12}{2} = \$23,53$$

Una vez que se obtienen los costos de pedir en el primer periodo la demanda para un periodo o para los dos, se hace una comparación de tal modo que si la última opción es menor a su predecesor el proceso continúa (Bustos & Chacón, 2012). En este ejemplo, esto indica que se debe calcular la tercera opción que sería ordenar en el mes de enero, las demandas para los tres primeros periodos, de la siguiente manera:

Costo fijo de pedido + costo de mantener la demanda de febrero almacenado durante un mes + costo de mantener la demanda de

marzo durante dos meses y se divide para tres para obtener el costo promedio

$$\frac{\$33,98 + 109 * \$0,12 * 1 + 120 * \$0,12 * 2}{3} = \$25,29$$

Una vez más se realiza la comparación entre los dos últimos valores calculados y, en este caso, se puede ver que la tercera opción es mayor a la segunda, por lo que el proceso termina y se concluye que el primer pedido se debe hacer en el mes de enero por una cantidad de 266 unidades que cubren la demanda de los dos primeros periodos.

Ahora la segunda iteración comienza en el período de marzo en donde primero se calcula el costo de solo ordenar la demanda solo de marzo y es igual al costo fijo de pedido de \$33,98.

La segunda opción es ordenar en marzo la demanda de marzo y abril con el siguiente costo:

$$\frac{\$33,98 + 163 * \$0,12}{2} = \$26,77$$

Dado que el costo promedio anterior es menor a solo ordenar la demanda de marzo, se calcula la opción de ordenar en marzo las demandas para marzo, abril y mayo de la siguiente manera:

$$\frac{\$33,98 + 163 * \$0,12 * 1 + 153 * \$0,12 * 2}{3} = \$30,09$$

La última opción es mayor a la anterior por lo que el proceso termina y se concluye que es conveniente ordenar 283 unidades en el mes de marzo que cubrirán las demandas de marzo y abril.

El método se vuelve a iniciar en el mes de mayo donde se conoce que el costo de ordenar solo para ese mes es el costo fijo de pedido de \$33,98. La

siguiente opción es ordenar en mayo las demandas para mayo y junio con un costo total de:

$$\frac{\$33,98 + 241 * \$0,12}{2} = \$31,45$$

Sin embargo, este costo sigue siendo menor al costo fijo de pedido por lo que se considera la tercera opción de ordenar en mayo las demandas de mayo, junio y julio, con un costo total de:

$$\frac{\$33,98 + 241 * \$0,12 * 1 + 164 * \$0,12 * 2}{3} = \$34,09$$

Se observa que el valor calculado es mayor al de ordenar las demandas de mayo y junio, por lo que la iteración termina y se concluye que se debe ordenar en mayo las demanda correspondiente a los meses de mayo y junio una cantidad de 394 unidades.

La siguiente iteración comienza en el mes de julio donde se evalúa las siguientes opciones:

Costo de pedir demanda para julio= \$33,98

Costo de pedir demanda para julio y agosto:

$$\frac{\$33,98 + 292 * \$0,12}{2} = \$34,51$$

Se concluye que es conveniente solo pedir la demanda correspondiente al mes de julio.

Se sigue con el proceso desde el mes de agosto en donde:

Costo de pedir demanda para agosto= \$33,98

Costo de pedir demanda para agosto y septiembre:

$$\frac{\$33,98 + 242 * \$0,12}{2} = \$31,51$$

Costo de pedir demanda para agosto, septiembre y octubre:

$$\frac{\$33,98 + 242 * \$0,12 + (279 * \$0,12 * 2)}{3} = \$43,33$$

Se concluye que el pedido se debe hacer en el mes de agosto es de 534 unidades que abastecen a las demandas de agosto y septiembre.

El proceso continua en el mes de octubre donde se consideran las siguientes opciones:

Costo de pedir demanda para octubre=\$33,98

Costo de pedir demanda para octubre y noviembre:

$$\frac{\$33,98 + 230 * \$0,12}{2} = \$30,79$$

Costo de pedir demanda para octubre, noviembre y diciembre:

$$\frac{\$33,98 + 230 * \$0,12 + (628 * \$0,12 * 2)}{3} = \$70,77$$

Se concluye que el pedido que hay que realizar en octubre es de 509 unidades para satisfacer las necesidades de octubre y noviembre.

Finalmente, la política de inventarios termina con un pedido único en diciembre para satisfacer la demanda del mismo mes.

La política de inventario resultante de la aplicación del método se muestra a continuación:

PERIODO	PEDIDO	COSTO
Ene-14	266	\$47,06
Mar-14	283	\$53,54
May-14	394	\$62,90
Jul-14	164	\$33,98
Ago-14	534	\$63,02
Oct-14	509	\$61,58
Dic-14	628	\$33,98
COSTO TOTAL		\$356,06

Tabla 15. Política de inventario para la familia Hombre Inferior Clásico

Fuente: Elaboración propia

La tabla 15 indica el periodo en el que se debe hacer un pedido y la cantidad del mismo, de tal modo que se minimice el costo de total de inventario.

4.4.3 Política de inventario para la familia: Mujer Inferior Moda

El desarrollo del método de Silver-Meal aplicado a los datos pronosticados para la familia Mujer Inferior Moda se exhiben en el anexo 7.7.1. Del cual se obtuvo la siguiente política de inventario para el año 2014:

PERIODO	PEDIDO	COSTO
Ene-14	180	\$42,14
Mar-14	193	\$44,06
May-14	290	\$51,50
Jul-14	300	\$55,58
Sep-14	242	\$48,74
Nov-14	117	\$33,98
Dic-14	358	\$33,98
COSTO TOTAL		\$309,98

Tabla 16. Política de inventario para la familia Mujer Inferior Moda

Fuente: Elaboración propia

La tabla 16 indica el periodo en el que se debe hacer un pedido y la cantidad del mismo, de tal modo que se minimice el costo de total de inventario.

4.4.4 Política de inventario para la familia: Hombre Inferior Moda

El desarrollo del método de Silver-Meal aplicado a los datos pronosticados para la familia Hombre Inferior Moda se exhiben en el anexo 7.7.2. Del cual se obtuvo la siguiente política de inventario para el año 2014:

PERIODO	PEDIDO	COSTO
Ene-14	173	\$54,38
Abr-14	208	\$58,82
Jul-14	181	\$56,42
Oct-14	143	\$41,42
Dic-14	161	\$33,98
COSTO TOTAL		\$245,02

Tabla 17. Política de inventario para la familia Hombre Inferior Moda
Fuente: Elaboración propia

La tabla 17 indica el periodo en el que se debe hacer un pedido y la cantidad del mismo, de tal modo que se minimice el costo de total de inventario.

4.4.5 Política de inventario para la familia: Mujer Inferior Clásico

El desarrollo del método de Silver-Meal aplicado a los datos pronosticados para la familia Mujer Inferior Clásico se exhiben en el anexo 7.7.3. Del cual se obtuvo la siguiente política de inventario para el año 2014:

PERIODO	PEDIDO	COSTO
Ene-14	162	\$50,90
Abr-14	233	\$69,14
Ago-14	354	\$73,82
Nov-14	112	\$33,98
Dic-14	291	\$33,98
COSTO TOTAL		\$245,14

Tabla 18. Política de inventario para la familia Mujer Inferior Clásico
Fuente: Elaboración propia

La tabla 18 indica el periodo en el que se debe hacer un pedido y la cantidad del mismo, de tal modo que se minimice el costo de total de inventario.

CAPITULO 5 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se concluye que:

- En la actualidad, CONE JEANS no maneja políticas de control de inventarios basadas en análisis técnicos.
- La empresa no tiene identificados sus productos de mayor de demanda.
- CONE JEANS no realiza pronósticos de ventas, ni de demanda de sus productos, lo que conlleva a tener mucho inventario de lo que no se vende y faltantes en los productos de mayor demanda.
- El control de inventarios en la región, es muy poco tecnificada. En microempresas, el control de inventario se lo maneja empíricamente.
- Los modelos de control de inventario revisados en la literatura, requieren asumir supuestos y estimaciones que en la práctica empresarial no son factibles. Sin embargo, la aplicación de estos modelos son una guía para el manejo de inventario de las empresas.
- La categorización ABC permitió identificar que la familia de productos más vendidos es aquella que tiene productos de hombre de prendas inferiores y modelos clásicos.
- El análisis de comportamiento histórico de la demanda permitió reconocer que la demanda de todos los productos principales tienen tendencia lineal creciente y estacionalidad de 12 meses.

- El modelo de inventario Silver-Meal permite obtener los tamaños de lotes adecuados para minimizar los costos totales de inventario cuando la demanda de un producto es conocida pero variable. A través del modelo, también se obtiene un cronograma de cuándo se debe recibir una orden específica. Por esta razón, se seleccionó este método para proponer una política de inventario para los productos principales de la empresa.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda a CONE JEANS:

- Monitorear el comportamiento de la demanda de sus productos, de tal manera que se tenga identificado tendencias y estacionalidad en los datos.
- Capacitar al personal involucrado en el control y manejo de inventarios de tal manera que sepan actualizar los datos en los modelos y poder generar ordenes con menos incertidumbre.
- Llevar un registro de las unidades que no se pudieron cubrir en los pedidos, para poder tomar en cuenta la demanda real en los pronósticos.
- Con los resultados de este estudio, se puede generar un plan maestro de producción para los principales productos.
- El uso de políticas de inventario puede extenderse a los inventarios de materia prima.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, P. (2012). Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de la emoesa. *Pensamiento y Gestión*, 142-164.
- Banco Central del Ecuador. (Abril de 2014). *Banco Central del Ecuador*. Obtenido de <http://www.bce.fin.ec/index.php/tablaprueba>
- Bassin, W. (1990). A technique for applying EOQ models to retail cycle stock inventories. *Journal of Small Bussiness Management*, 48-55.
- Bulter, J. (2003). Supply Chain Design for New Products. *School of Industrial and Systems Engineering. Georgia Institute of Technology*, 34-70.
- Bustos, C., & Chacón, G. (2012). Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente. Un estudio en Venezuela. *Contaduría y Administración*, 239-258.
- Bustos, E. (s.f.). *Modelos de Pronósticos*. Obtenido de Instituto Politécnico Nacional: http://www.angelfire.com/ak6/ilb/5_2.pdf
- Castro, C., Vélez, M., & Castro, J. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterio y Efectos en la Asignación de Pesos. *ITECKNE*, 163-170.
- Chase, R., & Aquilano, N. (1995). *Dirección y administración de la producción y las operaciones*. Mexico: McGraw-Hill.
- Chase, R., & Jacobs, R. (2014). *Administración de Operaciones. Producción y cadenas de suministros*. México D.F.: McGraw-Hill Education.
- CONE JEANS. (2011-2012). Datos de la Empresa. Quito, Pichincha, Ecuador.

- CONE JEANS. (2013). *PAGINA WEB DE CONE JEANS*. Recuperado el 2014, de www.conejeans.com
- De la Fuente García, D. (2008). *Ingeniería de Organización en la Empresa: Dirección de Operaciones*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Díaz, J., & Pérez, D. (2012). Optimización de los niveles de inventario en una cadena de suministro. *Ingeniería Industrial*, 126-132.
- Elsayed, E., & Boucher, T. (1994). *Analysis and Control of Production Systems*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Ernst, R., & Cohen, M. (1990). Operations related groups (ORGs): A clustering procedure for production/inventory systems. *Journal of Operations Management*, 574-598.
- Falcón, B. (5 de Febrero de 2013). Jefe de Producción CONE JEANS. (C. Gavilanes, Entrevistador)
- Flores, B., & Whybark, C. (1986). Multi Criteria ABC Analysis. *International Journal of Operations and Production Management* , 38-46.
- Gaither, N., & Fraizer, G. (2000). *Administración de producción y operaciones*. México: International Thomson Editores.
- Gallego, G., & Toktay, L. (2003). All-or-nothing Ordering Under a Capacity Constraint and Forecast of Stationary Demand. *Research Paper*.
- Gallego, G., Muriel, A., & Yildiz, T. (2007). Optimal Policies with Convertible Lead Times. *European Journal of Operational Research*, 892-910.
- García, J., Cardós, M., Albarracín, J., & García, J. (2004). *Gestión de Stocks de Demanda Independiente*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

- Gutierrez, V., & Rodriguez, L. (2008). Diagnostico regional de gestión de inventarios en la industria de producción y distribución de bienes. *Revista de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de Antioquia*, 157-171.
- Gutierrez, V., & Vidal, C. (2008). Modelo de Gestión de Inventarios en Cadenas de Abastecimiento. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Antioquia*, 134-149.
- Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones*. México: Pearson.
- Hillier, F., & Lieberman, G. (2006). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Hopp, W., & Spearman, M. (2008). *Factory Physics*. New York: McGraw-Hill Irwin.
- Lederman, R. (2003). Optimization of Sthocastic Inventory Control with Correlated Demands. *Department of Computer Science Brown University*, 3-19.
- Mendoza S., L. L. (s.f.). *La Gestión del Abastecimiento, Motor para el Desarrollo de la CAdena de Valor*. Recuperado el 10 de 10 de 2013, de <http://www.sccala.com/pdf/gestiondelabastecimiento.pdf>
- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Narasimhan, S., McLeavey, W., & Billington, P. (1996). *Planeación de la Producción y Control de Inventarios*. Mexico: Prentice Hall.
- Packer, A. (1967). Simulation and adaptative forecastinf as applied to inventory control. *Operation Research*, 660-679.
- Parada, O. (2009). UN ENFOQUE MULTICRITERIO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS. *Cuad. Adm. Bogotá (Cololombia)*, 169-187.

- Partovi, F., & Burton, J. (1993). Using the Analytic Hierarchy Process for ABC Analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 29-44.
- Rosa, M. (2001). Make to stock vs. Make to order in Glass Manufacturing. *Revista de Instituto Superior Técnico de Lisboa*, 29-52.
- Sarmiento, A., & Nagi, R. (1999). A review of integrated analysis of production-distribution systems. *IIE Transactions*, 1061-1074.
- Sipper, D., & Bulfin, R. (1998). *Planeación y control de la producción*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Sipper, D., & Bulfin, R. (1998). *Planeación y control de la producción*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Snyder, D., Koehler, A., Hyndman, R., & Ord, J. (2004). Exponential smoothing models: means and variances for lead-time demand. *European Journal of Operational Research*, 444-455.
- Snyder, R. (2002). Forecasting sales of slow and fast moving inventories. *European Journal of Operational Research*, 684-699.
- Tiwari, V., & Gavirneni, S. (2007). ASP, The Art and Science of Practice: Recoupling Inventory Control Research and Practice: Guidelines for Achieving Synergy. *Interfaces*, 176-186.
- Vidal, C., Londoño, J., & Contreras, F. (2004). Aplicación de los Modelos de Inventarios en una Cadena de Abastecimiento de Productos de Consumo Masivo con una Bodega y N Puntos de Venta. *Ingeniería y Competitividad*, 33-52.
- Wagner, H. (2002). And then there were none. *Operations Research*, 217-226.

7 ANEXOS

7.1 Lista de familia de productos

# de Grupo	Nombre de Familia de Productos
1	Hombre Inferior Clásico
2	Hombre Inferior Moda
3	Hombre Superior Clásico
4	Hombre Superior Moda
5	Mujer Inferior Clásico
6	Mujer Inferior Moda
7	Mujer Superior Clásico
8	Mujer Superior Moda
9	Niña Inferior Clásico
10	Niña Inferior Moda
11	Niña Superior Clásico
12	Niña Superior Moda
13	Niño Inferior Clásico
14	Niño Inferior Moda
15	Niño Superior Clásico
16	Niño Superior Moda

7.2 Categorización ABC de las familias de productos por año

AÑO:	2011					
GENERO	PRENDA	MODELO	CANTIDAD	INGRESO \$	% INDIVIDUAL	% ACUMULADO
HOMBRE	INFERIOR	CLASICO	1397	\$ 37.966,29	31,77%	31,77%
MUJER	INFERIOR	MODA	906	\$ 24.136,66	20,20%	51,97%
HOMBRE	INFERIOR	MODA	564	\$ 16.029,02	13,41%	65,39%
MUJER	INFERIOR	CLASICO	417	\$ 11.643,63	9,74%	75,13%
HOMBRE	SUPERIOR	CLASICO	202	\$ 5.493,95	4,60%	79,73%
NIÑO	INFERIOR	CLASICO	274	\$ 4.447,33	3,72%	83,45%
MUJER	SUPERIOR	CLASICO	165	\$ 4.394,38	3,68%	87,13%
HOMBRE	SUPERIOR	MODA	148	\$ 4.310,87	3,61%	90,74%
NIÑO	INFERIOR	MODA	179	\$ 2.964,89	2,48%	93,22%
NIÑA	INFERIOR	CLASICO	179	\$ 2.914,19	2,44%	95,66%
MUJER	SUPERIOR	MODA	108	\$ 2.908,32	2,43%	98,09%
NIÑA	INFERIOR	MODA	120	\$ 1.942,79	1,63%	99,72%
NIÑO	SUPERIOR	MODA	20	\$ 220,64	0,18%	99,90%
NIÑA	SUPERIOR	CLASICO	8	\$ 70,56	0,06%	99,96%
NIÑA	SUPERIOR	MODA	3	\$ 28,84	0,02%	99,98%
NIÑO	SUPERIOR	CLASICO	1	\$ 18,20	0,02%	100,00%
TOTALES			4691	\$119.490,55		

AÑO:	2012					
GENERO	PRENDA	MODELO	CANTIDAD	INGRESO \$	% INDIVIDUAL	% ACUMULADO
MUJER	INFERIOR	MODA	1641	\$ 47.122,00	28,39%	28,39%
HOMBRE	INFERIOR	CLASICO	1413	\$ 40.100,00	24,16%	52,56%
HOMBRE	INFERIOR	MODA	770	\$ 22.421,00	13,51%	66,07%
MUJER	INFERIOR	CLASICO	546	\$ 16.172,00	9,74%	75,81%
MUJER	SUPERIOR	MODA	280	\$ 9.479,00	5,71%	81,52%
HOMBRE	SUPERIOR	CLASICO	242	\$ 7.284,00	4,39%	85,91%
NIÑO	INFERIOR	CLASICO	304	\$ 5.216,00	3,14%	89,05%
HOMBRE	SUPERIOR	MODA	144	\$ 4.734,00	2,85%	91,91%
MUJER	SUPERIOR	CLASICO	176	\$ 4.633,00	2,79%	94,70%
NIÑO	INFERIOR	MODA	202	\$ 3.478,00	2,10%	96,79%
NIÑA	INFERIOR	CLASICO	182	\$ 3.194,00	1,92%	98,72%
NIÑA	INFERIOR	MODA	120	\$ 2.129,00	1,28%	100,00%
NIÑO	SUPERIOR	CLASICO	0	\$ -	0,00%	100,00%
NIÑO	SUPERIOR	MODA	0	\$ -	0,00%	100,00%
NIÑA	SUPERIOR	CLASICO	0	\$ -	0,00%	100,00%
NIÑA	SUPERIOR	MODA	0	\$ -	0,00%	100,00%
TOTALES			6020	\$165.962,00		

AÑO:	2013					
GENERO	PRENDA	MODELO	CANTIDAD	INGRESO \$	% INDIVIDUAL	% ACUMULADO
HOMBRE	INFERIOR	CLASICO	1956	\$ 55.512,00	30,45%	30,45%
MUJER	INFERIOR	MODA	1575	\$ 46.152,00	25,32%	55,77%
HOMBRE	INFERIOR	MODA	869	\$ 25.141,00	13,79%	69,56%
MUJER	INFERIOR	CLASICO	777	\$ 24.398,00	13,38%	82,94%
HOMBRE	SUPERIOR	CLASICO	232	\$ 6.457,00	3,54%	86,49%
NIÑO	INFERIOR	CLASICO	308	\$ 6.148,00	3,37%	89,86%
NIÑO	INFERIOR	MODA	204	\$ 4.098,00	2,25%	92,11%
MUJER	SUPERIOR	MODA	112	\$ 3.930,00	2,16%	94,26%
NIÑA	INFERIOR	CLASICO	196	\$ 3.441,00	1,89%	96,15%
HOMBRE	SUPERIOR	MODA	84	\$ 3.057,00	1,68%	97,83%
NIÑA	INFERIOR	MODA	130	\$ 2.294,00	1,26%	99,09%
MUJER	SUPERIOR	CLASICO	63	\$ 1.634,00	0,90%	99,98%
NIÑO	SUPERIOR	CLASICO	3	\$ 34,00	0,02%	100,00%
NIÑO	SUPERIOR	MODA	0	\$ -	0,00%	100,00%
NIÑA	SUPERIOR	CLASICO	0	\$ -	0,00%	100,00%
NIÑA	SUPERIOR	MODA	0	\$ -	0,00%	100,00%
TOTALES			6509	\$182.296,00		

7.3 Ventas Anuales por Familia de Productos

VENTAS ANUALES PARA FAMILIA: HOMBRE INFERIOR CLASICO					
MES	VENTAS	MES	VENTAS	MES	VENTAS
ene-11	89	ene-12	101	ene-13	98
feb-11	95	feb-12	52	feb-13	55
mar-11	57	mar-12	78	mar-13	87
abr-11	67	abr-12	106	abr-13	125
may-11	62	may-12	111	may-13	104
jun-11	176	jun-12	109	jun-13	141
jul-11	91	jul-12	66	jul-13	129
ago-11	175	ago-12	143	ago-13	179
sep-11	122	sep-12	143	sep-13	139
oct-11	129	oct-12	99	oct-13	235
nov-11	71	nov-12	76	nov-13	235
dic-11	269	dic-12	329	dic-13	396

VENTAS ANUALES PARA FAMILIA: MUJER INFERIOR MODA					
MES	VENTAS	MES	VENTAS	MES	VENTAS
ene-11	96	ene-12	76	ene-13	106
feb-11	50	feb-12	28	feb-13	92
mar-11	73	mar-12	118	mar-13	78
abr-11	59	abr-12	95	abr-13	77
may-11	62	may-12	127	may-13	165
jun-11	64	jun-12	178	jun-13	113
jul-11	64	jul-12	120	jul-13	105
ago-11	111	ago-12	204	ago-13	112
sep-11	38	sep-12	161	sep-13	85
oct-11	31	oct-12	127	oct-13	133
nov-11	42	nov-12	101	nov-13	133
dic-11	262	dic-12	305	dic-13	259

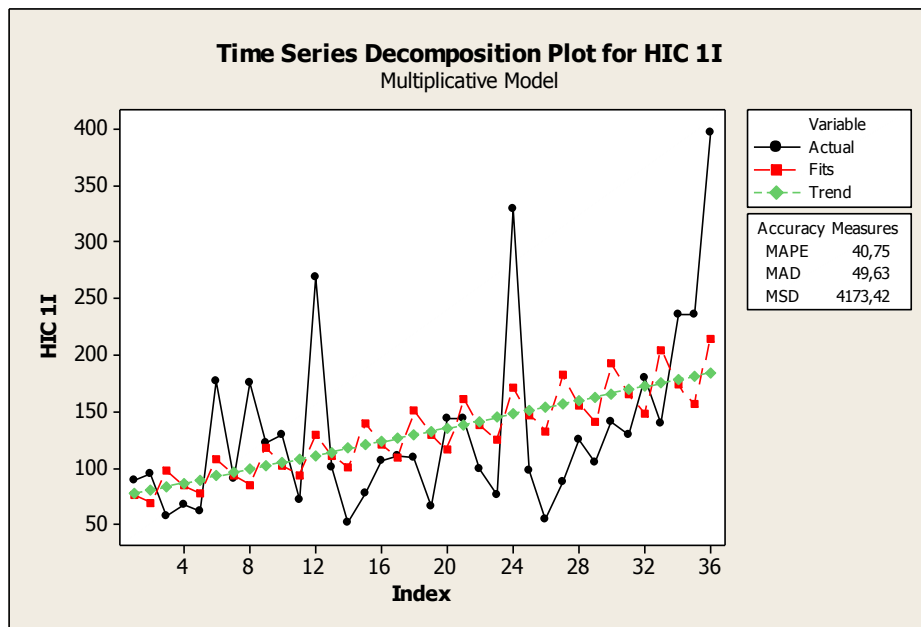
VENTAS ANUALES PARA FAMILIA: HOMBRE INFERIOR MODA					
MES	VENTAS	MES	VENTAS	MES	VENTAS
ene-11	65	ene-12	45	ene-13	73
feb-11	27	feb-12	6	feb-13	48
mar-11	38	mar-12	67	mar-13	70
abr-11	39	abr-12	49	abr-13	92
may-11	60	may-12	63	may-13	45
jun-11	71	jun-12	71	jun-13	32
jul-11	28	jul-12	43	jul-13	67
ago-11	42	ago-12	70	ago-13	50
sep-11	34	sep-12	71	sep-13	46
oct-11	50	oct-12	69	oct-13	80
nov-11	24	nov-12	50	nov-13	80
dic-11	108	dic-12	165	dic-13	118

VENTAS ANUALES PARA FAMILIA: MUJER INFERIOR CLASICO					
MES	VENTAS	MES	VENTAS	MES	VENTAS
ene-11	46	ene-12	28	ene-13	53
feb-11	20	feb-12	11	feb-13	28
mar-11	27	mar-12	31	mar-13	29
abr-11	41	abr-12	38	abr-13	31
may-11	31	may-12	38	may-13	48
jun-11	25	jun-12	42	jun-13	20
jul-11	13	jul-12	24	jul-13	18
ago-11	45	ago-12	50	ago-13	92
sep-11	32	sep-12	91	sep-13	71
oct-11	28	oct-12	52	oct-13	69
nov-11	15	nov-12	32	nov-13	119
dic-11	106	dic-12	109	dic-13	199

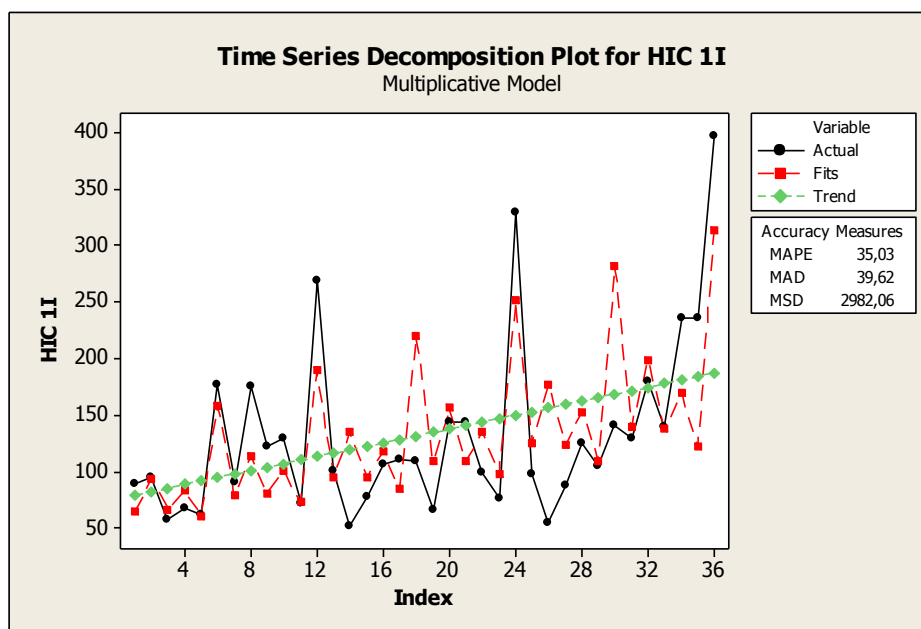
7.4 Pruebas de Estacionalidad con Minitab ® para cada familia de productos

7.4.1 Familia: Hombre Inferior Clásico

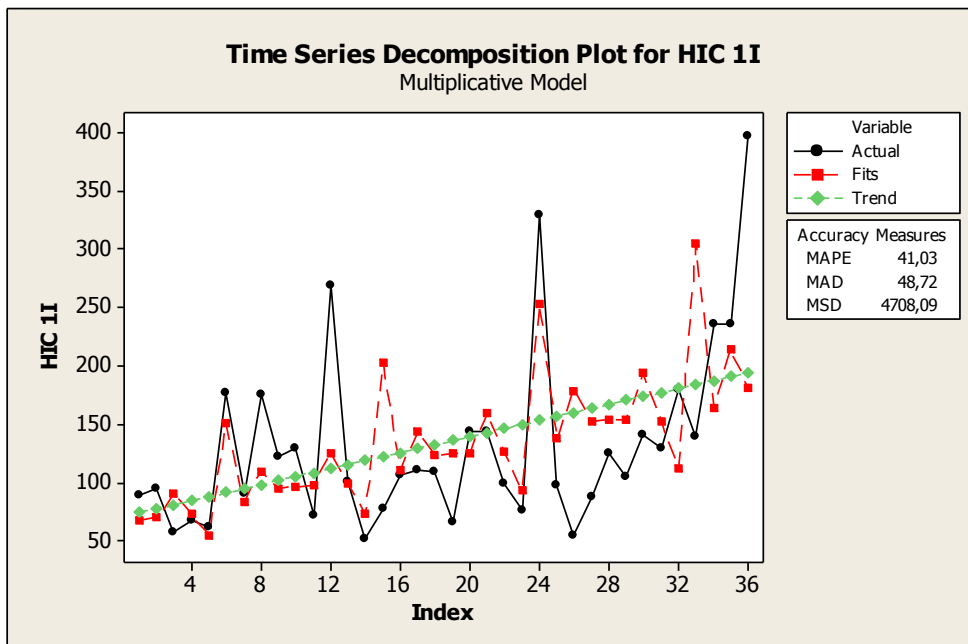
Prueba con estacionalidad de 3 meses



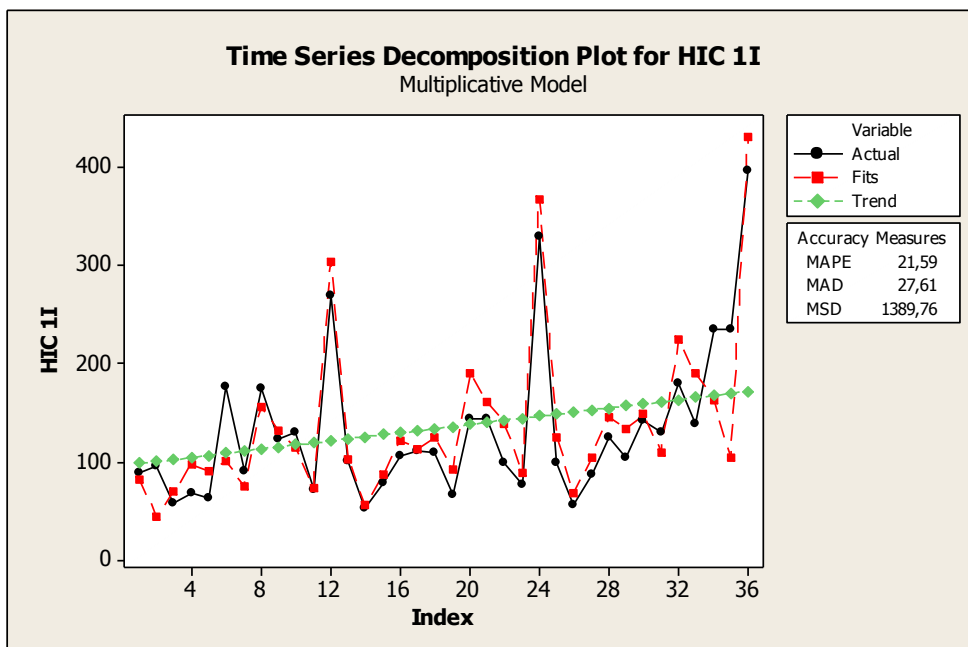
Prueba con estacionalidad de 6 meses



Prueba con estacionalidad de 9 meses

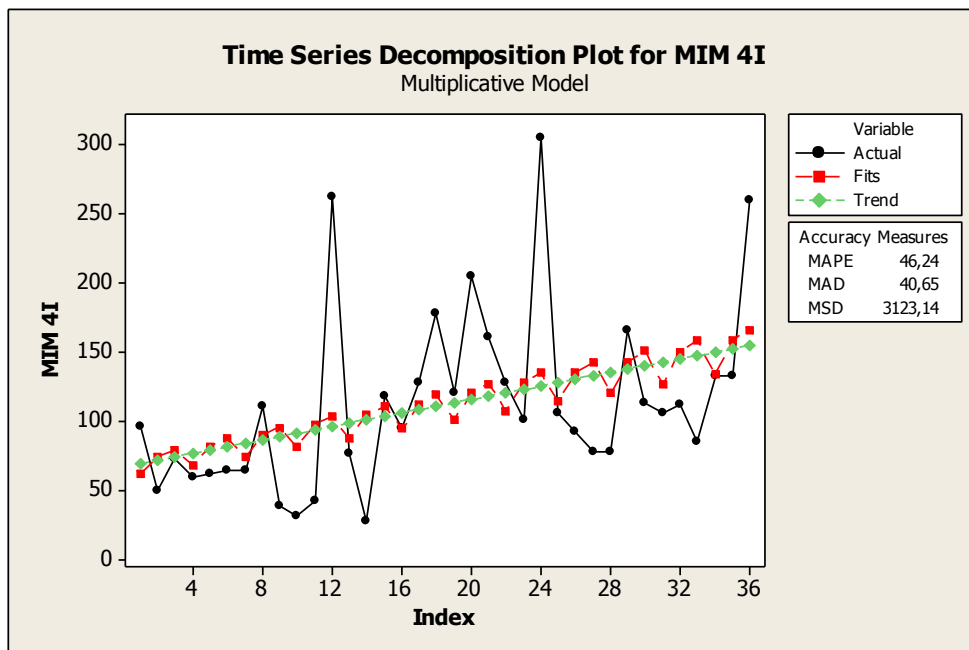


Prueba con estacionalidad de 12 meses

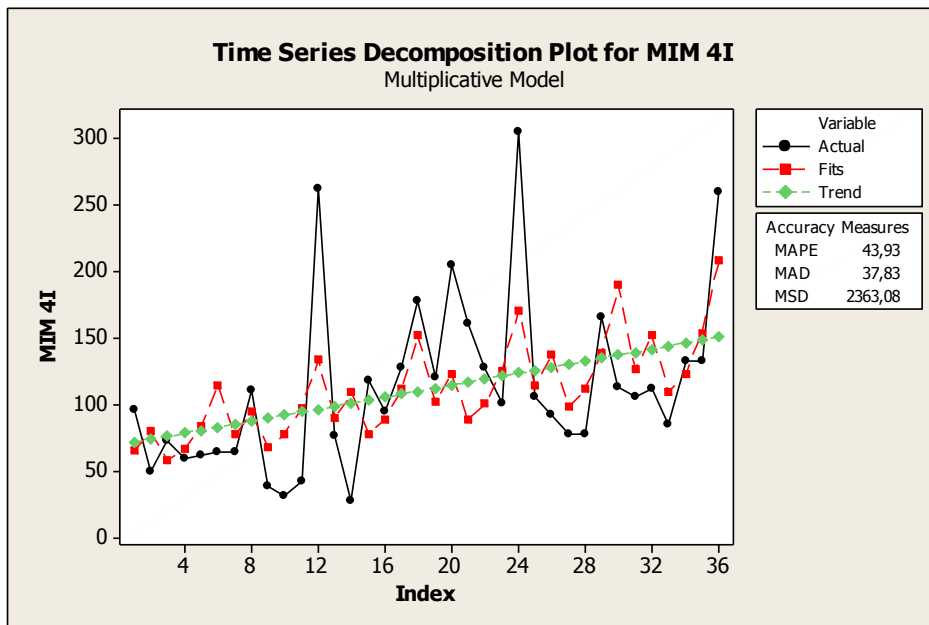


7.4.2 Familia: Mujer Inferior Moda

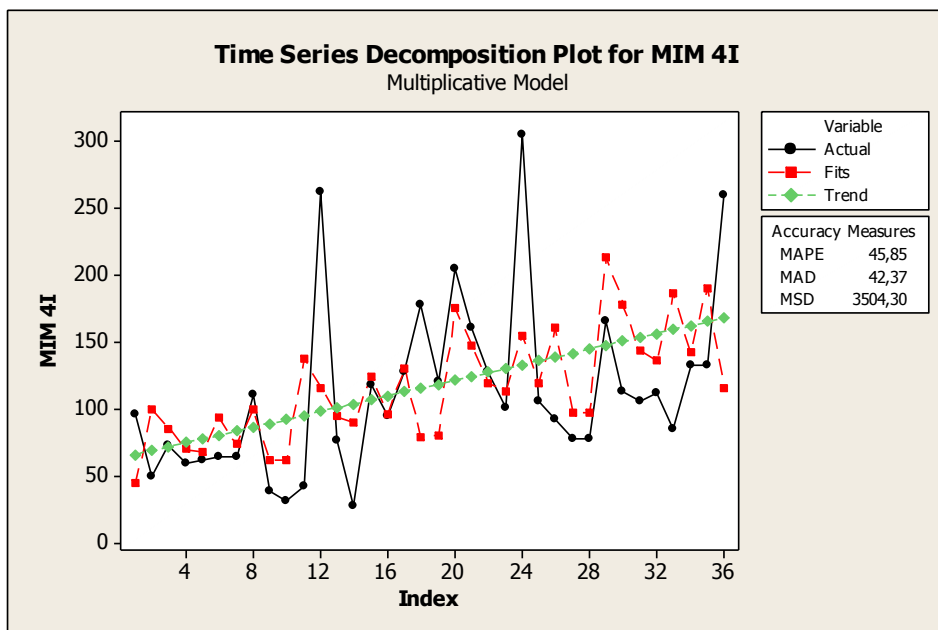
Prueba con estacionalidad de 3 meses



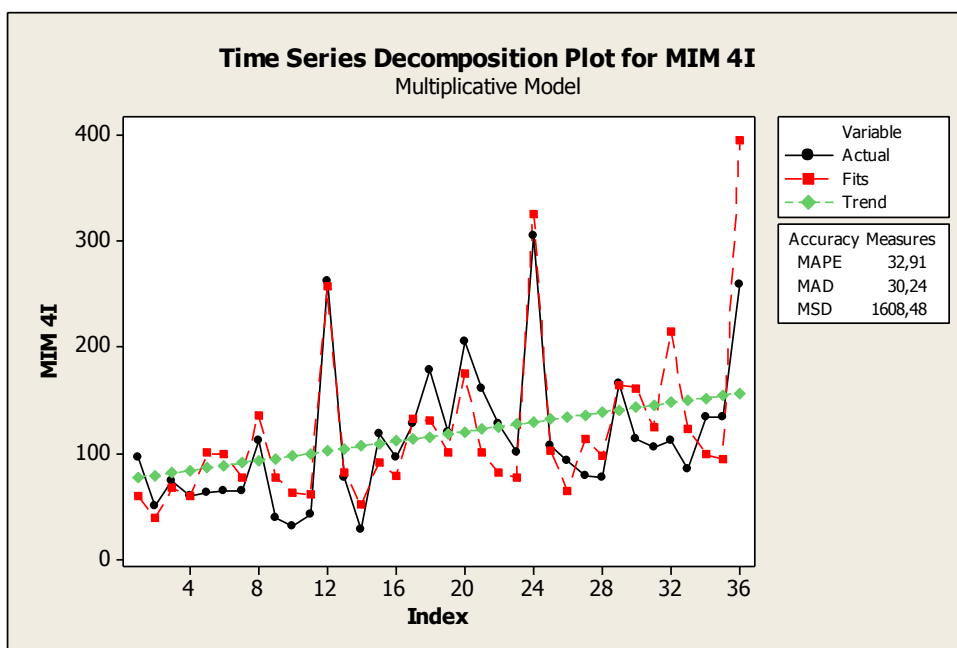
Prueba con estacionalidad de 6 meses



Prueba con estacionalidad de 9 meses

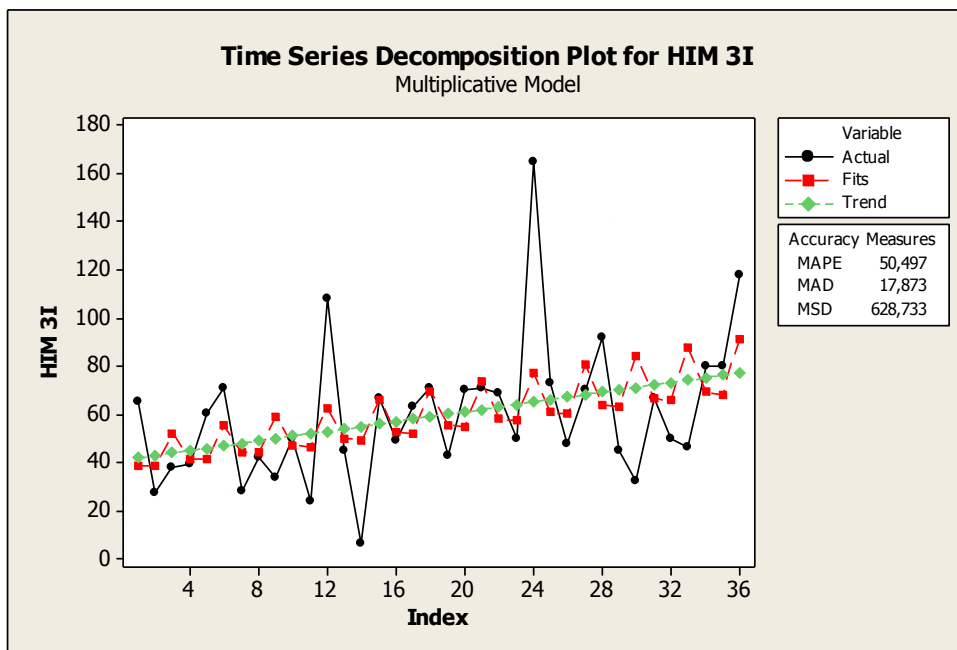


Prueba con estacionalidad de 12 meses

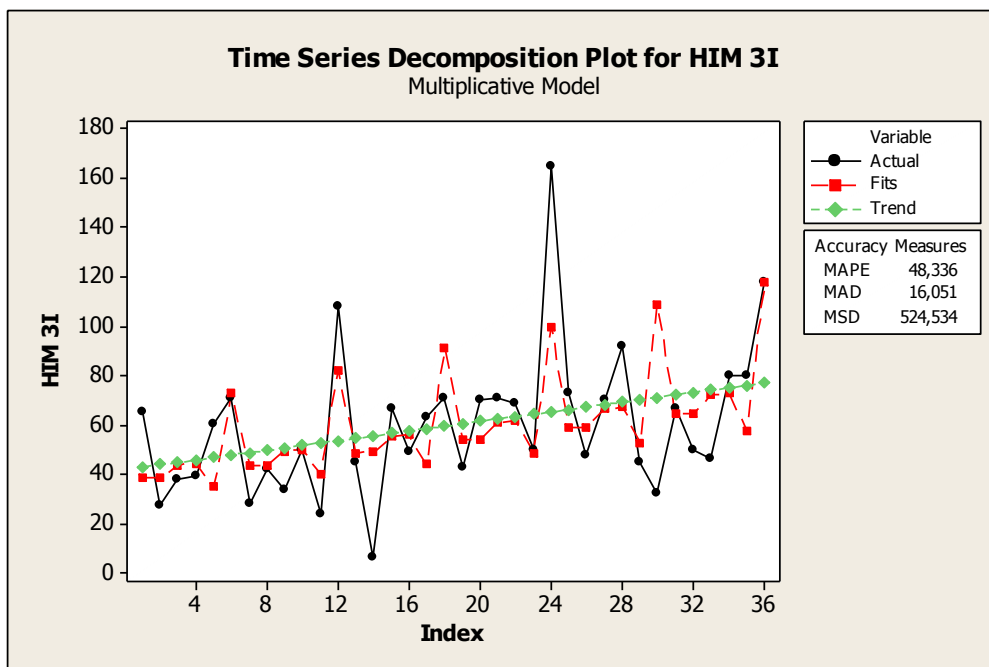


7.4.3 Familia: Hombre Inferior Moda

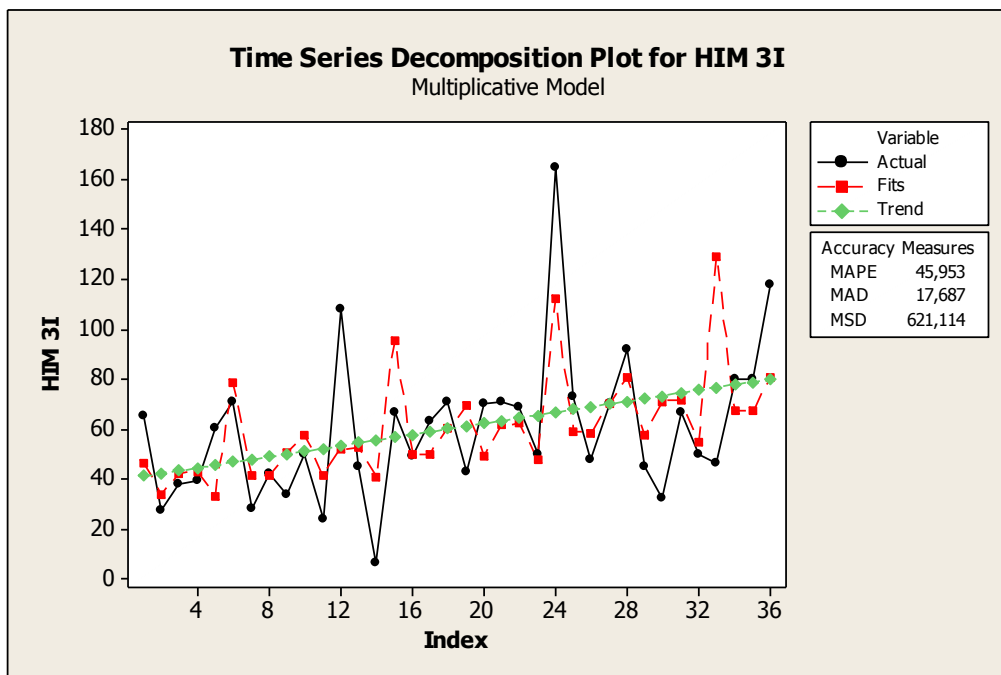
Prueba con estacionalidad de 3 meses



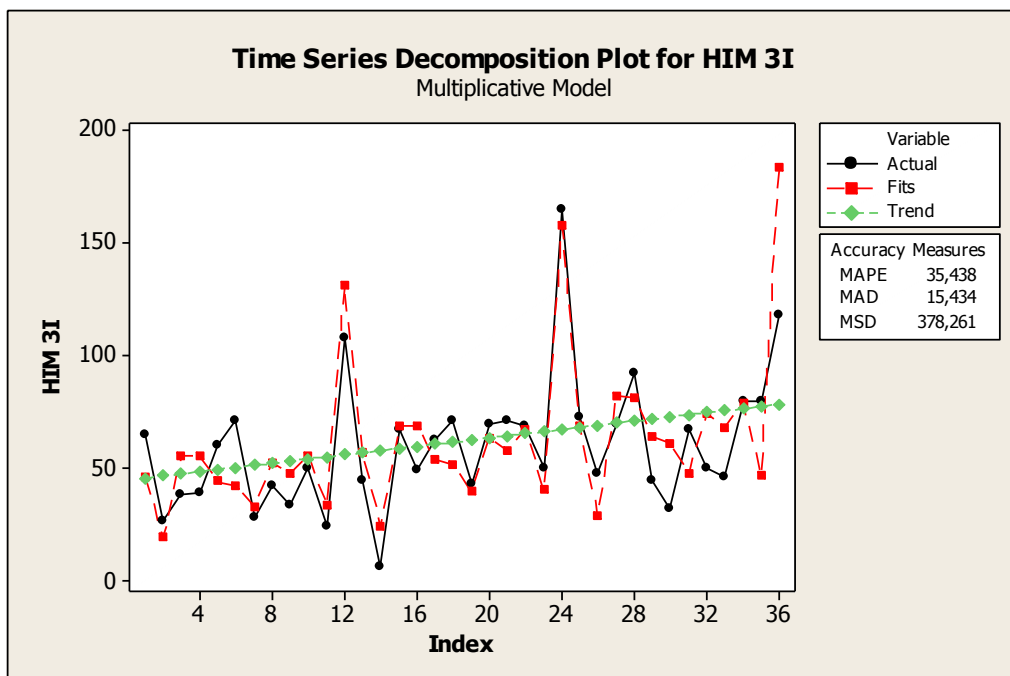
Prueba con estacionalidad de 6 meses



Prueba con estacionalidad de 9 meses

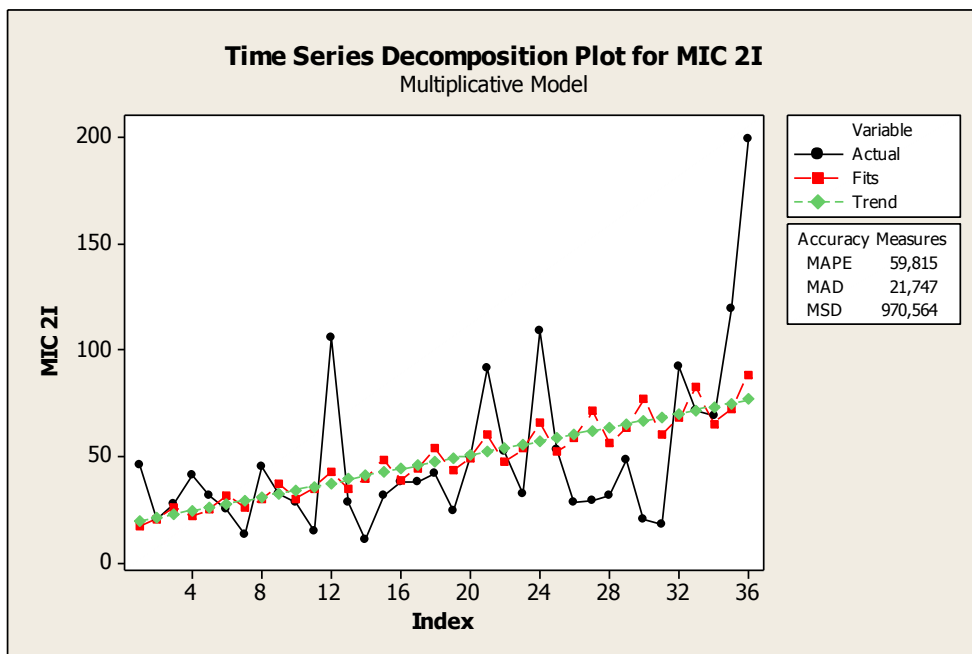


Prueba con estacionalidad de 12 meses

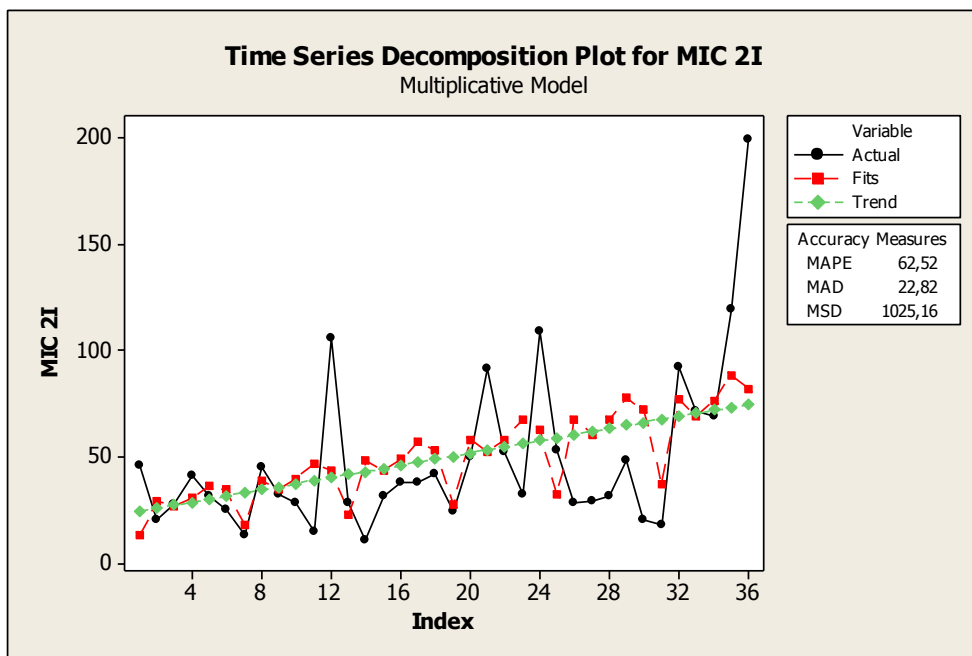


7.4.4 Familia: Mujer Inferior Clásico

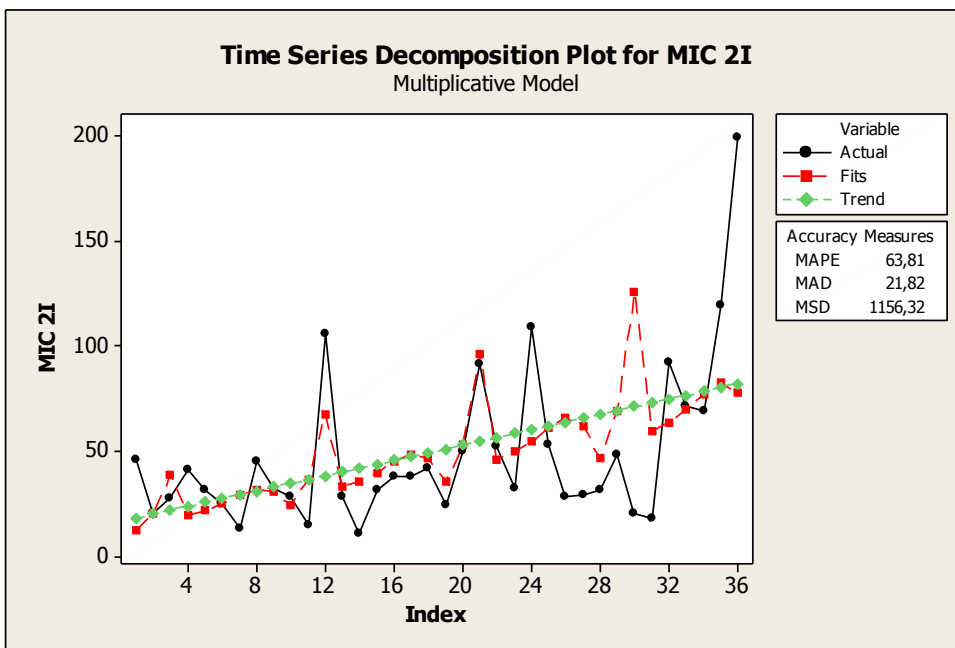
Prueba con estacionalidad de 3 meses



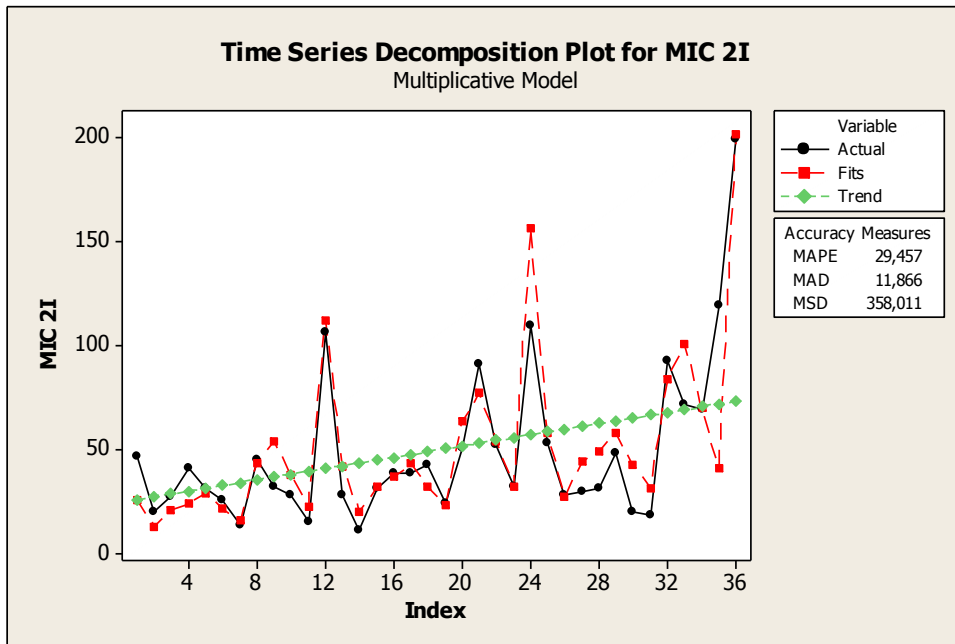
Prueba con estacionalidad de 6 meses



Prueba con estacionalidad de 9 meses



Prueba con estacionalidad de 12 meses



7.5 Errores de Pronósticos

7.5.1 Combinaciones de variables para método Winters de la familia:

Hombre Inferior Clásico

α	β	γ	MAPE	MAD	MSD
0,3	0,1	0,2	29,50	35,65	2055,9
0,3	0,1	0,3	30,54	37,28	2342,2
0,3	0,1	0,1	28,62	34,15	1807,5
0,1	0,2	0,1	35,1	39,77	2744,1

7.5.2 Combinaciones de variables para método Winters de la familia: Mujer

Inferior Moda

α	β	γ	MAPE	MAD	MSD
0,4	0,06	0,1	31,98	32,45	1888,0
0,4	0,06	0,2	33,03	34,33	2232,8
0,4	0,06	0,05	31,55	31,59	1736,3
0,4	0,06	0,01	31,21	30,90	1625,0

7.5.3 Combinaciones de variables para método Winters de la familia:

Hombre Inferior Moda

α	β	γ	MAPE	MAD	MSD
0,4	0,07	0,1	37,26	16,90	430,76
0,4	0,07	0,2	38,26	17,50	484,73
0,4	0,07	0,05	36,75	16,60	406,19
0,4	0,07	0,01	36,34	16,35	387,74

7.5.4 Combinaciones de variables para método Winters de la familia: Mujer

Inferior Clásico

α	β	γ	MAPE	MAD	MSD
0,5	0,05	0,1	32,79	15,23	447,47
0,5	0,05	0,2	33,67	16,18	545,74
0,5	0,05	0,05	32,37	14,76	406,39
0,4	0,07	0,01	32,07	14,40	377,44

7.6 Desarrollo método Silver-Meal

7.6.1 Para la familia de Mujer Inferior Moda

Iteración 1: j_1 =enero

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (68 * \$0,12)}{2} = \$21,07$$

Comprobación:

Dado que $K_2 < K(1)$ se continúa en la misma iteración

Opción c.- cubrir demanda de periodos 1,2 y 3

$$K_3 = \frac{\$33,98 + 68 * \$0,12 + (109 * \$0,12 * 2)}{3} = \$22,77$$

Comprobación:

Dado que $K_3 > K(2)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en enero 180 unidades con costo de \$42,14

Iteración 2: j_1 =marzo

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (84 * \$0,12)}{2} = \$22,03$$

Comprobación:

Dado que $K_2 < K(1)$ se continúa en la misma iteración

Opción c.- cubrir demanda de periodos 1,2 y 3

$$K_3 = \frac{\$33,98 + 84 * \$0,12 + (144 * \$0,12 * 2)}{3} = \$26,21$$

Comprobación:

Dado que $K_3 > K(2)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en marzo 193 unidades con costo de \$44,06

Iteración 3: j_1 =mayo

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (146 * \$0,12)}{2} = \$25,75$$

Comprobación:

Dado que $K_2 < K(1)$ se continúa en la misma iteración

Opción c.- cubrir demanda de periodos 1,2 y 3

$$K_3 = \frac{\$33,98 + 146 * \$0,12 + (120 * \$0,12 * 2)}{3} = \$26,77$$

Comprobación:

Dado que $K_3 > K(2)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en mayo 290 unidades con costo de \$51,50

Iteración 4: j_1 =julio

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (180 * \$0,12)}{2} = \$27,79$$

Comprobación:

Dado que $K_2 < K(1)$ se continúa en la misma iteración

Opción c.- cubrir demanda de periodos 1,2 y 3

$$K_3 = \frac{\$33,98 + 180 * \$0,12 + (119 * \$0,12 * 2)}{3} = \$28,05$$

Comprobación:

Dado que $K_3 > K(2)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en julio 300 unidades con costo de \$55,58

Iteración 5: j_1 =septiembre

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (123 * \$0,12)}{2} = \$24,37$$

Comprobación:

Dado que $K_2 < K(1)$ se continúa en la misma iteración

Opción c.- cubrir demanda de periodos 1,2 y 3

$$K_3 = \frac{\$33,98 + 123 * \$0,12 + (117 * \$0,12 * 2)}{3} = \$25,61$$

Comprobación:

Dado que $K_3 > K(2)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en septiembre 242 unidades con costo de \$48,74

Iteración 6: j_1 =noviembre

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (358 * \$0,12)}{2} = \$39,97$$

Comprobación:

Dado que $K_2 > K(1)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en noviembre 117 unidades con costo de \$33,98

Iteración 7: j_1 =diciembre

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

Conclusión:

Pedir en diciembre 358 unidades con costo de \$33,98

7.6.2 Para la familia de Hombre Inferior Moda

Iteración 1: j_1 =enero

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (32 * \$0,12)}{2} = \$18,91$$

Comprobación:

Dado que $K_2 < K(1)$ se continúa en la misma iteración

Opción c.- cubrir demanda de periodos 1,2 y 3

$$K_3 = \frac{\$33,98 + 32 * \$0,12 + (69 * \$0,12 * 2)}{3} = \$18,13$$

Comprobación:

Dado que $K_3 < K(2)$ se continúa en la misma iteración

Opción d.- cubrir demanda de periodos 1,2, 3 y 4

$$K_4 = \frac{\$33,98 + 32 * \$0,12 + 69 * \$0,12 * 2 + (71 * \$0,12 * 3)}{4} = \$19,99$$

Comprobación:

Dado que $K_4 > K(3)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en enero 173 unidades con costo de \$54,38

Iteración 2: j_1 =abril

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (67 * \$0,12)}{2} = \$21,01$$

Comprobación:

Dado que $K_2 < K(1)$ se continúa en la misma iteración

Opción c.- cubrir demanda de periodos 1,2 y 3

$$K_3 = \frac{\$33,98 + 67 * \$0,12 + (70 * \$0,12 * 2)}{3} = \$19,61$$

Comprobación:

Dado que $K_3 < K(2)$ se continúa en la misma iteración

Opción d.- cubrir demanda de periodos 1,2, 3 y 4

$$K_4 = \frac{\$33,98 + 67 * \$0,12 + 70 * \$0,12 * 2 + (55 * \$0,12 * 3)}{4} = \$19,66$$

Comprobación:

Dado que $K_4 > K(3)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en abril 208 unidades con costo de \$58,82

Iteración 3: j_1 =julio

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (65 * \$0,12)}{2} = \$20,89$$

Comprobación:

Dado que $K_2 < K(1)$ se continúa en la misma iteración

Opción c.- cubrir demanda de periodos 1,2 y 3

$$K_3 = \frac{\$33,98 + 65 * \$0,12 + (61 * \$0,12 * 2)}{3} = \$18,81$$

Comprobación:

Dado que $K_3 < K(2)$ se continúa en la misma iteración

Opción d.- cubrir demanda de periodos 1,2, 3 y 4

$$K_4 = \frac{\$33,98 + 65 * \$0,12 + 61 * \$0,12 * 2 + (81 * \$0,12 * 3)}{4} = \$21,40$$

Comprobación:

Dado que $K_4 > K(3)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en julio 181 unidades con costo de \$56,42

Iteración 4: j_1 =octubre

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (62 * \$0,12)}{2} = \$20,71$$

Comprobación:

Dado que $K_2 < K(1)$ se continúa en la misma iteración

Opción c.- cubrir demanda de periodos 1,2 y 3

$$K_3 = \frac{\$33,98 + 62 * \$0,12 + (161 * \$0,12 * 2)}{3} = \$26,70$$

Comprobación:

Dado que $K_3 > K(2)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en octubre 143 unidades con costo de \$41,42

Iteración 5: j_1 =diciembre

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

Conclusión:

Pedir en diciembre 161 unidades con costo de \$33,98

7.6.3 Para la familia de Mujer Inferior Clásico

Iteración 1: j_1 =enero

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (35 * \$0,12)}{2} = \$19,09$$

Comprobación:

Dado que $K_2 < K(1)$ se continúa en la misma iteración

Opción c.- cubrir demanda de periodos 1,2 y 3

$$K_3 = \frac{\$33,98 + 35 * \$0,12 + (53 * \$0,12 * 2)}{3} = \$16,97$$

Comprobación:

Dado que $K_3 < K(2)$ se continúa en la misma iteración

Opción d.- cubrir demanda de periodos 1,2, 3 y 4

$$K_4 = \frac{\$33,98 + 35 * \$0,12 + 53 * \$0,12 * 2 + (68 * \$0,12 * 3)}{4} = \$18,85$$

Comprobación:

Dado que $K_4 > K(3)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en enero 162 unidades con costo de \$50,90

Iteración 2: j_1 =abril

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (73 * \$0,12)}{2} = \$21,37$$

Comprobación:

Dado que $K_2 < K(1)$ se continúa en la misma iteración

Opción c.- cubrir demanda de periodos 1,2 y 3

$$K_3 = \frac{\$33,98 + 73 * \$0,12 + (56 * \$0,12 * 2)}{3} = \$18,73$$

Comprobación:

Dado que $K_3 < K(2)$ se continúa en la misma iteración

Opción d.- cubrir demanda de periodos 1,2, 3 y 4

$$K_4 = \frac{\$33,98 + 73 * \$0,12 + 56 * \$0,12 * 2 + (36 * \$0,12 * 3)}{4} = \$17,29$$

Comprobación:

Dado que $K_4 < K(3)$ se continúa en la misma iteración

Opción e.- cubrir demanda de periodos 1,2, 3, y 5

$$K_5 = \frac{\$33,98 + 73 * \$0,12 + 56 * \$0,12 * 2 + 36 * \$0,12 * 3 + (123 * \$0,12 * 4)}{5} = \$25,64$$

Comprobación:

Dado que $K_5 > K(4)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en abril 233 unidades con costo de \$69,14

Iteración 3: j_1 =agosto

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (130 * \$0,12)}{2} = \$24,79$$

Comprobación:

Dado que $K_2 < K(1)$ se continúa en la misma iteración

Opción c.- cubrir demanda de periodos 1,2 y 3

$$K_3 = \frac{\$33,98 + 130 * \$0,12 + (101 * \$0,12 * 2)}{3} = \$24,61$$

Comprobación:

Dado que $K_3 < K(2)$ se continúa en la misma iteración

Opción d.- cubrir demanda de periodos 1,2, 3 y 4

$$K_4 = \frac{\$33,98 + 130 * \$0,12 + 101 * \$0,12 * 2 + (112 * \$0,12 * 3)}{4} = \$28,54$$

Comprobación:

Dado que $K_4 > K(3)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en agosto 354 unidades con costo de \$73,82

Iteración 4: j_1 =noviembre

Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

$$K_1 = \$33,98$$

Opción b.- cubrir demanda de periodos 1 y 2

$$K_2 = \frac{\$33,98 + (291 * \$0,12)}{2} = \$34,45$$

Comprobación:

Dado que $K_2 > K(1)$ la iteración se detiene

Conclusión:

Pedir en noviembre 112 unidades con costo de \$33,98

Iteración 5: j_1 =diciembre

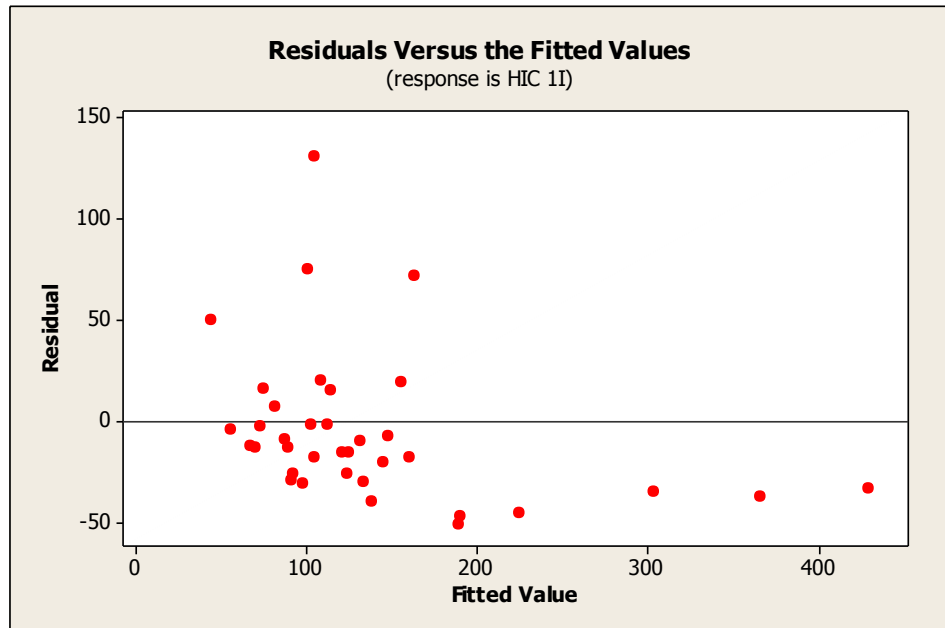
Opción a.- cubrir demanda de periodo 1

Conclusión:

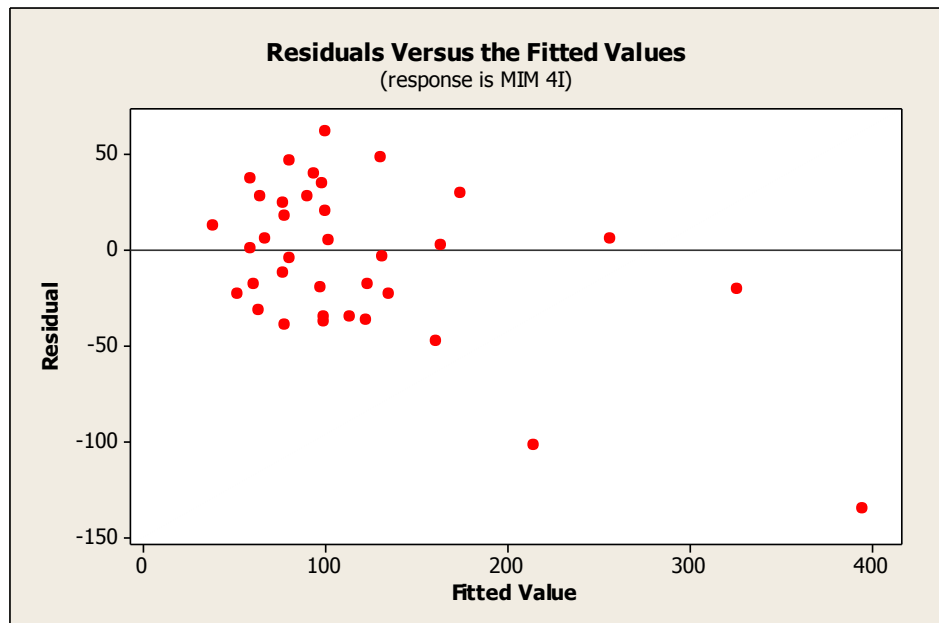
Pedir en noviembre 291 unidades con costo de \$33,98

7.7 Pruebas de Aleatoriedad

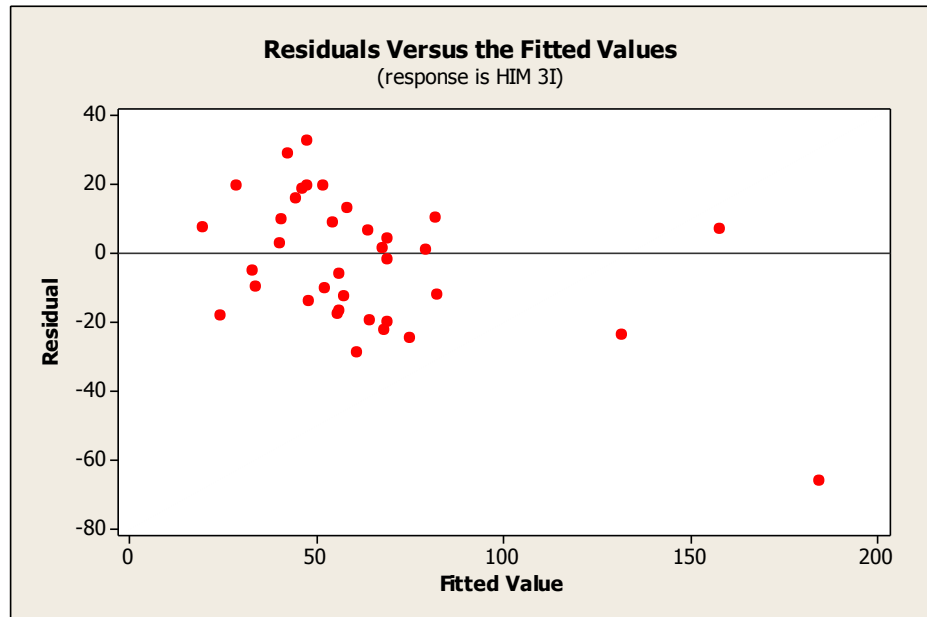
7.7.1 Familia Hombre Inferior Clásico



7.7.2 Familia Mujer Inferior Moda



7.7.3 Familia Hombre Inferior Moda



7.7.4 Familia Mujer Inferior Clásico

