



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

**MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE NEGOCIOS**

**TRABAJO FINAL DE APLICACIÓN**

Control de Inventarios en una Pyme de indumentaria  
Femenina

Autor: Balduini Salman Maximiliano

Tutor: Lic. Ludueña Martín

Córdoba

2015



Control de Inventarios en una Pyme de indumentaria Femenina por Balduino Salman Maximiliano se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



# Índice De Contenidos

|  |               |
|--|---------------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>- 1 -</b>  |
| 1.1 PROBLEMA .....   | - 1 -         |
| 1.2 MARCO TEÓRICO.....   | - 2 -         |
| 1.3 METODOLOGÍA .....  | - 3 -         |
| 1.4 OBJETIVOS DEL TRABAJO .....  | - 5 -         |
| 1.4 LÍMITES O ALCANCE DEL TRABAJO .....  | - 6 -         |
| <b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>  | <b>- 7 -</b>  |
| 2.1 INVENTARIOS .....  | - 7 -         |
| 2.2 ITEMS INDIVIDUALES O STOCK KEEPING UNITS.....                                      | - 8 -         |
| 2.3 COSTOS DEL INVENTARIO.....   | - 10 -        |
| 2.4 OTROS FACTORES DE IMPORTANCIA.....   | - 12 -        |
| <b>2.4.1 Demanda .....</b>   | <b>- 12 -</b> |
| <b>2.4.2 El tiempo de reposición (Lead Time) (L) .....</b>                             | <b>- 13 -</b> |
| 2.5 SISTEMAS DE INVENTARIOS .....  | - 13 -        |
| <b>2.5.1 Modelo de inventario para un solo período .....</b>                           | <b>- 14 -</b> |
| <b>2.5.2 Sistemas de inventarios para varios períodos .....</b>                        | <b>- 15 -</b> |
| <b>2.5.3 Modelo EOQ.....</b>   | <b>- 17 -</b> |
| <b>2.5.4 Modelo de la cantidad fija de la orden con existencias de reserva .....</b>   | <b>- 20 -</b> |
| 2.6 MODELO PARA PERÍODOS FIJOS DE TIEMPO .....   | - 23 -        |
| <b>2.6.1 Modelos para periodos fijos con existencias de reserva .....</b>              | <b>- 23 -</b> |
| 2.6 PRONÓSTICO DE DEMANDA.....   | - 25 -        |
| <b>2.6.1 Características de los pronósticos .....</b>                                  | <b>- 25 -</b> |
| <b>2.6.2 Métodos de pronóstico .....</b>   | <b>- 26 -</b> |
| <b>2.6.3 Método utilizado para pronosticar la demanda por series de tiempo .....</b>   | <b>- 27 -</b> |
| 2.7 MÉTODOS.....   | - 28 -        |
| <b>2.7.1 Sistemas de pronósticos para demanda estacional; Modelo Holt Winter .....</b> | <b>- 32 -</b> |
| <b>2.7.2 Medidas de errores de pronósticos.....</b>                                    | <b>- 38 -</b> |
| <b>2.7.3 Estimación de los errores de pronóstico extendidos al lead time .....</b>     | <b>- 39 -</b> |
| 2.8 DISTRIBUCIONES DE TALLES.....  | - 39 -        |
| <b>3. METODOLOGÍA EMPLEADA .....</b>   | <b>- 41 -</b> |
| 3.1 DISTRIBUCIÓN DE TALLES .....   | - 41 -        |
| 3.2 CLASIFICACIÓN A, B, C .....  | - 41 -        |
| 3.3 CÁLCULO DE EOQ Y PUNTO DE REORDEN .....  | - 41 -        |
| 3.4 PRONÓSTICOS DE DEMANDA .....   | - 42 -        |
| 3.5 IMPACTO FINANCIERO.....  | - 42 -        |
| <b>4. DESARROLLO .....</b>   | <b>- 43 -</b> |
| 4.1 DISTRIBUCIÓN DE TALLES .....   | - 43 -        |
| 4.2 ANÁLISIS ABC.....  | - 46 -        |

|   |               |
|---|---------------|
| 4.2 CÁLCULO DE EOQ Y PUNTO DE REORDEN ..... | - 47 -        |
| 4.3 PRONÓSTICOS DE DEMANDA.....             | - 51 -        |
| 4.4 CÁLCULO DEL EOQ Y PUNTO DE REORDEN..... | - 58 -        |
| 4.5 IMPACTO FINANCIERO .....                | - 61 -        |
| <b>5. LÍMITES DURANTE EL TRABAJO.....</b>   | <b>- 63 -</b> |
| <b>6. CONCLUSIONES.....</b>                 | <b>- 64 -</b> |
| <b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>                 | <b>- 65 -</b> |
| <b>ANEXO I.....</b>                         | <b>- 66 -</b> |

## Índice De Ilustraciones

|  |        |
|--|--------|
| ILUSTRACIÓN 1. PROPIEDAD DE PARETO EN SKUS; FUENTE: GESTIÓN DE INVENTARIOS; CARLOS VIDAL HOLGUÍN.....  | - 8 -  |
| ILUSTRACIÓN 2. DIFERENCIACIÓN DE MODELOS.; FUENTE: "ADMINISTRAR LA PRODUCCIÓN DE OPERACIONES PARA UNA VENTAJA COMPETITIVA", CHASE-JACOBS-AQUILANO .....  | - 16 - |
| ILUSTRACIÓN 3. DISEÑO DEL MODELO EQQ.; FUENTE: "ADMINISTRAR LA PRODUCCIÓN DE OPERACIONES PARA UNA VENTAJA COMPETITIVA", CHASE-JACOBS-AQUILANO, 10ª EDICIÓN.....  | - 18 - |
| ILUSTRACIÓN 4. DISEÑO DEL MODELO PARA PERIODOS FIJOS CON EXISTENCIA DE RESERVA; FUENTE: "ADMINISTRAR LA PRODUCCIÓN DE OPERACIONES PARA UNA VENTAJA COMPETITIVA", CHASE-JACOBS-AQUILANO, 10ª EDICIÓN..... | - 24 - |
| ILUSTRACIÓN 5. DESESTACIONALIZACIÓN; FUENTE: ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO, CHOPRA, TERCERA EDICIÓN, (2008).....   | - 29 - |
| ILUSTRACIÓN 6. DEMANDA ESTACIONAL CON TENDENCIA Y AMPLITUD PROPORCIONAL AL NIVEL DE LA SERIE. FUENTE: GESTIÓN DE INVENTARIOS; CARLOS VIDAL Y HOLGUÍN, (2005) .....                                       | - 33 - |
| ILUSTRACIÓN 7. DISTRIBUCIÓN DE REMANENTES 01/04; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....  | - 44 - |
| ILUSTRACIÓN 8. DISTRIBUCIÓN DE REMANENTES 02/09; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....  | - 45 - |
| ILUSTRACIÓN 9. EVOLUCIÓN DE DEMANDA DE ÍTEMS "A" (CANTIDADES); FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....  | - 47 - |
| ILUSTRACIÓN 10. EVOLUCIÓN DE VENTAS, COMPRAS Y BENEFICIOS; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....   | - 48 - |
| ILUSTRACIÓN 11. PRONÓSTICO DE DEMANDA DE JEANS; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....  | - 54 - |
| ILUSTRACIÓN 12. PRONÓSTICO DE DEMANDA DE REMERAS; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....   | - 56 - |
| ILUSTRACIÓN 13. PRONÓSTICO DE DEMANDA DE PANTALONES; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....   | - 57 - |

## Índice de Tablas

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| TABLA 1. REMANENTES 01/04; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....                          | 43 -                                 |
| TABLA 2. REMANENTES 02/09; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....                          | 44 -                                 |
| TABLA 3. ANÁLISIS ABC; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....                              | 46 -                                 |
| TABLA 4. COSTO POR PEDIDO; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....                           | <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b> |
| TABLA 5. SUELDOS DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIOS; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....    | 50 -                                 |
| TABLA 6. COSTO DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....      | 50 -                                 |
| TABLA 7. EVOLUCIÓN DE VENTAS DE ÍTEMS DE CLASE "A"; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA ..... | 53 -                                 |
| TABLA 8. PRONÓSTICO DE DEMANDA DE JEANS; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....            | 55 -                                 |
| TABLA 9. PRONÓSTICO DE DEMANDA DE JEANS; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....            | 55 -                                 |
| TABLA 10. PRONÓSTICO DE DEMANDA DE REMERAS; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....         | 56 -                                 |
| TABLA 11. PRONÓSTICO DE DEMANDA DE PANTALONES; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....       | 57 -                                 |
| TABLA 12. DISTRIBUCIÓN DE "S"; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....                      | 59 -                                 |
| TABLA 13. AHORRO FINANCIERO; FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....                         | 62 -                                 |



# 1. Introducción

## 1.1 Problema

El siguiente proyecto se sitúa en un comercio, ubicado en la provincia de La Rioja. El mismo se dedica a la compra y venta de indumentaria femenina. Sostiene el nombre de fantasía "Le chic".

Le chic tiene una trayectoria de 15 años en el rubro, es una empresa familiar compuesta por su dueño, fundador y responsable del área de finanzas y gerencia general de la misma, Cr. Balduini Gerardo, junto a la Cra. Salman María que se encarga del área de ventas, compra y reposición de mercadería.

Le chic cuenta con tres empleadas dedicadas a las ventas, con 4 horas de trabajo establecidas por cada una, repartiéndose los turnos en cuanto a conveniencia y necesidades de la empresa. Todas reciben un monto fijo de pago mensual, y en las épocas del año de fiestas o acontecimientos importantes (esencialmente noviembre, diciembre y enero,) se contrata a corto plazo una empleada extra para cubrir la creciente clientela estacional.

Las compras de mercadería se realizan en base a la experiencia de los dueños, sin un sistema fijo de control de inventarios, y sin conocer de manera cuantitativa la demanda que enfrentan. Las compras se realizan desde tres puntos distintos del país, Córdoba, Buenos Aires y Santa Fe, haciendo encargos de las mismas o realizando viajes (ya que al tratarse de ropa, el tacto y la personalización es importante) comprando y trayendo la misma en el mismo viaje. Tomando en cuenta el tiempo de viaje o encargo, la mercadería está disponible en el comercio 48hs después de realizado el pedido, y en exhibición otras 24hs después de articularla y fijarle un precio.

El siguiente trabajo se realiza tras analizar el comportamiento del comercio después de tantos años de funcionamiento y con una creciente cantidad de mercadería (2000 Prendas en stock aproximadamente). Sin embargo, el mismo no cuenta aún con un óptimo sistema de inventarios, ni con un sistema de compras adecuado, contando con sobrecompras de un 15% - 20% del total de las compras al inicio de cada temporada.



Los montos de las compras se toman basando las mismas en la experiencia de sus dueños, no controlando las cantidades necesarias a reponer, y utilizando las ganancias únicamente para reponer mercadería que en algunos casos no es central en la venta, ya que al controlar únicamente los montos finales de venta, no se conocen las prendas con mayor rango de ventas, asimismo no se conoce con exactitud los ciclos estacionales marcados y qué relación existe entre ellos y los montos a reponer dependiendo de la estación anual en que se encuentre.

Se producen entonces dos problemas sobre compras de mercadería o faltantes de la misma. El primero de ellos provoca liquidaciones de final de temporada de excesivas cantidades de mercadería reponiendo el costo nominal de las mismas provocando una pérdida real monetaria del 15% - 20%. El segundo provoca que dado que se trata de un rubro de alta competencia en el mercado, una falta de satisfacción de la demanda es pagada con la pérdida de la demanda en ese instante del tiempo, por lo que es necesario contar con un mínimo inventario de seguridad necesario para cada estación anual.

Por lo tanto se procederá a proponer un sistema de control de inventarios y de compras para reposición del mismo, permitiendo un ahorro promedio de 15% de las compras.

Por otro lado, se propondrá un sistema de pronóstico de demanda para cuantificar los ciclos estacionales y que las compras de mercadería se realicen en proporción y necesidad de los mismos, aunque no puede ser totalmente exacto el pronóstico, el mismo permitirá minimizar errores y de esa manera reducir costos.

## ***1.2 Marco Teórico***

El marco teórico hace referencia a la administración de inventarios, gestión de costos y métodos de proyección de demanda (Forecast).

- “Administración De La Producción y Operaciones Para Una Ventaja Competitiva” – Chase, Jacobs Y Aquilano - (2005) -10ª edición. Se utiliza el mismo para métodos de proyección de demanda propuestos y administración de inventarios

- Fundamentos de Gestión de Inventarios – Vidal Holguín Carlos J – (2005) – En esta bibliografía tomamos una base para la gestión general del inventario y la aplicación de métodos para estandarización del mismo.
- Inventory Management and Production Planning and Scheduling – Silver,
- Administración De La Cadena De Suministro: Estrategia, Planeación y Operación – Sunil Chopra y Peter Mendill – Tercera Edición (2008); Pearson Educación. México.: Se utiliza el mismo para administración de inventarios y pronósticos desde una mirada más técnica.

### ***1.3 Metodología***

Para llevar a cabo el presente trabajo, se utilizarán distintos métodos de gestión de inventarios (control, ratios, cuentas, etc.) y predicción de demanda para gestión de inventarios para el período de un año.

En primer lugar, se buscará establecer el método más óptimo para gestionar los inventarios de la empresa, ya que la misma no utiliza un sistema de control de inventarios. En este caso se cree que el sistema más idóneo para el control de inventarios y pedidos es el EOQ (Cantidad Fija de la Orden), cuya estructura permite detectar cuando el inventario debe restablecerse. Esta circunstancia se puede presentar en un momento cualquiera, dependiendo de la demanda de los artículos en cuestión, debemos siempre estar atentos al inventario restante. Por lo tanto, el modelo de la cantidad fija de la orden es un sistema perpetuo que requiere que cada vez que retiremos o incorporemos algo al inventario, actualicemos los registros de modo que reflejen si hemos llegado al punto de reorden, asimismo se combinará el mismo con el método de stock objetivo para una evaluación completa de tiempo y cantidad a ordenar que minimicen el costo.

De esa manera se comprenderá cuáles son las cantidades óptimas a mantener y en que circunstancia se deben ejecutar las compras de nuevos productos, para no realizar grandes cantidades de sobre stock, que en una economía inflacionaria reflejan pérdidas en los descuentos de final de temporada.

Pero para establecer un sistema de gestión de inventario óptimo, debemos conocer la demanda promedio de la empresa, por lo que se estimará la misma en base al pasado.

Con este fin, se utilizarán los datos de la demanda del comercio para establecer una serie de tiempo de la gestión de inventarios de los últimos 6 años. Asimismo con esa información, se buscará el método más adecuado de predicción de la demanda para establecer las cantidades requeridas para cada período de un año en particular y utilizar una predicción del desvío estándar de las mismas para gestionar el inventario de seguridad a un mínimo, de esa manera se brindará al local la información de la demanda que deberán enfrentar mensualmente y una cantidad requerida de mercadería para enfrentarla óptimamente.

Usando un enfoque probabilístico de la demanda, siendo que presentadas las condiciones al ser un comercio de venta de indumentaria tiene una demanda sumamente probabilística, se procederá a tomar la demanda del pasado con una distribución normal, y una desviación estándar que refleje el inventario de reserva requerido para la predicción. El problema lo encontraremos en que al ser estacional, la demanda fluctúa, por lo que con los datos del pasado podremos observar el nivel de inventarios necesarios a mantener para cada periodo y cuáles de estos periodos son los esenciales para mantener mercadería de seguridad y cuáles no.

Los programas que se utilizaran para el pronóstico, distribución y gestión son dos:

1. Minitab, Para el procesamiento y predicción de datos de series de tiempo.
2. Excel, por conveniencia de las planillas de cálculo para la gestión de los inventarios.

La idea central es establecer un sistema de gestión de inventarios óptimo para el comercio en cuestión y asimismo una proyección de la demanda futura para establecer un sistema de compras adecuado.

### ***1.4 Objetivos del trabajo***

Los objetivos de este trabajo final de aplicación son:

1. Aplicación y optimización de un sistema de inventarios en un comercio de indumentaria femenina.
2. Predicción de la demanda del mismo para establecer las cantidades necesarias de compras de una manera técnica y minimizar los descuentos de finales de temporada.
3. Aplicación de distintos temas abordados en la “Maestría en Administración de Negocios” que brinda la “Escuela de Graduados de la Universidad Nacional De Córdoba”.
4. Establecer una metodología para abordar el problema, ya que el mismo es común en la mayoría de las Pymes de la Provincia de La Rioja.
5. Encontrar mayor información de los bienes que conforman el stock del comercio y rangos de artículos de mayor rotación del mismo.
6. Establecer eficiencia en el rubro presentado, con el siguiente trabajo se permitirá al cliente una mayor satisfacción en cuanto a los artículos ofrecidos por la empresa, ampliando cantidades de los más requeridos.
7. Encontrar conclusiones óptimas que sirvan a la empresa y a los interesados en la metodología para hacer más eficientes su gestión de inventarios reduciendo costos de compras innecesarias.

### ***1.4 Límites o Alcance del trabajo***

Las limitaciones de este trabajo se encuentran desde dos áreas diferentes, en primer lugar, los datos requeridos por el mismo se limitan a un sistema de cuentas personales que pueden llevar a errores de especificación brindados por los dueños de la empresa que se va a estudiar y la contabilidad de la misma.

En segundo lugar, el trabajo comprende una gestión de inventarios para el ámbito de la indumentaria femenina, no asegurando su mismo uso en otros ámbitos de distinta índole.

## **2. Revisión Bibliográfica**

### **2.1 Inventarios**

Primero definimos inventarios como: una cantidad de existencias de un bien o recurso cualquiera usado en una organización. El sistema de inventarios es el conjunto de políticas y controles que regulan los niveles de inventario y determinan qué niveles debemos mantener, cuándo debemos reabastecer existencias y cuál debe ser el volumen de pedidos.

El objeto básico del análisis de inventarios para conocer las existencias necesarias para la producción y los servicios es especificar:

1. Cuándo ordenar los artículos.
- 2.Cuál debe ser el volumen de la orden.

Por lo tanto en este trabajo final se definirá una cantidad de mercaderías (ropa) necesarias para la optimización del inventario y ciclos de cuánto y cuándo realizar las compras del mismo, establecer los ciclos necesarios y las cantidades que minimicen costos y satisfagan a la demanda correspondiente.

El inventario de una empresa tiene varios propósitos, siendo los más significativos:

- Conservar la independencia de las operaciones: el suministro de mercadería en la empresa le permitiría tener flexibilidad en sus operaciones.
- Afrontar variaciones de la demanda del producto: si conocemos con exactitud la demanda de los productos, sería posible realizar compras exactas para satisfacer la misma, pero al no ser posible la total exactitud, se incurre en variaciones y desvíos de la misma para decidir un nivel de reserva determinado a mantener.
- Permitir flexibilidad al programar los pedidos: las existencias en el inventario alivian la presión sobre la capacidad que el sistema de pedidos tiene para

poner en circulación los bienes. Lo que provoca tiempos de entrega más largos, lo que permite planear los pedidos para que fluya de manera más uniforme y también costos de operación menores gracias a los mayores lotes pedidos.

- Ofrecer una salvaguarda contra las variaciones en los tiempos de entrega de mercadería.

## 2.2 Items Individuales o Stock Keeping Units

Las decisiones sobre inventarios se basan en última instancia sobre ítems individuales. El término “Stock Keeping Units” (SKU) para designar a una unidad en inventario se utiliza ampliamente. Un SKU es un ítem individual que se puede diferenciar claramente de otro, o sea que tiene diferentes códigos en el sistema de información asociado. En algunas ocasiones puede existir hasta SKUs con diferencias muy pequeñas como color del artículo, en nuestro caso particular, estandarización de diferentes prendas de indumentaria.

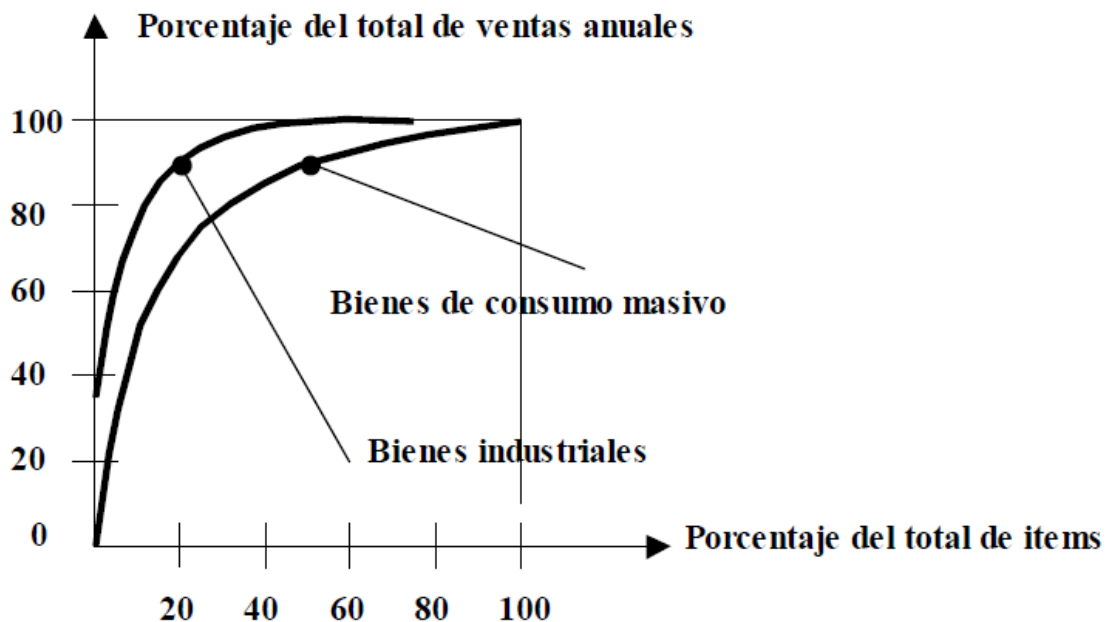


Ilustración 1. Propiedad de Pareto en SKUs; Fuente: Gestión De Inventarios; Carlos Vidal Holguín.

La propiedad utilizada en el gráfico anterior, es la llamada propiedad de Pareto, a la que haremos referencias para una eficiencia en nuestra administración de

inventarios. La misma dice que: Alrededor del 20% de los SKU corresponden aproximadamente al 80% de las ventas anuales de la empresa. La importancia de esta característica radica en que el nivel de inventario de todos los ítems no debe ser controlado de la misma manera. Esto corresponde a la clasificación **ABC**.

La clasificación ABC se realiza con base en el producto  $D_i v_i$  el cuál expresa el valor anual de las ventas de cada ítem  $i$ . donde:

- $D_i$  = Demanda anual del ítem  $i$  (Unidades al año)
- $v_i$  = Valor unitario del ítem  $i$  (\$/unidad)

Para definir cuales ítems deben formar parte de cada unidad (A, B, C) se escoge un porcentaje de mayor a menor, de acuerdo al orden secuencial dado por la mayor utilización de los ítems. De acuerdo con Silver et al. (1998), Usualmente los ítems clase A constituyen del 5% al 10% de los primeros ítems en la clasificación, contando con más del 50% de las ventas anuales; Los ítems clase B constituyen más del 50% del total de ítems, contando casi por el 50% restante del valor anual; y los ítems de clase C, constituyen el resto, contando por una pequeña parte de la inversión del inventario.

Algunos autores difieren de la proporción de los ítems, pero la decisión final depende de cada caso en particular, y capacidades de computación que se tenga para el control de cada tipo de ítem.

Otro aspecto importante, es que la definición de un ítem de clase A no depende necesariamente del valor de ventas anuales, sino que se puede determinar por otros aspectos por los cuales sea conveniente incluirlo en esta categoría.

Finalmente, ¿por qué no se hace la clasificación ABC con base en el margen de utilidad de cada ítem en lugar del volumen de demanda anual? La respuesta inicial es que no hay ningún problema en hacerlo de esta forma, encontrando la utilidad neta anual que cada ítem produce. Sin embargo es lógico pensar que si una organización basa el 80% de sus negocios en los ítem de clase A, sean estos precisamente los que produzcan la mayor utilidad neta (diferenciar de utilidad



unitaria por ítem) y por lo tanto las dos clasificaciones deberían ser muy semejantes.

### ***2.3 Costos del inventario***

Debemos resaltar que en el siguiente trabajo se tomarán decisiones que afectan al volumen del inventario, relacionadas a los siguientes costos:

- Costo por mantener el inventario: incluye el costo de las instalaciones de almacenaje, el manejo, los seguros, el hurto, los daños, las obsoleticas, liquidaciones, y el costo de oportunidad del capital. Se refieren a los costos de manejar tanto el depósito como percheros, tomando en cuenta la mano de obra utilizada, y actividades desarrolladas. El costo del espacio es el reflejo del uso del volumen dentro del edificio del depósito. Si es alquilado, se calcula en unidades de \$/ (par por mes). Si el espacio es propio de la empresa, los costos del espacio se determinan de acuerdo con los costos de operación asociados con dicho espacio, tales como climatización, iluminación y costos fijos. Los costos del espacio no se incluyen en el cálculo del inventario en tránsito.
- El costo del capital representa la mayor proporción de los costos de mantener el inventario. A pesar de esto, es el costo menos tangible de todos los componentes del costo de inventario. Su determinación no es fácil. Puede determinarse de un rango amplio de valores que van desde las tasas de interés del mercado hasta el costo de oportunidad del capital. Los seguros e impuestos dependen del inventario disponible y por ello forman parte del costo de mantener el inventario. Los seguros se toman como prevención contra incendio, robo, daños, etc.

Los costos de riesgos representan los costos de obsolescencia, deterioro y depreciación del inventario (en este caso liquidaciones de final de temporada)

- Costo de preparación: se debe preparar las habilitaciones necesarias para el funcionamiento, pagar impuestos por los mismos, cobrar correctamente por el tiempo y los materiales.
- Costo del pedido u orden: Esto se refiere a los costos administrativos y de personal para preparar la orden de compra o de producción. Los costos de la orden incluyen infinidad de detalles como contar los artículos y calcular las cantidades de la orden.

Para un comerciante, el costo de orden compone: Costo de preparación de los formatos para ordenes, costos de correo, costos de llamadas telefónicas, costos de autorización del pedido, costos de recepción e inspección, costos del manejo de la factura del proveedor, otros costos relacionados con el procesamiento de la orden.

- Costos por desabastos: cuando las existencias de un artículo se agotan, cualquier orden por ese artículo debe esperar hasta que sea reabastecido o bien, estén cancelados. Existe un equilibrio entre mantener las existencias para satisfacer la demanda y los costos que se derivan del desabasto. Pueden producirse tres situaciones: se genera una orden pendiente, se pierde la venta o se produce una combinación de ambas.

Cuando se pierde la venta la venta totalmente, puede usarse como una primera aproximación la utilidad perdida como costo por falta de inventario. Cuando se genera una orden pendiente, deben generarse una serie de acciones especiales, como son órdenes adicionales, planeación urgente de producción, transporte especial, etc. Lo que aumenta el costo el ítem del costo comparado con el canal normal de distribución. Estos costos si bien no son difíciles de medir, pero el hecho de no tener el inventario disponible puede generar imagen negativa y descontento de los clientes. Lo que puede ocasionar perdida en ventas futuras. Un factor difícil de cuantificar de forma práctica.

## ***2.4 Otros Factores De Importancia***

Otros factores que se consideran de importancia, a la hora de gestionar inventarios son el tiempo de reposición (Lead Time) y el tipo de demanda y su patrón de comportamiento.

### ***2.4.1 Demanda***

Siendo la demanda la cantidad y calidad de bienes y servicios que pueden ser pedidos en un momento determinado a los diferentes precios de mercado por un consumidor o grupo de consumidores, debemos diferenciar a la misma en la administración de inventarios.

Debemos entender la diferencia entre demanda independiente y demanda dependiente. La primera nombrada hace referencia a la demanda de diferentes artículos que no guardan relación entre sí. Por otro lado, la demanda dependiente es la necesidad de un artículo cualquiera es resultado directo de la necesidad de otro artículo que generalmente es un artículo de orden más alto del cual forma parte.

Cabe mencionar en este momento, que si bien en nuestro rubro podemos encontrar demandas independientes y dependientes (ya que la compra de ciertos artículos de indumentaria está atada a otro artículo con el cuál se van a modelar estéticamente diferentes conjuntos) para fines de simplificación consideraremos a toda la demanda del trabajo como independiente, es decir, que el consumo o pedido de diferentes artículos no guarda relación directa con otros artículos complementarios.

Lo que se busca es minimizar los costos de las compras minimizando todas las variables para encontrar los mínimos posibles en todos los casos, minimizando desde los costos de viajes para las compras, hasta el de oportunidad por mantener las cantidades optimas del pedido respetando una demanda estacional de las mismas, algo de los que realizaremos comentarios en otro apartado.

### ***2.4.2 El tiempo de reposición (Lead Time) (L)***

Es el tiempo que transcurre entre la realización del pedido, el momento de expedir una orden, y momento en que se tienen los artículos para ser demandados por el cliente. Este factor es de fundamental importancia para el control del inventario, ya que es precisamente durante el *Lead Time*, cuando puede ocurrir una falta de inventario, pues se supone, como demostraremos en otras secciones, que aquí el nivel de inventario es relativamente bajo, ya que dio lugar a la expedición de una orden. En un ambiente como el de nuestra investigación, un comercio, el lead time comprende generalmente las siguientes etapas:

- Tiempo administrativo que transcurre entre la decisión de emitir una orden y su correspondiente preparación.
- Tiempo de tránsito de la orden hasta el proveedor
- Tiempo empleado por el proveedor para procesar la orden, el cual a su vez, depende de su nivel de inventario y condiciones generales de almacenamiento y producción.
- Tiempo de tránsito entre el proveedor y el lugar donde es solicitada la orden.
- Tiempo de recepción, inspección y preparación de los artículos en el lugar donde es solicitada la orden.

### ***2.5 Sistemas de Inventarios***

Un sistema de inventarios proporciona la estructura de organización y las políticas de operaciones para mantener y controlar los artículos que se tendrán en existencia. El sistema se encarga de ordenar y recibir artículos. El sistema debe responder preguntas como:

- ¿El proveedor ha recibido el pedido?

- ¿La orden fue enviada?
- ¿Las fechas son correctas?
- ¿Existen procedimientos establecidos para colocar nuevos pedidos y devolver mercancía inaceptable?

### ***2.5.1 Modelo de inventario para un solo período***

En términos simbólicos se define:

Co=Costo por unidad de demanda sobrestimada.

Cu=Costo por unidad de demanda subestimada.

Al introducir las probabilidades, la ecuación del costo marginal esperado sería:

$$P (C_o) \leq (1-P) C_u \quad \text{Ecuación (2.1)}$$

Donde P es la probabilidad de que la unidad sea vendida y 1-P es la probabilidad de que no sea vendida, ya que debe ocurrir una o la otra cosa.

Despejando P se obtendría:

$$P \leq \frac{C_u}{C_o + C_u} \quad \text{Ecuación (2.2)}$$

Esta ecuación establece que debemos seguir aumentando el tamaño del pedido mientras la probabilidad de vender lo que podamos sea igual o inferior a la razón  $C_u/(C_o + C_u)$ .

El resultado corresponde a una probabilidad acumulada, por lo que luego a través de tablas de distribución normal invertida o con la función NORMSINV de Excel, para obtener la cantidad de desviaciones estándar de periodos extras que debemos cubrir; si el resultado es X, entonces  $X \cdot 10 = X$  periodos extras de nuestras existencias.

Los modelos de inventarios de un solo período se pueden aplicar a una gran cantidad de servicios y manufacturas. En el caso de nuestra empresa de indumentaria, un problema común sería que se pudiera colocar un solo pedido en toda la temporada. Con frecuencia esto se debe a los largos tiempos de entrega y a la vida limitada de la mercancía. El costo de subestimar la demanda son las utilidades que pierde por ventas que no realiza. El costo de sobrestimar la demanda es el que resulta cuando tiene que aplicar descuentos.

### ***2.5.2 Sistemas de inventarios para varios períodos***

Los sistemas generales de inventarios para diversos períodos son dos: **Los modelos de cantidad fija de la orden** (También llamada cantidad económica de la orden, EOQ, y Modelo Q) y los modelos de períodos fijos (también llamados indistintamente sistema periódico sistema, sistema revisado periódicamente, sistema de intervalo fijo entre órdenes y modelo P). Los sistemas de inventarios para varios períodos buscan asegurar que un artículo esté disponible de manera ininterrumpida a lo largo del año. Por lo general, se colocan órdenes del artículo varias veces durante el año y la lógica del sistema dicta el volumen real de las órdenes y los tiempos de estas.

La diferencia básica es que los modelos de la cantidad fija de la orden son “activados por los eventos” y los modelos de periodos fijos son “activados por el tiempo”.

Para usar el modelo de la cantidad fija de la orden (que coloca el pedido cuando el inventario restante baja a un punto previamente determinado para colocar un nuevo pedido, R) debemos estar siempre atentos al inventario restante. El modelo de la cantidad fija de la orden es un sistema perpetuo, que requiere que cada vez que retiremos o incorporemos algo al inventario, actualicemos los registros de modo que reflejen si hemos llegado al punto de la reorden.

Otras diferencias también influyen en el sistema que escogeremos:

- El modelos de los periodos fijos tiene un inventario promedio más alto, porque también nos debe proteger contra el desabasto durante el periodo

entre revisiones, T; el modelo de la cantidad fija de la orden no tiene un periodo de revisiones.

- El modelo de la cantidad fija de la orden es más conveniente para bienes caros. Porque el inventario promedio es más bajo.
- El modelo de la cantidad fija de la orden es más conveniente para bienes caros porque el inventario promedio es más bajo.
- El modelo de la cantidad fija de la orden es más aconsejable para bienes importantes como serían partes críticas para las reparaciones, porque existe una vigilancia más estrecha y, por lo mismo, una respuesta más expedita ante un posible desabasto.
- El modelo de la cantidad fija de la orden requiere de más tiempo porque cuando lo llevamos debemos asentar cada unidad añadida o retirada.

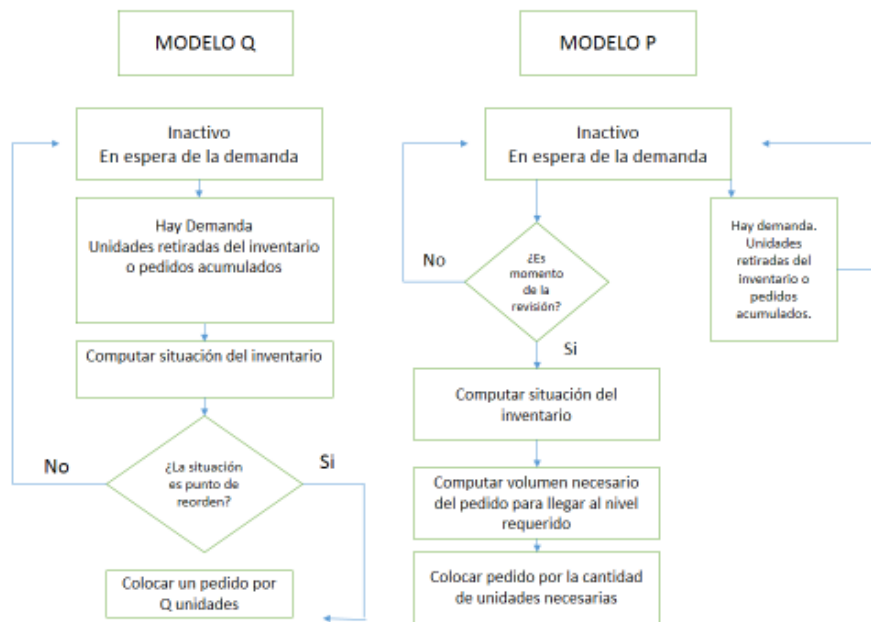


Ilustración 2. Diferenciación de modelos.; Fuente: “Administrar la producción de operaciones para una ventaja competitiva”, Chase-Jacobs-Aquilano

### ***2.5.3 Modelo EOQ***

Los modelos de cantidad fija de la orden tratan de establecer el punto específico,  $R$ , en que debe hacerse una nueva orden y el tamaño de esa orden,  $Q$ . El punto de la orden,  $R$ , siempre es una cantidad específica de unidades. Colocamos una orden de volumen  $Q$  cuando el inventario disponible llega al punto  $R$ . Definimos la situación del inventario como las cantidades en existencia más la orden menos las ordenes acumuladas no surtidas.

Existen supuestos que considera el modelo, que no son realistas, pero que brindan un punto de partida:

- La demanda del producto es constante y uniforme a lo largo del período.
- El tiempo de entrega es constante.
- El precio por unidad del producto es constante.
- El costo de mantener el inventario está basado en un inventario promedio.
- Todas las demandas del producto serán satisfechas.

El efecto de dientes de serrucho que relaciona  $Q$  y  $R$  en la figura 2.3 muestra que cuando la situación del inventario baja al punto  $R$ , colocamos una nueva orden. La misma se recibe al final del Lead time (tiempo de espera desde el punto de orden hasta que el pedido llega al almacén), que llamamos  $L$  (Que en este modelo no varía).



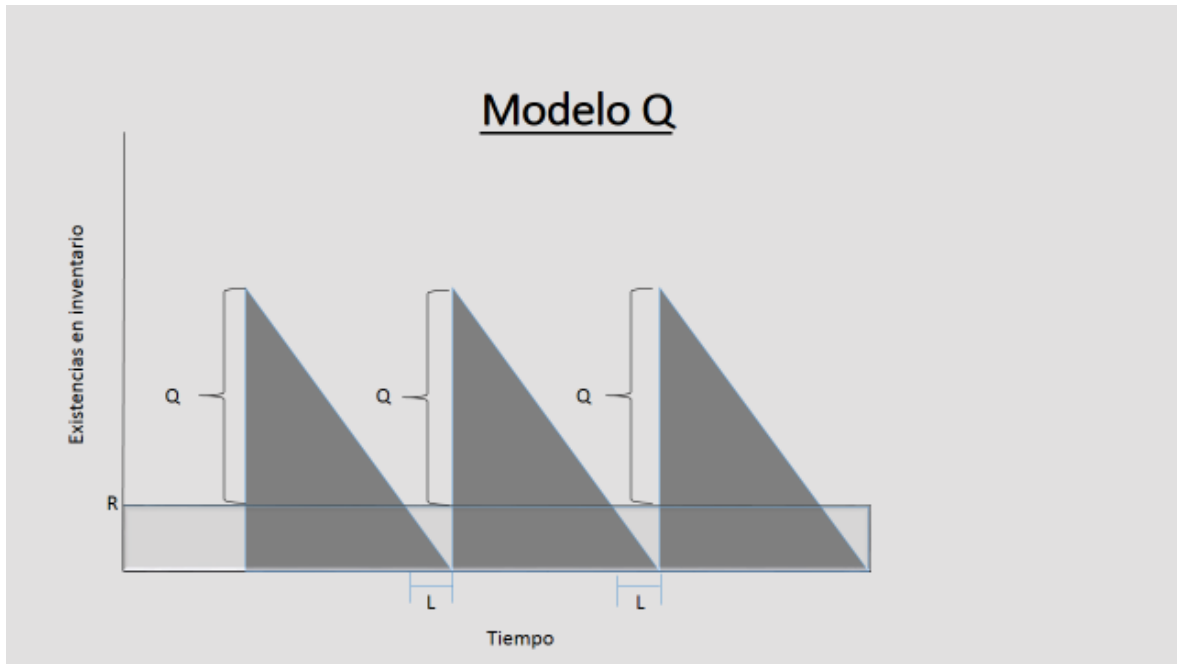


Ilustración 3. Diseño del modelo EOQ.; Fuente: “Administrar la producción de operaciones para una ventaja competitiva”, Chase-Jacobs-Aquilano, 10ª edición.

Al crear un modelo cualquiera de inventarios, el primer paso es desarrollar una relación funcional entre las variables de interés y la medida de su eficacia. En este caso, como nos interesa el costo, cabe la siguiente ecuación:

*Costo Anual = Costo anual compra + Costo anual de la orden + Costo anual de mantenimiento de inventario*

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H \quad \text{Ecuación (2.3)}$$

Donde:

- TC = Costo total anual
- D = Demanda (Anual)
- C = Costo por unidad
- Q = Volumen de la orden
- S = Costo por preparación o colocar una orden

- R = Punto de reorden
- L = Tiempo de entrega
- H = Costo anual de mantener y almacenar una unidad del inventario promedio

Del lado derecha de la ecuación, DC es el costo anual de compra de las unidades,  $(D/Q)S$  es el costo anual de las órdenes (El número real de órdenes colocadas,  $D/Q$ , por el costo de cada orden, S), y  $(Q/2)H$  es el costo anual por mantener el inventario (El inventario promedio,  $Q/2$  por el costo por unidad por llevar y almacenar, H).

El segundo paso para desarrollar el modelo es encontrar la cantidad de orden  $Q_{opt}$  en la cual el costo total es el mínimo. Mediante el siguiente cálculo, tomamos la derivada del costo total en relación con Q y le demos un valor de cero. En el caso de este modelo básico, los cálculos son:

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H \text{ Ecuación (2.4)}$$

$$\frac{dTC}{dQ} = 0 + \left(\frac{-DS}{Q^2}\right) + \frac{H}{2} \text{ Ecuación (2.5)}$$

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \text{ Ecuación (2.6)}$$

Como este modelo simple supone que la demanda y el tiempo de espera son constantes, no necesitamos existencias de reserva, y el punto de reorden, R, es simplemente:

$$R = \bar{d}L \text{ Ecuación (2.7)}$$

Donde:

- $\bar{d}$  = Demanda diaria promedio (constante)
- $L$  = Tiempo de entrega en días (constante)

#### ***2.5.4 Modelo de la cantidad fija de la orden con existencias de reserva***

Un sistema de la cantidad fija de la orden vigila permanentemente el nivel del inventario y coloca una nueva orden cuando las existencias llegan a cierto nivel  $R$ . el peligro de desabasto en este modelo solo se presenta durante el tiempo de entrega: es decir, en el tiempo que corre entre el momento en que se coloca una orden y en que se recibe.

El volumen de las existencias de reserva depende, como dijimos antes, del nivel de servicio deseado. Calculamos la cantidad de la orden  $Q$ , de la forma acostumbrada, considerando la demanda, el costo de desabasto, el costo de la orden, el costo por mantener el inventario, etc. Podemos usar el modelo de la cantidad fija de la orden para calcular  $Q$ , igual que con el modelo simple  $Q_{opt}$  antes descrito. Luego establecemos el punto de reorden para cubrir la demanda contemplada durante el tiempo de espera más las existencias de reserva determinadas por el nivel deseado de servicio. Por tanto, la diferencia central entre un modelo de la cantidad fija de la orden cuya demanda es conocida y una cuya demanda es desconocida está en calcular el punto de reorden. La cantidad de la orden es igual en los dos casos. El elemento de incertidumbre está considerado en las existencias de reserva.

El punto de reorden es:

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L \quad \text{Ecuación (2.8)}$$

Donde:

$R$  = punto de reorden en unidades

$\bar{d}$  = demanda diaria del período

$L$  = Tiempo de entrega en días (Entre colocar la orden y recibirla)

$z$  = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio

$\sigma_L$  = Desviación estándar de uso durante tiempo de entrega

El término  $z\sigma_L$  es la cantidad de existencias de reserva. Nótese que si las existencias de reserva son positivas, el efecto es que colocaremos más pronto la reorden. Es decir,  $R$  sin existencias de reserva es, simplemente, la demanda promedio durante el tiempo de entrega. Si esperamos que el uso durante el tiempo de entrega fuera 20, por ejemplo, y que las existencias de reserva fueran cinco unidades, entonces colocaríamos la orden más pronto, cuando nos quedan 25 unidades. Cuanto mayores sean las existencias de reserva, tanto más pronto colocaremos la reorden. La  $\sigma_L$  se puede expresar como:

$$\sqrt{MSE} \text{ (Ecuación 2.9)}$$

La expresión MSE será explicada en el apartado de pronósticos.

Calcular  $\bar{d}$ ,  $\sigma_L$  y  $z$ . La demanda durante el tiempo de entrega para el reabasto es, en realidad, una estimación o pronóstico del uso esperado del inventario durante el tiempo que corre entre el momento en que se hace la orden y en que se recibe. Puede ser un solo número o puede ser una suma de las demandas esperadas para el tiempo de espera. En el caso de la demanda diaria, podemos pronosticar la demanda  $d$  usando alguno de los modelos de pronósticos descritos en otros apartados. Por ejemplo, si usamos un periodo de 30 días para calcular  $d$ , entonces un promedio simple sería:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad \text{Ecuación (2.10)}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{30} d_i}{n30} \quad \text{Ecuación (2.11)}$$

Donde n es el número de días.

La desviación estándar de la demanda diaria es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n}} \quad \text{Ecuación (2.12)}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{30} (d_i - \bar{d})^2}{30}} \quad \text{Ecuación (2.13)}$$

Como  $\sigma_d$  se refiere a un día. Si el tiempo de entrega dura varios días, entonces podemos aplicar la premisa estadística de que la desviación estándar de una serie eventos independientes es igual a la raíz cuadrada de las suma de las variaciones. Es decir, en general:

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_i^2} \quad \text{Ecuación (2.14)}$$

Calculamos el inventario de reserva de la manera siguiente:

$$SS = z\sigma_L \quad \text{Ecuación (2.15)}$$

$z$  = Factor de seguridad que depende del nivel de servicio deseado.

$\sigma_L$  = Desvío estándar de los errores de pronóstico de la demanda total sobre un período de duración "L", o sea, el tiempo de reposición o lead time.

Finalmente el punto de reorden es:  $R = \bar{d}L + z\sigma_L$

## ***2.6 Modelo para períodos fijos de tiempo***

En un sistema con periodos fijos, el inventario solo se cuenta en momentos concretos; Por ejemplo cada semana o cada mes.

Los modelos para periodos fijos generan cantidades de la orden que varían de un periodo a otro, dependiendo de los porcentajes de uso. En general, requieren de un nivel más alto de existencias de reserva que el sistema de la cantidad fija de la orden. El sistema de la cantidad fija de la orden presupone un seguimiento constante de las existencias en inventario y la colocación inmediata de una orden cuando se llega al punto de una nueva orden. Por otra parte, los modelos estándar de periodos fijos suponen que solo contamos el inventario en el momento especificado para la revisión. Existe la posibilidad de que una demanda grande reduzca las existencias a cero, justo después de que hemos colocado la orden. Esta situación tal vez pase inadvertida hasta la revisión del siguiente periodo. En tal caso, el nuevo pedido que hemos colocado todavía tardará algún tiempo en llegar. Por tanto, existe la posibilidad de que nos quedemos sin existencias a lo largo del periodo entero entre revisiones,  $T$ , y el tiempo de entrega del pedido,  $L$ . En este contexto, las existencias de reserva deben protegernos contra el desabasto durante el periodo entre revisiones y también durante el tiempo de entrega que es el tiempo que transcurre desde que colocamos el pedido hasta que lo recibimos.

### ***2.6.1 Modelos para periodos fijos con existencias de reserva***

Con un sistema de periodos fijos, colocamos las nuevas ordene en el momento de la revisión ( $T$ ) y las existencias de reserva que debemos pedir son:

$$Reservas = z\sigma_T + L \text{ Ecuación (2.16)}$$

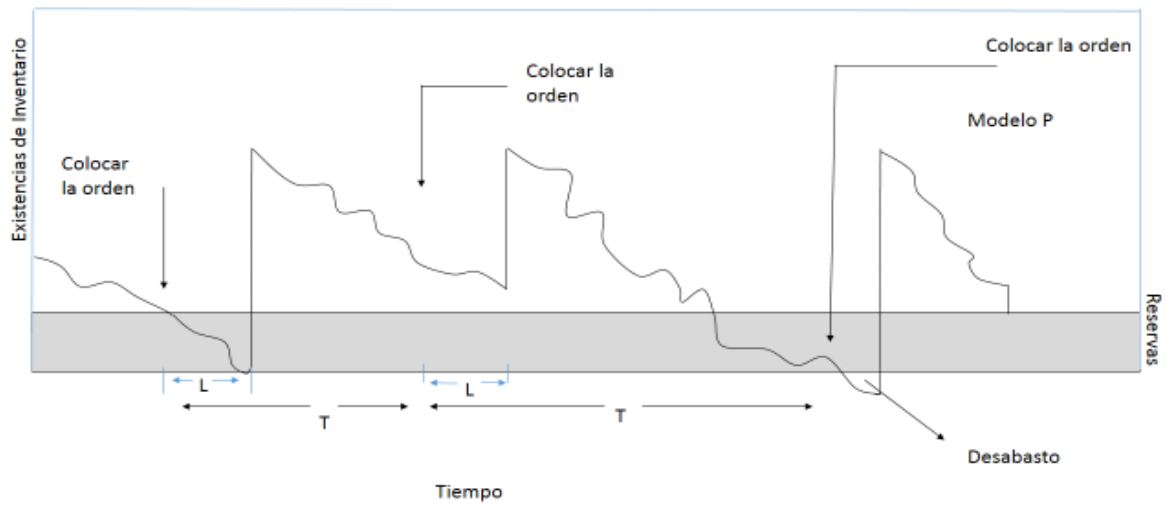


Ilustración 4. Diseño del modelo para periodos fijos con existencia de reserva; Fuente: “Administrar la producción de operaciones para una ventaja competitiva”, Chase-Jacobs-Aquilano, 10ª edición.

*Volumen de la orden*

*= demanda a lo largo del periodo vulnerable*

*+ Exostencias de seguridad*

*– Inventario corriente en existencia (Más por orden, en su caso)*

$$q = \bar{d}(T + L) + z\sigma_T + L - I \quad \text{Ecuación (2.17)}$$

Donde

$q$  = Cantidad que se ordenará

$T$  = Cantidad de días entre revisiones

$L$  = Tiempo de entrega en días

$\bar{d}$  = Pronóstico de la demanda diaria promedio

$z$  = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio

$\sigma_{T+L}$  = Desviación estándar de la demanda entre revisiones y tiempo de entrega

$I$  = Nivel corriente del inventario

Nota: la demanda, el tiempo de entrega, el periodo entre revisiones y demás pueden ser una unidad de tiempo cualquiera, como días, semanas o años, siempre y cuando sean constantes en toda la ecuación.

## ***2.6 Pronóstico de demanda***

Los pronósticos de demanda son esenciales para tomar decisiones en los inventarios. Los productos maduros con demanda estable son fáciles de pronosticar. Tanto el pronóstico como las decisiones gerenciales son altamente impredecibles para otros productos terminados, de ciertas características, como períodos cortos de venta, que es el caso de nuestros artículos de moda. Pero un buen pronóstico nos evitará necesidad de recuperarnos de una sobrecompra o una escasez de la misma.

### ***2.6.1 Características de los pronósticos***

1. Los pronósticos siempre están equivocados por lo que debemos incluir en el mismo una media y una medida de error del mismo.
2. Los pronósticos de largo plazo son menos precisos que los pronósticos de corto plazo, ya que los primeros tienen una desviación estándar mayor que los segundos.



3. Los pronósticos agregados en general son más precisos que los desagregados, ya que tienen una desviación estándar menor del error con relación a la media.
4. Mientras más lejos del consumidor esté la compañía, mayor será la distorsión de la información que recibe.

### ***2.6.2 Métodos de pronóstico***

La demanda no surge de la nada, sino que se ve influida por una serie de factores y puede ser pronosticada, al menos con cierta probabilidad, si la compañía puede determinar cuáles y que distancia existe entre estos factores y los consumidores, así como su efecto en los mismos.

Los diferentes métodos de pronósticos se pronuncian a continuación:

- **Cualitativos:** Son principalmente subjetivos y se apoyan en el juicio humano. Son apropiados sobre todo cuando la información histórica no está disponible o existen muy pocos datos.
- **Series de tiempo:** Los métodos de series de tiempo utilizan la demanda histórica para hacer pronósticos. Se basan en la idea de que la suposición de la demanda pasada es un buen indicador de la demanda futura.
- **Causal:** Los métodos causales suponen que la demanda está altamente correlacionada con ciertos factores en el ambiente.
- **Simulación:** los métodos de pronósticos por simulación imitan las elecciones del cliente que dan origen a la demanda para llegar a un pronóstico.

En nuestro caso al mostrar un factor repetitivo la demanda (que será demostrado en otras secciones) nos basaremos en un método de pronóstico por serie de tiempo.

Por lo tanto, cualquier demanda observada puede descomponerse en un componente sistémico y uno aleatorio.

Demanda Observada (O) = Componente Sistemático (S) + Componente Aleatorio (R).

El componente sistemático mide el valor esperado de la demanda que llamaremos Nivel, la demanda desestacionalizada actual; Tendencia, la tasa de crecimiento de la demanda esperada para el periodo siguiente; y la estacionalidad, las fluctuaciones estacionales predecibles de la demanda.

El componente aleatorio es la parte del pronóstico que se desvía de la parte sistemática, una compañía no puede pronosticar el componente aleatorio, sino solo el tamaño o variabilidad del mismo, lo que proporciona una medida de error del pronóstico. El objetivo del pronóstico es filtrar y eliminar el componente aleatorio (Ruido) y estimar el componente sistemático. El *error de pronóstico* mide la diferencia entre la demanda pronosticada y la actual.

### ***2.6.3 Método utilizado para pronosticar la demanda por series de tiempo***

La meta de cualquier método de pronóstico es predecir el componente sistemático de la demanda y estimar el aleatorio. En su forma más general el componente sistemático de la demanda contiene un nivel, una tendencia y un componente estacional. La función para el componente sistemático puede adoptar variedad de formas como mostraremos a continuación.

***Multiplicativo:*** componente sistemático = nivel x tendencia x factor estacional

• ***Aditivo:*** componente sistemático = nivel + tendencia + factor estacional

• ***Mixto:*** componente sistemático = (nivel + tendencia) x factor estacional

Cabe aclarar que se puede desarrollar un pronóstico estático como adaptativo para cada forma.

## 2.7 Métodos

El método estático supone que los estimados de nivel, tendencia y estacionalidad no varían conforme se observa nueva demanda. Se estima cada uno de los parámetros con base en la información histórica y se utilizan los mismos valores para todos los pronósticos futuros. Analizamos el método de pronósticos estático para emplearlo cuando la demanda tiene una tendencia y un componente estacional. Se supone que el componente sistémico de la demanda es mixto. Métodos similares pueden aplicarse en todas las demás formas. Algunas de las definiciones básicas son:

$L$  = Estimado del nivel a  $t = 0$  (El estimado de la demanda desestacionalizada durante el período  $t = 0$ )

$T$  = Estimado de la tendencia, (incremento o decremento en la demanda por período)

$S_t$  = Estimado del factor estacional para el período  $t$ .

$D_t$  = Demanda real observada en el período  $t$ .

$F_t$  = Pronóstico de la demanda para el período  $t$ .

En el modelo de pronóstico estático, el pronóstico para el período  $t$  para la demanda en el período  $t+1$  está dado por:

$$F_{t+1} = [L + (t + 1)T]S_{t+1} \text{ Ecuación (2.18)}$$

El primer objetivo es estimar el nivel en el período 0 y la tendencia. Se comienza desestacionalizando los datos de la demanda. La demanda desestacionalizada representa aquella que se hubiese observado en ausencia de fluctuaciones estacionales. La periodicidad  $p$  es el número de períodos después de los cuales el ciclo estacional se repite.

Para asegurar de que a cada estación se le dé un peso igual cuando se desestacionaliza la demanda, tomamos el promedio de  $P$  períodos consecutivos

de la demanda. El promedio de la demanda del período  $l+1$  al período  $l+p$  proporciona la demanda desestacionalizada para el período  $l + (p + 1)/2$ . Si  $p$  es impar, este método proporciona la demanda desestacionalizada para un período existente. Si  $p$  es par, proporciona la demanda en un punto entre el período  $l + (\frac{p}{2})$  y  $l + 1 + (\frac{p}{2})$ . Al tomar el promedio de la demanda desestacionalizada proporcionado por los períodos  $l + 1$  a  $l + p$  y  $l + 2$  a  $l + p + 1$ , obtenemos la demanda desestacionalizada para el período  $l + 1 + p/2$ , el procedimiento para obtener la demanda desestacionalizada,  $\bar{D}_t$  para el período  $t$ , se formula de la siguiente manera

$$\bar{D}_t = \begin{cases} \left[ D_{t-(p/2)} + D_{t+(p/2)} + \sum_{i=t+1-(p/2)}^{t-1+(p/2)} 2D_i \right] / 2p & \text{para } p \text{ par} \\ \sum_{i=t-(p/2)}^{t+(p/2)} D_i / p & \text{para } p \text{ impar} \end{cases}$$

Ilustración 5. Desestacionalización; Fuente: Administración De La Cadena De Suministro, Chopra, Tercera Edición, (2008).

La siguiente relación lineal existe en la demanda desestacionalizada,  $\bar{D}_t$  y el tiempo  $t$ , con base en el cambio de la demanda en el tiempo.

$$\bar{D}_t = L + T_t \quad \text{Ecuación (2.19)}$$

Observe que la ecuación 2.17  $D_t$  representa la demanda desestacionalizada y no la demanda real en el período  $t$ ,  $L$  representa el nivel o demanda desestacionalizada en el período 0 y  $T$  la tendencia. Podemos estimar los valores de  $L$  y  $T$  para la demanda desestacionalizada utilizando la regresión lineal con la demanda desestacionalizada como la variable dependiente y el tiempo como la variable independiente. Tal regresión puede ser calculada empleando Microsoft Excel (Herramientas | Análisis de datos | Regresión [Tools | Data Analysis | Regression]). Esta secuencia de comandos abre el cuadro de diálogo Regresión en Excel. Asimismo, como se utilizará en el presente trabajo podemos utilizar las distintas herramientas brindadas por Excel y minitab.

Para estimar el factor estacional  $\bar{S}_t$ , para el período t, es la razón de la demanda real  $D_t$  y la demanda desestacionalizada  $\bar{D}_t$ , dada por:

$$\bar{S}_t = \frac{D_t}{\bar{D}_t} \quad \text{Ecuación (2.20)}$$

Dada la periodicidad,  $p$ , obtenemos el factor estacional de un periodo dado mediante el promedio de los factores estacionales que corresponden a periodos similares. Dados  $r$  ciclos estacionales en los datos, para todos los períodos de la forma  $pt + i; 1 \leq i \leq p$  obtenemos el factor estacional como:

$$S_i = \frac{\sum_{j=0}^{r-1} S_{JP+I}}{r} \quad \text{Ecuación (2.21)}$$

En el método adaptativo, los estimados del nivel, tendencia y estacionalidad se actualizan después de cada período, en un país como el nuestro donde variables macroeconómicas cambian con gran velocidad, suponemos mejor tomar los valores recientemente pronosticados y actualizados para partir de los mismos para los futuros pronósticos. Hay distintos métodos para analizar y utilizar en este tipo de pronósticos, cabe recordar que dada nuestra investigación, se seleccionará el apropiado en base a los componentes que ofrece cada uno.

El marco es proporcionado en su configuración más general cuando el componente sistemático de la demanda contiene un nivel, una tendencia y un factor estacional. El marco que presentamos es para el caso en el que el componente sistemático tiene una forma mixta. Suponemos que tenemos un conjunto de datos históricos para  $n$  períodos y que la demanda es estacional con periodicidad  $p$ . Si los datos son trimestrales, donde el patrón se repite a cada año, tenemos una periodicidad de  $p=4$ .

Empezamos por definir los términos:

- $L_t$  = Estimado del nivel al final del período  $t$
- $T_t$  = Estimado de tendencia al final del período  $t$
- $S_t$  = Estimado del factor estacional para el período  $t$
- $F_t$  = Pronóstico de la demanda para el período  $t$  (realizado en  $t - 1$ )
- $D_t$  = Demanda real observada en el período  $t$
- $E_t$  = Error del pronóstico en el período  $t$

En los métodos adaptativos el pronóstico para el período  $t + 1$  en el período  $t$  está dado por:

$$F_{t+1} = (L_t + IT_t)S_{t+1} \quad \text{Ecuación (2.18)}$$

Los cuatro pasos en el marco del pronóstico adaptativo son los siguientes:

- 1) **Inicializar:** Calcular los estimados iniciales del nivel ( $L_0$ ), de tendencia ( $T_0$ ) y los factores estacionales ( $S_1, \dots, S_p$ ) a partir de los datos dados.
- 2) **Pronóstico:** dados los estimados en el período  $t$ , se pronostica la demanda para el período  $t + 1$  empleando la ecuación 7.1 nuestro primer pronóstico es para el período 1 y se realiza con el nivel, tendencia y factor estacional del período 0.
- 3) **Error Estimado:** registra la demanda real  $D_{t+1}$  para el período  $t+1$  y calcula el error  $E_{t+1}$  en el pronóstico para el período  $t + 1$  como la diferencia entre la demanda pronosticada y real:

$$E_{t+1} = F_{t+1} - D_{t+1} \quad \text{Ecuación (2.22)}$$

- 4) **Modificar los estimados:** modificar los estimados de nivel, tendencia y estacionalidad dado el error en el pronóstico. De tal manera que si la demanda es más baja que el pronóstico los estimados se revisen hacia abajo y viceversa.

Los estimados del período  $t + 1$  se utilizan para pronosticar los del  $t + 2$  y los pasos se repiten hasta  $t + n$ .

Ahora con esta base podemos analizar el método apropiado en la familia de los adaptativos con la demanda de la empresa en cuestión que analizamos en este trabajo.

### ***2.7.1 Sistemas de pronósticos para demanda estacional; Modelo Holt Winter***

La demanda de productos como la indumentaria se caracteriza por presentar picos en ciertos periodos conocidos del año, y demanda aproximadamente uniforme en los demás períodos. Se analizará básicamente el método denominado “Holt Winter”, llamado de esta manera por sus autores debido a sus autores principales, C. C. Holt (1957) y P. R. Winters (1960), presentado por Montgomery et al. (1990, pág. 137–145).

El modelo más comúnmente utilizado en demanda estacional es el modelo multiplicativo de Winters, el cual se describe mediante la siguiente expresión:

$$x_t = (b_1 + b_2 t)c_t + \varepsilon_t \quad \text{Ecuación (2.23)}$$

Donde  $b_1$ ,  $b_2$ , y  $\varepsilon_t$  representan una constante o nivel, una tendencia y la variación aleatoria respectivamente, y  $c_t$  es un factor estacional multiplicativo

*componente sistémico de la demanda = (nivel + tendencia) x factor estac. + err.*

Nótese que este modelo es aplicable en patrones de demanda estacional cuya amplitud puede depender del nivel de la serie, o sea del tiempo. La siguiente figura, muestra un ejemplo de este tipo de patrón. Es posible que el factor de  $b_2$  sea cercano a cero, y por lo tanto se tenga un patrón de demanda estacional sin tendencia pero posiblemente con amplitud variable en el tiempo.

La longitud del periodo estacional es de  $L$  períodos y los factores estacionales  $c_t$  están definidos de tal forma que

$$\sum_{t=1}^L c_t = L \quad \text{Ecuación (2.24)}$$

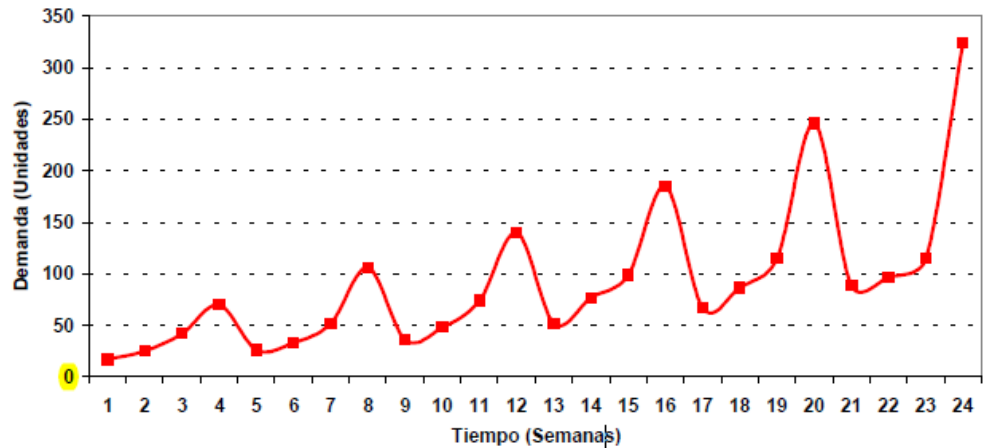


Ilustración 6. Demanda estacional con tendencia y amplitud proporcional al nivel de la serie. Fuente: Gestión De Inventarios; Carlos Vidal Y Holguín, (2005)

Se denota el nivel de proceso actual sin considerar la componente estacional, usualmente denominado la *Componente Permanente*, Como:

$$a_1(T) = b_1 + b_2T \quad \text{Ecuación (2.25)}$$

Y su correspondiente estimación como  $\hat{a}_1(T)$ . Igualmente, las estimaciones de la pendiente y el factor estacional al final de cualquier periodo  $T$  se denotan como  $\hat{b}_2(T)$  y  $\hat{c}_t(T)$ , respectivamente.

La actualización de los parámetros del modelo y de los pronósticos se realiza como sigue. Al final del período  $T$ , después de observar la demanda real  $x_T$ , se realizan los siguientes cálculos.

Primero, se revisa la estimación de la componente permanente como:



$$\widehat{a}_1(T) = \alpha \frac{x_t}{\widehat{c}_t(T-L)} + (1-\alpha)[\widehat{a}_1(T-1) + \widehat{b}_2(T-1)] \quad \text{Ecuación (2.26)}$$

Donde  $0 < \alpha < 1$  es una primera constante de suavización. La división de la demanda  $x_t$  entre el factor  $\widehat{c}_t(T-L)$ , el cuál es la estimación del factor estacional para el período  $T$  calculada en la estación anterior (o sea hace  $L$  períodos), hace que los datos no incluyan la componente estacional, como es de esperarse para la estimación de la componente permanente. En otras palabras, esta expresión desplaza el eje de coordenadas al final del período actual,  $T$ .

Segundo se revisa la estimación por tendencia a través de:

$$\widehat{b}_2T = \beta[\widehat{a}_1(T) - \widehat{a}_1(T-1)] + (1-\beta)\widehat{b}_1(T-1) \quad \text{Ecuación (2.27)}$$

Donde  $0 < \beta < 1$  es una segunda constante de suavización, independiente de  $\alpha$ . En otras palabras, en esto no se cumple necesariamente que  $\beta = (1 - \alpha)$ .

Tercero, se revisa la estimación del factor estacional para el período  $T$ .

$$\widehat{c}_t(T) = \gamma \frac{x_t}{\widehat{a}_1(T)} + (1-\gamma)\widehat{c}_t(T-L) \quad \text{Ecuación (2.28)}$$

Donde  $0 < \gamma < 1$  es una tercera constante de suavización independiente de  $\alpha$  y  $\beta$ .

Finalmente para pronosticar la demanda de cualquier periodo futuro se utiliza la ecuación de pronóstico:

$$x_{T+t} = [\widehat{a}_1(T) + t\widehat{b}_2(T)]\widehat{c}_{T+t}(T+t-L) \quad \text{Ecuación (2.29)}$$

Las ecuaciones entre paréntesis representa el periodo en el cual se estima el valor de  $\widehat{a}_1$  y no representa un producto aritmético.

Al igual que en los sistemas de pronósticos anteriores, este método requiere de valores de arranque del pronóstico para  $\widehat{a}_1(0)$ ,  $\widehat{b}_2(0)$  y  $\widehat{c}_t(0)$ , para  $t = 1, 2, 3, \dots, L$ . Estas estimaciones pueden hacerse utilizando datos históricos de demanda.

Montgomery et al. (1990, pág. 140–141) presentan el siguiente método para estimar estos parámetros del modelo.

Se supone que se tienen datos para las últimas  $m$  estaciones. Sean  $\bar{x}_j$  los promedios de las observaciones de demanda durante las estaciones  $j = 1, 2, 3, \dots, m$ .

La estimación de la tendencia vendría dada por:

$$\hat{b}_2(0) = \frac{\hat{x}_m - \hat{x}_1}{(m-1)L} \quad \text{Ecuación (2.30)}$$

La componente permanente al comienzo del primer período se puede estimar como:

$$\hat{a}_1(0) = \bar{x}_1 - \frac{L}{2} \hat{b}_2(0) \quad \text{Ecuación (2.31)}$$

Los factores estacionales son calculados para cada período  $t = 1, 2, \dots, mL$ , como la razón entre la actual observación y su valor promedio ajustado estacionalmente y ajustado por la tendencia, mediante la siguiente expresión:

$$\hat{c}_t = \frac{x_i}{\hat{x}_i - \left[\frac{L+1}{2-j}\right] \hat{b}_2(0)}, \text{ para } t=1, 2, \dots, mL \quad \text{Ecuación (2.32)}$$

Donde  $\bar{x}_j$  es el promedio para una estación correspondiente al subíndice  $t$ , y  $j$  es la posición del período  $t$  dentro de la estación. Por ejemplo, si  $1 \leq t \leq L$ , entonces, y si  $L + 1 \leq t \leq 2L$ , entonces  $i = 2$ , y así sucesivamente. Igualmente, cuando  $t = 1$  y cuando  $t = L + 1$ , entonces  $j = 1$ ; cuando  $t = 2$  y cuando  $t = L + 2$ , entonces  $j = 2$ , y así sucesivamente. O sea que  $j = t$  para cualquier período  $t + kL$ , con  $k = 0, 1, 2, \dots, m$ . La ecuación (2.30) dará  $m$  estimaciones del factor estacional para cada período. Por lo tanto, se sugiere calcular el promedio de ellos para obtener una sola estimación para cada período dentro de la estación. Esto se puede hacer mediante la siguiente expresión:

$$\bar{c} = \frac{1}{m} \sum_{k=0}^{m-1} \hat{c}_{t+kL}, \text{ para } t = 1, 2, \dots, L \quad \text{Ecuación (2.33)}$$

Finalmente los factores tienen que ser normalizados para que su suma sea igual a  $L$ , mediante la siguiente expresión:

$$\hat{c}_t(0) = \bar{c}_t \frac{L}{\sum_{t=1}^L \bar{c}_t} \text{ Para } t = 1, 2, \dots, L \quad \text{Ecuación (2.34)}$$

El procedimiento anterior estima  $\hat{a}_1(0)$ ,  $\hat{b}_2(0)$  y  $\hat{c}_t(0)$  (para  $t = 1, 2, \dots, L$ ), asumiendo que el origen de tiempo se encuentra inmediatamente antes del período 1. Para pronosticar observaciones futuras, se requiere usualmente estimaciones iniciales de los parámetros con el período  $mL$  como el origen de tiempo. La forma más fácil de hacer esto consiste en estimar la componente permanente para el período  $mL$  con la siguiente ecuación, en lugar de utilizar la ecuación (3.36):

$$\hat{a}_1(mL) = \bar{x}_m + \frac{L}{2} \hat{b}_2(0) \quad \text{Ecuación (2.35)}$$

Lo que demuestra que las ecuaciones  $\hat{b}_2(0)$  y  $\hat{c}_t(0)$  seguirán siendo válidas.

Así, el origen de tiempo puede ser redefinido para este período y, si se hace más claro, se pueden redefinir los períodos  $mL$ ,  $mL + 1$ ,  $mL + 2$ , ..., como los nuevos períodos 0, 1, 2, ... Una práctica muy utilizada para estimar los valores iniciales de los factores estacionales es simplemente dividir cada observación de demanda entre el promedio de demanda de la estación correspondiente. Este método puede funcionar bien solo si no hay componente de tendencia en el proceso. De lo contrario, el sistema de pronósticos puede verse muy afectado.

De la misma manera, existe la posibilidad de realizar un método de Holt Winter aditivo, donde la componente de nivel, y tendencia se mantienen en la misma posición pero la estacionalidad está sumando a las mismas:

$$x_t = (b_1 + b_2 t + c_t) + \varepsilon_t \quad \text{Ecuación (2.36)}$$

Se analizará la demanda de los distintos tipos de ítems y en base a la misma se decidirá el método de pronóstico a utilizar.

Se necesita aclarar que el Holt Winter Aditivo se utiliza en caso de:

- La serie tenga una tendencia, al menos localmente, y un patrón estacional constante.
- El patrón estacional en los datos no depende del valor de los mismos, o sea que el patrón estacional no cambia cuando la serie se incrementa o disminuye.
- Calcula estimados dinámicos con ecuaciones para los tres componentes, nivel, tendencia y estacionalidad. Estas ecuaciones dan una mayor ponderación a las observaciones recientes y menos peso a las observaciones pasadas, las ponderaciones decrecen geométricamente a una tasa constante.

El Holt Winter exponencial se utiliza en caso de:

- La serie tiene una tendencia, al menos localmente, y un factor estacional creciente.
- El efecto multiplicativo se presenta cuando el factor estacional en los datos depende del tamaño de los mismos o sea que la magnitud del factor estacional se incrementa conforme los valores aumentan, y decrece cuando los valores de los datos disminuyen.
- Calcula estimados dinámicos con ecuaciones para los tres componentes, nivel, tendencia y estacionalidad. Estas ecuaciones dan una mayor ponderación a las observaciones recientes y menos peso a las observaciones pasadas, las ponderaciones decrecen geométricamente a una tasa creciente o decreciente.

## 2.7.2 Medidas de errores de pronósticos

Todo pronóstico de demanda tiene errores. En este apartado, nos concentraremos en estimar  $\sigma_1$ , el desvío estándar de los errores de los pronósticos de demanda para un período determinado, a partir del cual se podrá obtener el desvío estándar de los errores de pronóstico en un período de tiempo de duración L (*Lead time*).

Suponiendo que se tienen dos tipos de información para cada uno de los n períodos de tiempo, a saber: la demanda real observada, y la demanda pronosticada para un período de tiempo hacia adelante, que se denominan  $F_0, F_1, \dots, F_{n-1,n}$ , n en donde  $F_{t,t+1}$  es el pronóstico calculado al final del período "t", de la demanda del período "t+1".

Una medida de variabilidad comúnmente utilizada para ajustar errores cuadráticos de una línea recta de datos históricos, es aquella denominada MSE (*Mean Square Error*) o MSD, que representa el Error Cuadrático Medio, y tiene la siguiente forma:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (D_t - F_{t-1,t})^2 \text{ Ecuación (2.37)}$$

Una segunda medida de variabilidad, es aquella que se conoce como la Desviación Absoluta Media (MAD, por sus siglas en inglés: *Mean Absolut Deviation*). La MAD, fue recomendada para simplicidad de cálculo, pero con la tecnología disponible en la actualidad, adquirió menor importancia práctica. La forma que toma el MAD es la siguiente:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (D_t - F_{t-1,t}) \text{ Ecuación (2.38)}$$

Como puede observarse,  $D_t - F_{t-1,t}$  es el error entre el pronóstico de la demanda y la demanda real observada.

Finalmente, mencionamos la medida de variabilidad conocida como MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), que es el Porcentaje De Error Del Valor Absoluto de la Media. Generalmente, no es afectado por la magnitud que toman los valores de la demanda, debido a que se expresa en términos de porcentaje. Sin embargo, este método no es apropiado si los valores de la demanda son muy bajos, por ejemplo,

si el pronóstico de demanda es de 1 unidad de un producto particular, y la demanda real fue de 2 unidades, el error será del 100%. El MAPE se calcula como:

$$MAPE = \left[ \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left( \frac{D_t - F_{t-1,t}}{D_t} \right) \right] \times 100 \text{ Ecuación (2.39)}$$

Para calcular el valor del desvío estándar de los errores de los pronósticos de demanda para un período determinado ( $\sigma_1$ ) utilizamos MSE, como se muestra a continuación:

$$\sigma_1 = \sqrt{MSE} \text{ Ecuación (2.40)}$$

Para el caso de una distribución normal, también se puede utilizar el MAD, como se muestra a continuación:

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \times MAD \text{ Ecuación (2.41)}$$

### ***2.7.3 Estimación de los errores de pronóstico extendidos al lead time***

Finalmente, se obtiene el cálculo del desvío estándar del pronóstico de demanda durante el *Lead Time*:

$$\sigma_L = \sigma_1 \sqrt{L} \text{ Ecuación (2.42)}$$

Esta expresión será empleada en el cálculo del stock de seguridad.

## ***2.8 Distribuciones de talles***

Para ampliar el análisis de inventarios, se procederá a realizar una distribución de talles de remanentes de mercadería de fin de temporada, para analizar el mismo y estudiar cuál es la tendencia de compra de mercadería en cuanto a tamaños para las futuras compras a realizarse con el plan de este trabajo. Para ello se utilizarán los conteos de inventarios realizados al inicio de la temporada de verano y la temporada de invierno del presente año. Al no contar con un sistema de inventarios

computarizado, es imposible llevar un control diario de los remanentes, por lo que se debe recurrir a conteos de remanentes antes del cambio de temporada.

## **3. Metodología Empleada**

### ***3.1 Distribución de talles***

Se optó por comenzar realizando el conteo y distribución de los talles de remanentes de mercadería para estudiar el sesgo de los mismos en cuanto a tamaños. Esto permitiría, no solo conocer hacia qué punto debe apuntar las compras futuras la empresa, sino también, conocer un perfil adecuado de clientes ya que en base a los talles, se puede conocer la tendencia de los recurrentes de esta empresa.

### ***3.2 Clasificación A, B, C***

Se clasificará los ítems con la metodología señalada aplicando el principio de Pareto, de esa manera podremos observar la relevancia de los mismos y en base a ello determinar el pronóstico para él/los estratos más importantes encontrados, y optimizar el presente análisis.

Cabe aclarar que actualmente Lechic cuenta con 1770 ítems en Stock, los cuáles debemos analizar y clasificar.

### ***3.3 Cálculo de EOQ y Punto de reorden***

Luego de la clasificación se procederá a encontrar los datos necesarios para calcular la cantidad óptima de pedido, los puntos de reorden, el inventario de seguridad necesario para los períodos pasados, estableciendo un método para el mismo, en base a la demanda pronosticada, encontrar el mismo para períodos futuros para establecer un plan de compras aproximadas para períodos futuros.



Es decir, buscaremos el plan de compras necesario para que los dueños de la empresa se basen en el mismo para las futuras compras, reduciendo el inventario para liquidaciones de final de temporada del mismo.

### ***3.4 Pronósticos de demanda***

Se procederá a un pronóstico de demanda en base al modelo de pronósticos Holt Winter, de esta manera obtendremos una demanda estimada para los próximos periodos, y en base a la misma se calculará un plan de compras de inventario, la misma podrá ser calculada con el programa Eviews y Excel, ya que ambos permiten cálculo de pronósticos por Holt Winter.

Asimismo presentamos que la demanda de Lechic es plenamente atribuible a las demandas de suavización exponencial estacionales de Holt Winter, brindando un gráfico de la misma de los últimos cinco años.

### ***3.5 Impacto financiero***

Luego de encontrar el punto óptimo de compra y de reorden, se analizará, en base a los ítems mantenidos actualmente, cuál es el impacto financiero que se produciría en caso de reducir el Stock, ya que al analizar un punto óptimo que reduzca costos, lo esperado es una baja de los inventarios mantenidos. Se realizará el cálculo aproximado del mismo y de esta manera cuantificar la reducción de costos provocado por este trabajo.

## 4. Desarrollo

### 4.1 Distribución de talles

A continuación, en base a los inventarios registrados (2), al inicio de la temporada de otoño-invierno y la temporada primavera-verano, se realizó junto con los actuales propietarios de la empresa, un análisis de los remanentes de mercadería en base a las anotaciones de ventas liquidadas de los mismos. Al no contar con un sistema computarizado de inventarios, se debió recurrir a anotaciones manuales de las ventas liquidadas y sus respectivos artículos, así como los remanentes en depósito que mantiene la empresa para el conteo manual de remanentes de fin de temporada.

- Remanentes de Verano del 01/04: 456 ítems
- Remanentes de Invierno de 02/09: 417 ítems

A continuación se realiza un detalle de los mismos diferenciándose por los talles en los casos en los que fue posible realizarlo:

#### REMANENTES 01/04

| Ítems  | Remeras | Camisas | Vestidos | Short y Polleras | Jeans | Pantalones |
|--------|---------|---------|----------|------------------|-------|------------|
| Talles |         |         |          |                  |       |            |
| S      | 48      | 53      | 11       | 21               | 24    | 18         |
| M      | 49      | 11      | 8        | 22               | 17    | 17         |
| L      | 14      | 4       | 0        | 31               | 10    | 20         |
| XL     | 20      | 2       | 2        | 0                | 12    | 32         |
| XXL    | 7       | 0       | 0        | 0                | 2     | 0          |
| Total  | 138     | 70      | 21       | 74               | 65    | 87         |

Tabla 1. Remanentes 01/04; Fuente: Elaboración propia

## REMANENTES 02/09

| Ítems  | Remeras | Camisas | Blazers | Sweaters | Camperas | Jeans | Pantalones |
|--------|---------|---------|---------|----------|----------|-------|------------|
| Talles |         |         |         |          |          |       |            |
| S      | 31      | 13      | 0       | 15       | 4        | 42    | 24         |
| M      | 27      | 12      | 0       | 18       | 3        | 13    | 29         |
| L      | 38      | 9       | 4       | 4        | 3        | 29    | 22         |
| XL     | 18      | 2       | 6       | 0        | 0        | 10    | 13         |
| XXL    | 10      | 9       | 0       | 6        | 0        | 3     | 0          |
| Total  | 124     | 45      | 10      | 43       | 10       | 97    | 88         |

Tabla 2. Remanentes 02/09; Fuente: Elaboración propia

Luego se realiza un gráfico de frecuencias por talle para observar cuáles son los sobresalientes a la hora de liquidar o contar el remanente de inventarios finales de la mercadería:

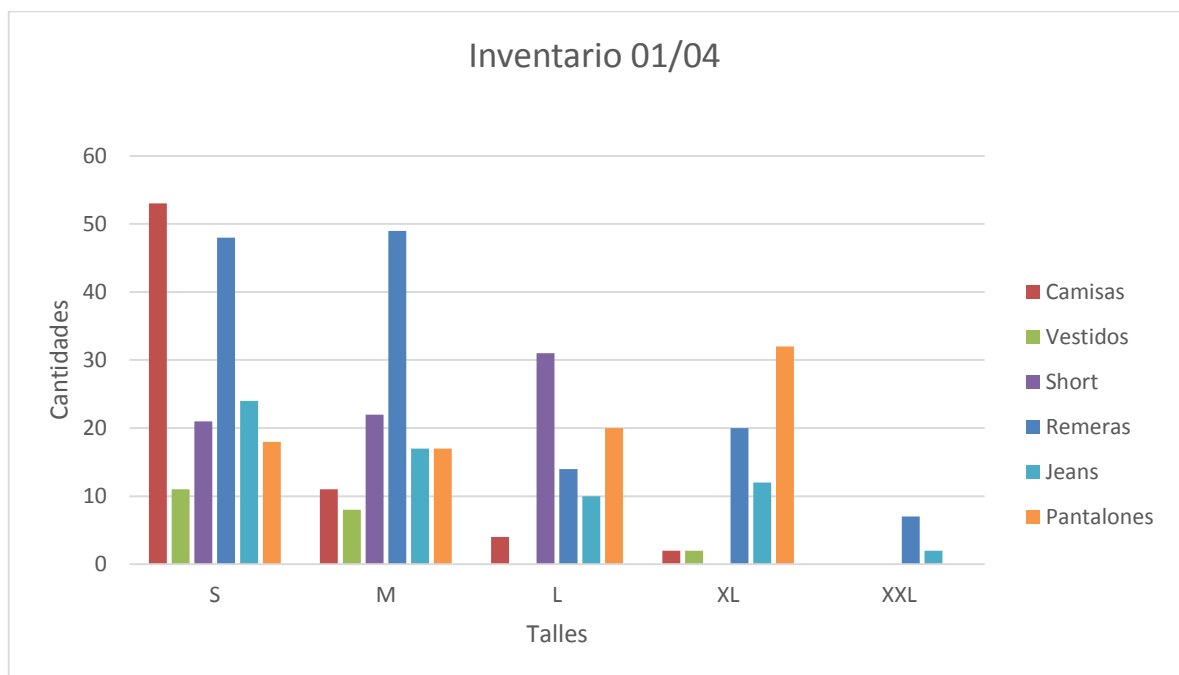


Ilustración 7. Distribución de remanentes 01/04; Fuente: Elaboración propia

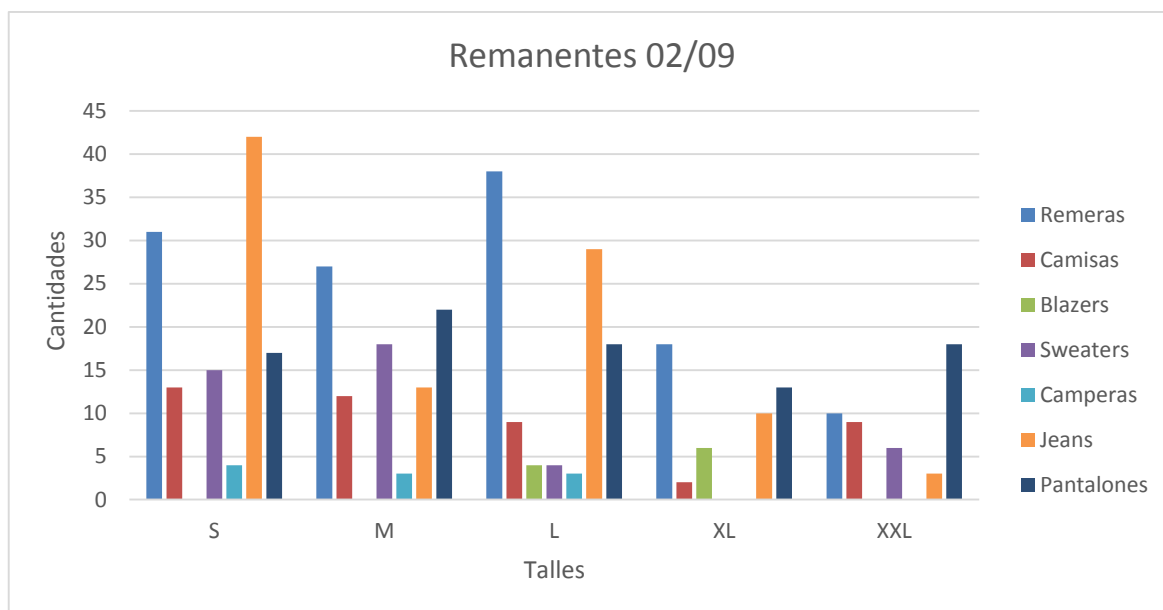


Ilustración 8. Distribución de Remanentes 02/09; Fuente: Elaboración propia

Se puede observar una tendencia a un sobrante de mercadería de los talles de menor tamaño, por lo que se puede suponer (a partir de estas cantidades remanentes de mercadería) que estos son los que frecuentan mayor cantidades sobrantes a finales de temporada, para liquidaciones o almacenaje en depósito hasta la siguiente temporada. Haciendo un recuento de los mismos, en el primer inventario contabilizado, el total de sobrantes de talle S, suma 175, y en el segundo inventario contabilizado 129, siendo en ambos casos un máximo de sobrante, pero muy cerca de los talles M 124 y 102 respectivamente. Siendo clientes, en la mayoría de los casos, señoras y profesionales entre 30 y 50 años, se puede concluir que los talles de mayor tamaño son lo que mayor poder de venta representan para la empresa, debiendo efectuar su plan de compras con una tendencia a los mismos.

Con ello podemos asimismo suponer que la tendencia de clientes de la empresa son personas con tamaños medianos y grandes. Los propietarios del establecimiento sostienen la conclusión planteada.

## 4.2 Análisis ABC

| ORDEN | DESCRIPCIÓN      | MONTO         | PORCENTAJE | ACUMULADO |   |
|-------|------------------|---------------|------------|-----------|---|
| 1     | JEANS            | \$ 78.609,95  | 28%        | 28%       | A |
| 2     | REMERAS          | \$ 58.164,33  | 21%        | 48%       |   |
| 3     | PANTALONES       | \$ 54.946,98  | 19%        | 68%       |   |
| 4     | VESTIDOS         | \$ 23.755,71  | 8%         | 76%       | B |
| 5     | SHORT Y POLLERAS | \$ 17.030,00  | 6%         | 82%       |   |
| 6     | CAMISAS          | \$ 16.261,07  | 6%         | 88%       | C |
| 7     | SWEATERS         | \$ 13.875,00  | 5%         | 93%       |   |
| 8     | CALZAS           | \$ 7.280,00   | 3%         | 95%       |   |
| 9     | BLAZERS          | \$ 5.713,33   | 2%         | 97%       |   |
| 10    | CAMPERAS         | \$ 3.809,52   | 1%         | 99%       |   |
| 11    | ENTERITOS        | \$ 3.646,19   | 1%         | 100%      |   |
| TOTAL |                  | \$ 283.092,10 |            |           |   |

Tabla 3. Análisis ABC; Fuente: Elaboración propia

Al realizar una clasificación de la mercadería en ABC, basándose en el margen de contribución de la misma, podemos encontrar:

- Artículos A: en la misma encontramos Jeans, Remeras y Pantalones (Dentro de pantalones se encuentran Sport y de vestir), con una aclaración que se debe realizar de cada uno. Los Jeans y los pantalones, aparte de contar con un gran volumen de cantidades, el precio de costo de los mismos se ubica dentro de la categoría más cara dentro del rubro que trabaja esta empresa, por lo que no significa una rareza que se encuentren en la categoría A ya que la mayoría de sus ventas se sustenta por ellas. Por otro lado, las remeras, si bien no contienen un gran precio de venta ni un costo representativo, se destaca por su gran cantidad en stock, ya que es uno de los principales artículos de venta de Le Chic.
- Artículos B: Dentro de esta categoría encontramos vestidos (de los cuales no existe demasiado stock), short y polleras siendo las mismas en gran cantidad pero poco representativas del margen de contribución, camisas las cuales se destacan por su volumen y un remanente de la temporada de

invierno, Sweaters, siendo los mismos de significancia por el margen que representan.

- Artículos C: Encontramos blazers y camperas, remanentes de la temporada de invierno que no se destacan por ser de poco volumen, y calzas y enteritos, de los cuales su bajo costo y volumen respectivamente los ubican en esta tercera categoría.

Entonces, se pudo encontrar el stock de mercadería en Sweaters, pantalones de temporadas anteriores, al igual que Jeans, Blazers y Camperas. Por lo que como se notó en una primera investigación a principio de año en inventario de invierno, se aprecia una sobre compra, y un remanente de 10-15% por lo que se están realizando compras extras por estos porcentajes, guiados por una periodicidad de compra por experiencia y no un plan específico de las mismas al comienzo de cada temporada.

#### 4.2 Cálculo de EOQ y punto de reorden

Para el cálculo de las cantidades óptimas se realizó el seguimiento de las compras y las ventas de los últimos 5 años, por lo que se obtuvo una serie temporal, la misma consta de compras, ventas y beneficios.

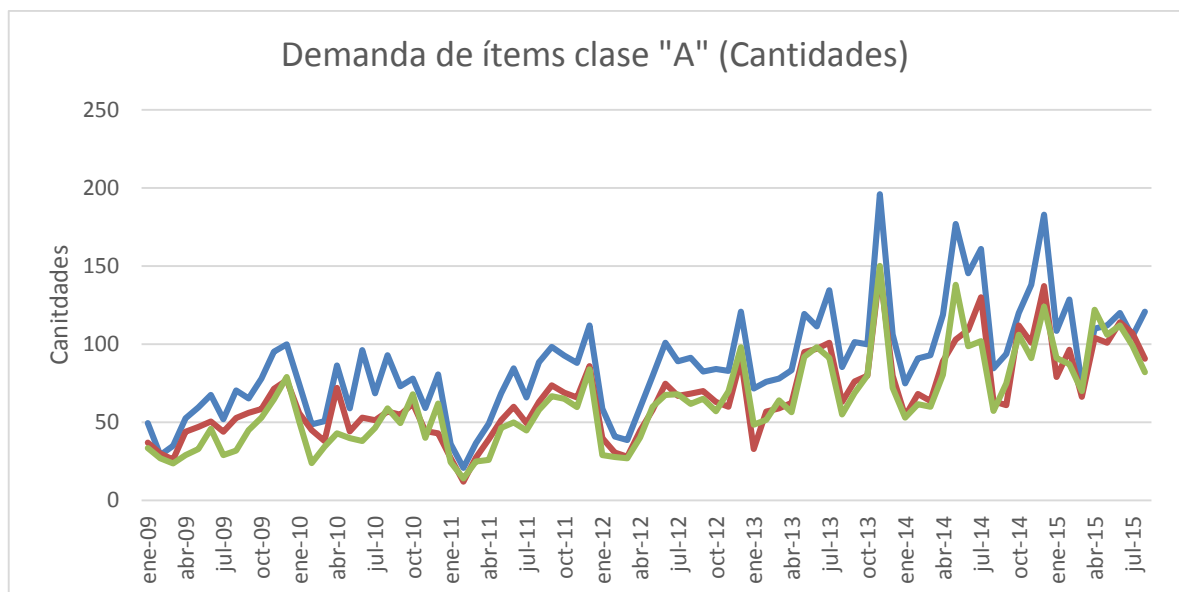


Ilustración 9. Evolución de demanda de ítems "A" (Cantidades); Fuente: Elaboración propia.

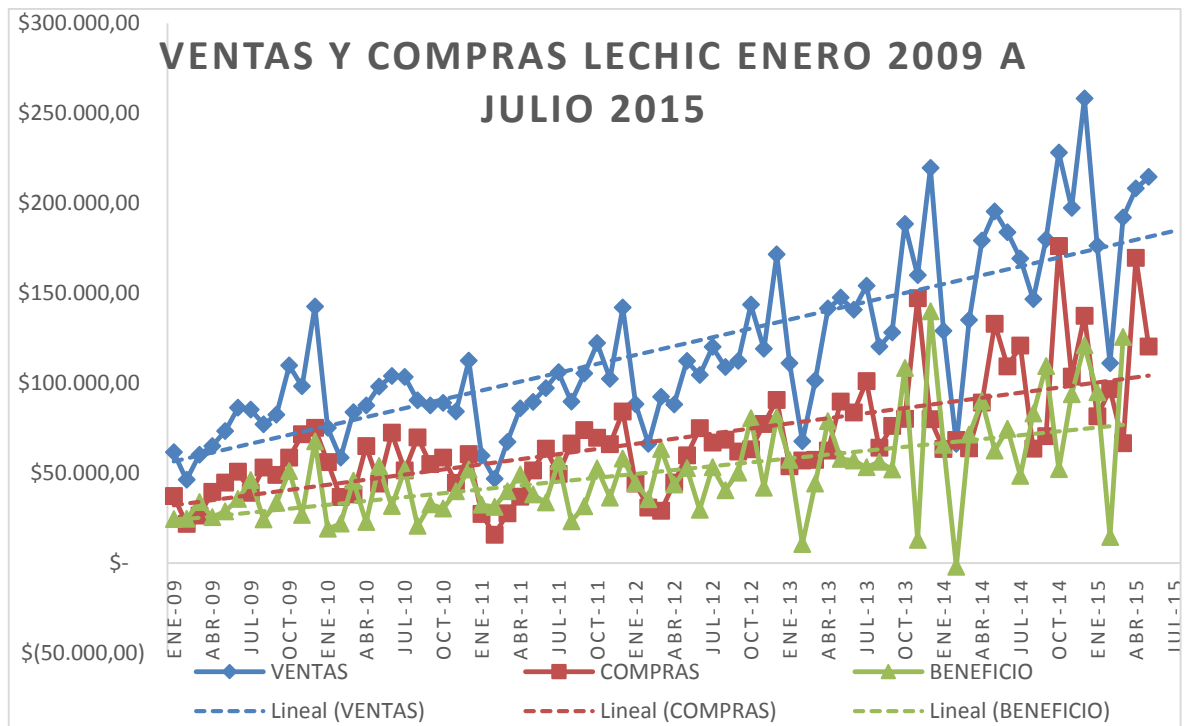


Ilustración 10. Evolución de ventas, compras y beneficios; Fuente: Elaboración Propia

Si bien se puede ver la tendencia creciente, podemos apreciar la existencia en ambas series de un ciclo estacional, por lo que se respalda nuestra hipótesis sobre el uso del modelo de predicción de Suavizamiento exponencial de corrección por tendencia y estacionalidad, llamado modelo Holt Winters.

A partir de esta serie aplicamos nuestro modelo EOQ para optimizar las cantidades compradas, a continuación presentamos nuevamente la fórmula a utilizar:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad \text{Ecuación (4.1)}$$

- D: se utilizará la serie predicha por el modelo de Holt Winters, para cada uno de los ítems de clase A, Jeans, Remeras y pantalones.

- S: el pedido se calculó en \$4.830. El mismo se forma en base a datos que toma el mismo dueño de la empresa en el momento de realizar los viajes para las distintas compras, cabe decir que se realizará una ponderación del mismo distribuyéndose sobre las distintas cantidades de mercadería en base a los porcentajes de representación del total de las mismas. Este costo está constituido por los pasajes para viajes a los distintos puntos (por pedido se elige un punto determinado del país, ya sea Rosario, Córdoba o Buenos Aires, siendo la mayor cantidad de compras en la última mencionada. Hoteles, ya que la persona encargada de realizar las compras debe establecerse aproximadamente dos días, ya que por el tipo de mercadería que se maneja, es esencial el tacto y análisis de distintos factores de la misma. Viáticos por la estadía.

| Costos por pedido |                    |
|-------------------|--------------------|
| Concepto          | Monto              |
| Pasajes           | \$ 2.580,00        |
| Alojamiento       | \$ 550,00          |
| Transporte        | \$ 600,00          |
| Flete             | \$ 700,00          |
| Viáticos Por día  | \$ 400,00          |
| <b>Total</b>      | <b>\$ 4.830,00</b> |

Tabla 4. Costo por pedido; Fuente: Elaboración propia

- H: El costo de mantenimiento de inventario se estimó en \$23,51 mensuales por artículo basándose en el principio de que mientras más caro es un ítem mayor es el valor de mantenimiento de inventario necesario. El mismo surge de la sumatoria de los siguientes parámetros utilizados

Como se puede observar el cuadro 4.5, se estimó sueldos como porcentaje del total de inventarios, el mismo surge de que, se estima un trabajo de 2 horas semanales del personal total en tareas relacionadas con el mantenimiento del inventario, tales como acomodar y revisar las prendas, control de stock, confección de pedidos, etc.



| <b>Sueldos por mantenimiento de inventarios</b> |               |
|---|---------------|
| <b>Concepto</b>                                 | <b>Total</b>  |
| Sueldo bruto con aportes mensual                | \$ 28.010,27  |
| Sueldos Bruto con Aportes Anual                 | \$ 364.133,51 |
| Horas semanales en manejo de inv.               | 2             |
| semanas al año                                  | 52            |
| sueldo semanal                                  | \$ 7.002,57   |
| Sueldo por hora / 24 hr de trabajo              | \$ 291,77     |
| Sueldo asignado a inventarios semanal           | \$ 583,55     |
| Sueldo anual por manejo de inventario           | \$ 30.344,46  |

Tabla 5. Sueldos de mantenimiento de inventarios; Fuente: Elaboración propia

El costo de mantenimiento del local, se estima en base a que semanalmente, se erogan \$450 en promedio en conceptos de gastos de mantenimiento (productos de limpieza, arreglos de pintura para manchas, pegamentos, luz, impuestos, etc.) por lo que estimamos que anualmente se consumen \$21.600 en mantenimiento del local (cabe recordar que no se eroga un alquiler, ya que el mismo pertenece a los dueños de la empresa) y por lo tanto se estima en un 3,52% del promedio de ítems anuales en inventario.

En cuanto a nuestro costo de oportunidad, se calculó la rentabilidad anual que produce un alquiler, la cual actualmente es baja en Argentina. Se toma el valor del inmueble y del mismo

| <b>COSTO TOTAL POR MANTENIMIENTO DE INVENTARIO</b>        |                  |
|---|------------------|
| Sueldo Anual por mantener inventario                      | \$ 20,78         |
| Costo de mantenimiento del local por mantener inventarios | \$ 14,79         |
| Costo de oportunidad de alquiler del local (Rentabilidad) | \$ 246,58        |
| <b>TOTAL</b>  | <b>\$ 282,15</b> |
| <b>Mensual</b>  | <b>\$ 23,51</b>  |

Tabla 6. Costo de mantenimiento de inventario; Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto en base a los datos obtenidos tenemos los datos necesarios para estimar nuestra cantidad óptima, que luego combinaremos con el punto de reorden para determinar los momentos y cantidades necesarias para la compra de inventarios.

Por lo tanto lo que resta a continuación es estimar los datos necesarios para aplicar el punto de reorden.

### **4.3 Pronósticos de Demanda**

Se utilizará el Software Estadístico Minitab con un coeficiente de nivel, tendencia y estacionalidad de 0,01; 0,09 y 0,2 los mismos utilizando la herramienta Solver de Excel, que suavizó la serie buscando reducir al mínimo el error. Se pronosticará los mismos en base a las cantidades compradas, ya que con la situación de nuestro país con inflación de doble dígito, lo óptimo es calcular cuantas cantidades de los artículos A, B y C necesito para estimar mi modelo de cantidad óptima de compras y stock en base a la demanda esperada.

Para ello se utilizará la siguiente base de datos que detalla la serie de tiempo de Jeans, Remeras y Pantalones, que son los artículos que pertenecen al estrato A de nuestro ABC.

| FECHA  | JEANS | REMERAS | PANTALONES |
|--------|-------|---------|------------|
| ene-09 | 49    | 37      | 34         |
| feb-09 | 29    | 30      | 27         |
| mar-09 | 35    | 26      | 24         |
| abr-09 | 53    | 44      | 29         |
| may-09 | 59    | 47      | 33         |
| jun-09 | 67    | 51      | 46         |
| jul-09 | 52    | 44      | 29         |
| ago-09 | 70    | 53      | 32         |
| sep-09 | 65    | 56      | 45         |
| oct-09 | 78    | 59      | 53         |
| nov-09 | 95    | 71      | 65         |
| dic-09 | 100   | 77      | 79         |
| ene-10 | 75    | 56      | 51         |
| feb-10 | 49    | 45      | 24         |

|        |     |    |    |
|--------|-----|----|----|
| mar-10 | 51  | 38 | 34 |
| abr-10 | 86  | 72 | 43 |
| may-10 | 59  | 44 | 40 |
| jun-10 | 96  | 53 | 38 |
| jul-10 | 68  | 51 | 46 |
| ago-10 | 93  | 57 | 59 |
| sep-10 | 73  | 55 | 50 |
| oct-10 | 78  | 62 | 68 |
| nov-10 | 59  | 44 | 40 |
| dic-10 | 81  | 43 | 62 |
| ene-11 | 36  | 27 | 25 |
| feb-11 | 21  | 12 | 14 |
| mar-11 | 37  | 27 | 25 |
| abr-11 | 49  | 39 | 26 |
| may-11 | 69  | 51 | 47 |
| jun-11 | 85  | 60 | 50 |
| jul-11 | 66  | 49 | 45 |
| ago-11 | 88  | 63 | 58 |
| sep-11 | 98  | 74 | 67 |
| oct-11 | 93  | 69 | 65 |
| nov-11 | 88  | 66 | 60 |
| dic-11 | 112 | 86 | 84 |
| ene-12 | 59  | 40 | 29 |
| feb-12 | 41  | 31 | 28 |
| mar-12 | 39  | 28 | 27 |
| abr-12 | 59  | 45 | 40 |
| may-12 | 80  | 58 | 60 |
| jun-12 | 101 | 75 | 68 |
| jul-12 | 89  | 67 | 68 |
| ago-12 | 91  | 68 | 62 |
| sep-12 | 83  | 70 | 65 |
| oct-12 | 84  | 63 | 57 |
| nov-12 | 83  | 60 | 70 |
| dic-12 | 121 | 91 | 98 |
| ene-13 | 72  | 33 | 49 |

|        |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|
| feb-13 | 76  | 57  | 51  |
| mar-13 | 78  | 59  | 64  |
| abr-13 | 83  | 62  | 56  |
| may-13 | 119 | 95  | 92  |
| jun-13 | 111 | 97  | 98  |
| jul-13 | 134 | 101 | 91  |
| ago-13 | 85  | 63  | 55  |
| sep-13 | 101 | 76  | 69  |
| oct-13 | 100 | 80  | 80  |
| nov-13 | 196 | 147 | 150 |
| dic-13 | 106 | 80  | 72  |
| ene-14 | 75  | 54  | 53  |
| feb-14 | 91  | 68  | 62  |
| mar-14 | 93  | 64  | 60  |
| abr-14 | 119 | 89  | 81  |
| may-14 | 177 | 103 | 138 |
| jun-14 | 145 | 109 | 99  |
| jul-14 | 161 | 130 | 102 |
| ago-14 | 85  | 63  | 57  |
| sep-14 | 94  | 61  | 75  |
| oct-14 | 120 | 112 | 106 |
| nov-14 | 138 | 101 | 91  |
| dic-14 | 183 | 137 | 124 |
| ene-15 | 109 | 79  | 91  |
| feb-15 | 129 | 96  | 87  |
| mar-15 | 74  | 66  | 70  |
| abr-15 | 110 | 104 | 122 |
| may-15 | 112 | 101 | 106 |
| jun-15 | 120 | 114 | 112 |
| jul-15 | 105 | 107 | 99  |
| ago-15 | 121 | 91  | 82  |

Tabla 7. Evolución de ventas de ítems de clase "A"; Fuente: Elaboración Propia

Con los datos de las demandas de los últimos años, se realizó una suavización con el método holt Winter en Excel y en combinación con Solver, para encontrar los parámetros de Alfa, Delta y Gama necesarios para el pronóstico (llamados  $b_1$ ,  $b_2$  y  $c_t$ ) que reducen el error al mínimo, es decir, se procedió al cálculo del Suavizamiento en Excel con un valor aleatorio de los 3 parámetros de 0,2, luego se procedió a utilizar Solver buscando el error mínimo cambiando estos parámetros, y con los mismos se procedió al pronóstico por Minitab para el período de 1 año, arrojando el mismo los siguientes resultados.

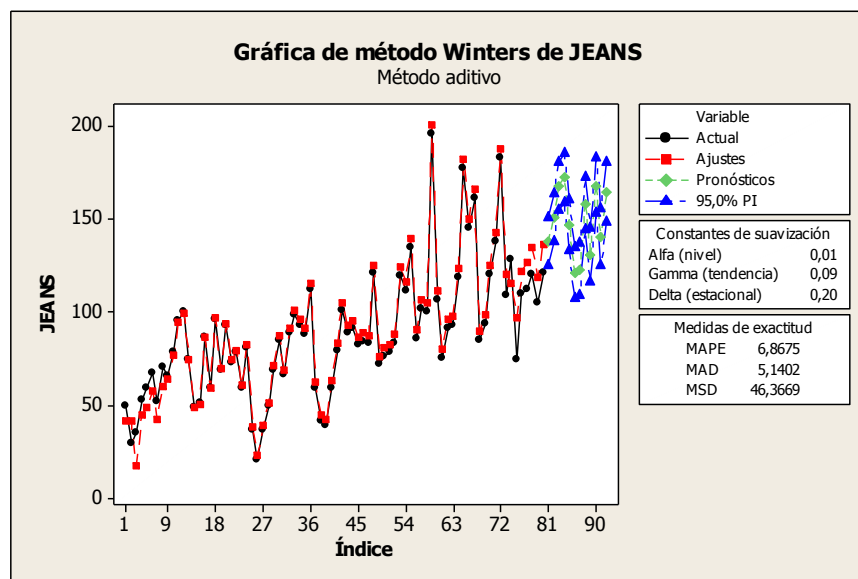


Ilustración 11. Pronóstico de demanda de Jeans; Fuente: Elaboración propia.

| Jeans   |       |                 |                 |
|---|-------|-----------------|-----------------|
| FECHA   | Jeans | Limite Superior | Límite Inferior |
| sep-15  | 138   | 151             | 125             |
| oct-15  | 151   | 163             | 138             |
| nov-15  | 168   | 181             | 155             |
| dic-15  | 172   | 186             | 159             |
| ene-16  | 147   | 160             | 133             |
| feb-16  | 121   | 135             | 107             |
| mar-16  | 123   | 137             | 109             |
| abr-16  | 158   | 173             | 144             |
| may-16  | 131   | 145             | 116             |
| jun-16  | 168   | 183             | 153             |
| jul-16  | 140   | 156             | 125             |
| ago-16  | 164   | 180             | 149             |
| <b>Promedio de demanda: 148 Unid. Mensuales</b> |       |                 |                 |

Tabla 9. Pronóstico de demanda de Jeans; Fuente: Elaboración propia.

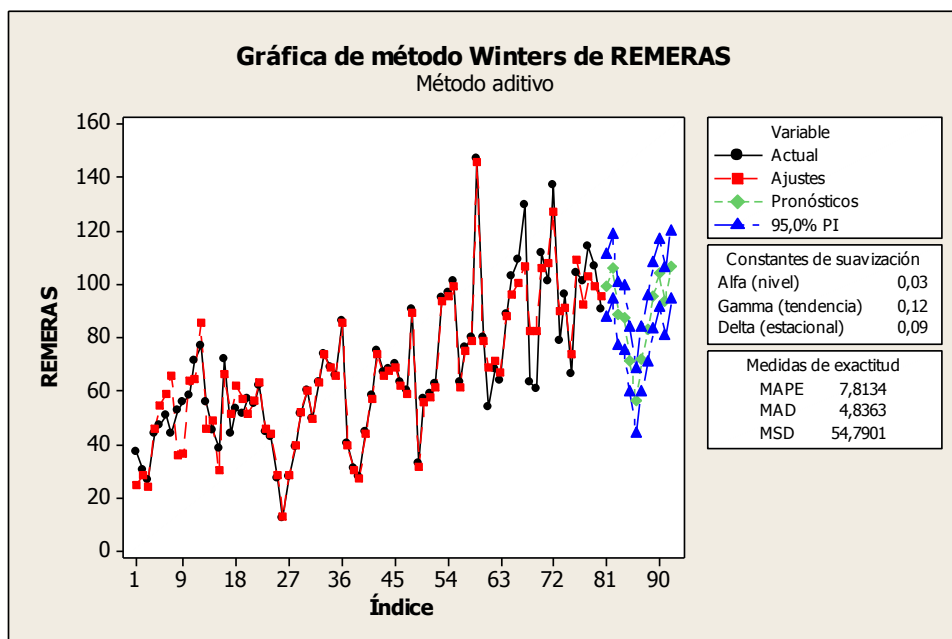


Ilustración 12. Pronóstico de demanda de Remeras; Fuente: Elaboración propia.

| Remeras  |         |                 |                 |
|--|---------|-----------------|-----------------|
| FECHA  | Remeras | Límite Superior | Límite Inferior |
| sep-15   | 99      | 111             | 86              |
| oct-15   | 106     | 118             | 93              |
| nov-15   | 89      | 101             | 75              |
| dic-15   | 87      | 100             | 73              |
| ene-16   | 71      | 84              | 57              |
| feb-16   | 56      | 69              | 41              |
| mar-16   | 72      | 85              | 57              |
| abr-16   | 83      | 97              | 68              |
| may-16   | 96      | 109             | 80              |
| jun-16   | 104     | 118             | 88              |
| jul-16   | 93      | 108             | 77              |
| ago-16   | 107     | 122             | 90              |
| <b>Promedio de demanda: 89 Unid. Mensuales</b> |         |                 |                 |

Tabla 10. Pronóstico de demanda de Remeras; Fuente: Elaboración propia.

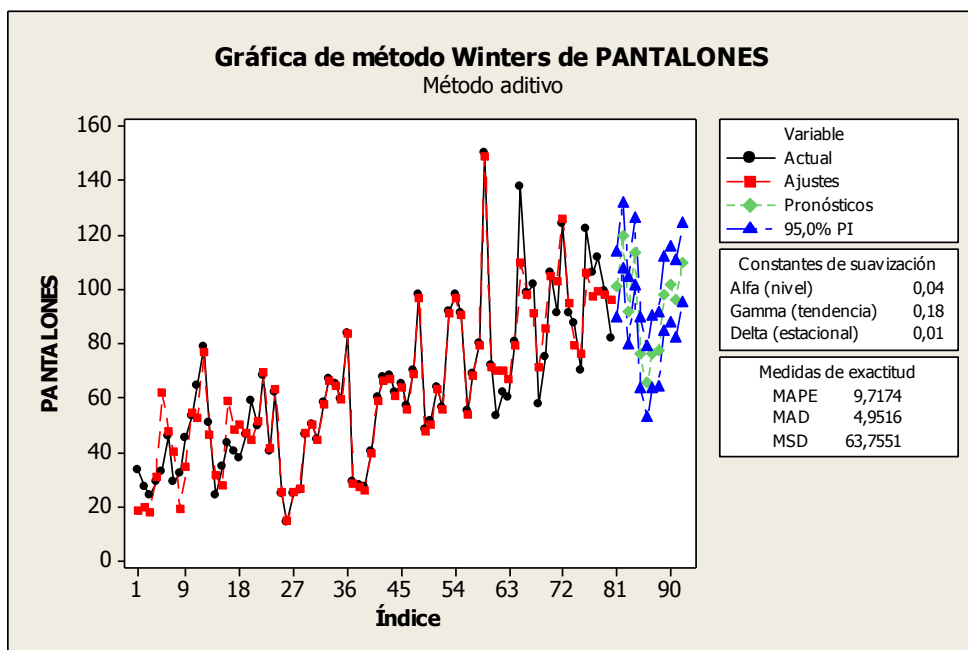


Ilustración 13. Pronóstico de demanda de Pantalones; Fuente: Elaboración propia

| Pantalones |            |                 |                 |
|------------|------------|-----------------|-----------------|
| FECHA      | Pantalones | Límite Superior | Límite Inferior |
| sep-15     | 101        | 113             | 88              |
| oct-15     | 120        | 132             | 106             |
| nov-15     | 92         | 104             | 78              |
| dic-15     | 114        | 126             | 99              |
| ene-16     | 76         | 89              | 62              |
| feb-16     | 66         | 79              | 51              |
| mar-16     | 76         | 90              | 61              |
| abr-16     | 78         | 91              | 62              |
| may-16     | 98         | 112             | 82              |
| jun-16     | 102        | 116             | 85              |
| jul-16     | 96         | 111             | 80              |
| ago-16     | 110        | 125             | 93              |

Promedio de demanda: 94 Unid. Mensuales

Tabla 11. Pronóstico de demanda de pantalones; Fuente: Elaboración propia



Los cuadros muestran las salidas de Minitab para el método de Winters, dejando nuestra demanda pronosticada y nuestro error para calcular los inventarios, cabe recordar que no se profundizó demasiado sobre el pronóstico de la demanda ya que el objetivo de este trabajo es combinar el método EOQ y de punto de reorden para una planeación de compras.

#### ***4.4 Cálculo del EOQ Y punto de reorden***

A continuación se realizará el cálculo de la cantidad óptima de inventario a través del método EOQ, cabe recordar que el mismo lo que realiza es una minimización de costos de los pedidos, y establece un inventario óptimo (en cantidades) para realizar los diferentes pedidos. Recordamos que para el cálculo del mismo se utilizaron los siguientes valores:

D = Demanda promedio mensual de cada ítem:

- Jeans: 148
- Remeras: 89
- Pantalones: 94

S = Costo promedio de pedido de: \$4830

H = Costo de mantenimiento de inventarios de \$23,51 mensuales

L = Lead time, tiempo de espera entre la colocación de la orden y la disponibilidad de la misma para la venta: 4 días, es decir 0,33 mes.

A partir de estos datos presentados, se realizaron los siguientes cálculos arrojando nuestro índice EOQ para cada producto.

Aclaremos que el costo de pedido se determinó en base al porcentaje de compras que se realizan de cada producto, para distribuir el mismo tomando esa base.

Es decir:

| ÍTEM       | PORCENTAJE | TOTAL<br>\$4.830 |
|------------|------------|------------------|
| Jeans      | 28%        | \$ 1.352,40      |
| Remeras    | 21%        | \$ 1.014,30      |
| Pantalones | 19%        | \$ 917,70        |

Tabla 12. Distribución de "S"; Fuente: Elaboración propia

Una vez determinado los Q, se tomará el promedio de cada artículo, ya que el modelo de EOQ basa su teoría en una cantidad fija de la orden. Por lo tanto queda conformada la cantidad de:

- Jeans: 130

$$\sqrt{\frac{1781 \times 2 \times 1352}{282,15}} = 130,6 \text{ Ecuación (4.2)}$$

- Remeras: 87

$$\sqrt{\frac{1064 \times 2 \times 1014,3}{282,15}} = 87,46 \text{ Ecuación (4.3)}$$

- Pantalones: 86

$$\sqrt{\frac{1128 \times 2 \times 917,7}{282,15}} = 85,66 \text{ Ecuación (4.4)}$$

Siendo el MSE de cada artículo:

- **MSE**, Jeans: 46,3669
- **MSE**, Remeras: 54,7901

- **MSE**, Pantalones: 63,7551

A continuación se calcula el stock de seguridad y punto de reorden. Siendo el Lead Time de 4 días, es decir 0.33 mes se obtiene:

- $\sqrt{MSE_{Jeans}} = 6,8093 = \sigma_{Jeans}$  Ecuación (4.5)
- $\sqrt{MSE_{Remeras}} = 7,4020 = \sigma_{Remeras}$  Ecuación (4.6)
- $\sqrt{MSE_{Pantalones}} = 7,9846 = \sigma_{Pantalones}$  Ecuación (4.7)

Y obtenemos  $\sigma_L$

- Jeans:  $\sigma_L = 3,9116$  Ecuación (4.8)
- Remeras:  $\sigma_L = 4,2521$  Ecuación (4.9)
- Pantalones:  $\sigma_L = 4,5868$  Ecuación (4.10)

Siendo nuestra tasa de cumplimiento de pedidos del 85%, ya que al tratarse de un local comercial de indumentaria, se contempla que no podrá ser conformada el total de la clientela ingresada al local, sino el segmento para el cual la empresa trabaja.

Nuestro punto de reorden estará integrado por:

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L$$

Siendo:

- $\bar{d}$  diaria Jeans = 12
- $\bar{d}$  diaria remeras = 7
- $\bar{d}$  diaria pantalones = 8

Se procede a realizar el cálculo del punto de reorden para cada ítem, con una satisfacción esperada del 85%.

$z = 1,0364$  (Valor tomado de tabla para un nivel de satisfacción del 85%)

- $\text{Jeans} = 130 \times 0,33 + 1,0364 \times 3,9116 = 47$

Siempre que la cantidad de Jeans baje a 47, se colocará una orden por 130.

- $\text{Remeras} = 87 \times 0,33 + 1,0364 \times 4,2521 = 33$

Siempre que la cantidad de Jeans baje a 33, se colocará una orden por 87.

- $\text{Pantalones} = 86 \times 0,33 + 1,0364 \times 4,5868 = 33$

Siempre que la cantidad de Pantalones baje a 33, se colocará una orden por 86.

Es decir, a partir de estos datos podemos programar las ventas controlando de manera constante los inventarios de los diferentes productos. Se debe aclarar, que incurriendo en los cálculos se concluye que es necesaria la instalación de un software de control de inventarios, para planificar el mismo y conocer los diferentes rasgos de segmentación de clientes que pueden observarse desde la demanda de productos.

#### ***4.5 Impacto Financiero***

A continuación se tomó el último inventario contabilizado de la empresa para comparar el impacto financiero que tendría el uso del sistema EOQ de inventarios en el mismo, asimismo analizar el ahorro que se podría hacer en los ítems de clase A, de esta manera llegaríamos a un resultado financiero de ahorro en ciertos tipos de ítems.

Para empezar se calculó, en base a un precio promedio de compra, ya que las distintas prendas varían en su valor, el total contabilizado en el último inventario, el mismo se multiplica por este precio promedio, y se le resta la misma ponderación con la variable del EOQ, arrojando el siguiente resultado:

| CONCEPTO     | CANTIDAD ACTUAL | EOQ        | PRECIO MEDIO (COMPRA) | AHORRO               |
|--------------|-----------------|------------|-----------------------|----------------------|
| JEANS        | 226             | 130        | \$ 317,00             | \$ 30.432,00         |
| REMERAS      | 372             | 87         | \$ 167,00             | \$ 47.595,00         |
| PANTALONES   | 155             | 85         | \$ 355,00             | \$ 24.850,00         |
| <b>TOTAL</b> | <b>753</b>      | <b>302</b> |                       | <b>\$ 102.877,00</b> |

Tabla 13. Ahorro financiero; Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto llegamos a la conclusión de que utilizando el sistema de EOQ en los ítems de clase A, sobre un inventario final de \$283.092,1 se logra un ahorro del 36% del mismo.

Es decir, utilizando el sistema de EOQ se pudo demostrar que el mismo puede arrojar un ahorro en el nivel de compra de mercadería, respaldando nuestra hipótesis inicial.

## **5. Límites durante el trabajo**

El problema esencial de este sistema de inventarios dentro de la industria de la indumentaria, es que si bien, se necesita sistematizar el sistema de inventarios y buscar un método para el control del mismo, la demanda generada en parte se debe a una gran exhibición de prendas de diferentes estilos, lo que reduciendo las mismas a un número limitado a la demanda media temporal, podría provocar una caída de las ventas, ya que el cliente tendría menor margen y variación de mercadería para la elección.

Si bien el sistema de EOQ demuestra un ahorro, el mismo lo hace desde el punto de vista financiero, se debería aplicar una investigación más a fondo sobre los motivos de compra de los diferentes clientes, (una investigación de mercado) para analizar si la variable cantidades y tipos de prendas, no afecta a la capacidad de compra de los mismos.

Ahora bien, dadas las condiciones del análisis, es necesaria la instalación o manejo de inventarios semanal por parte de la empresa, ya que se puede demostrar que si bien igualmente, debe haber exhibición, la misma es excesiva en algunos tipos de mercadería (lo demuestran los remanentes) que en una economía inflacionaria, una liquidación al costo de compra de final de temporada, hace que la empresa en estudio termine perdiendo su valor real.

## 6. Conclusiones

El sistema EOQ pudo demostrar el ahorro del 36% de la compra de los ítems de clase A, lo que respalda nuestra hipótesis inicial. A través del sistema de inventarios se podría tener una cantidad clara de la demanda estacional y en base a la misma realizar un plan de compras, de esta manera se podría en base a la experiencia de los actuales administradores de la empresa, llegar a la cantidad necesaria tanto para respaldar la demanda como para el nivel de exhibición necesaria.

De igual manera, se llega a la conclusión de la necesidad de la inversión en un sistema informático de control de inventarios para el rubro de mercadería, ya que la base de datos que puede brindar el mismo serviría de fuente de información clara y fidedigna para el control de inventarios, y de esta manera, la clave para reducción de costos y análisis de la prendas de mayores ventas de la empresa. Si no es posible la inversión en un sistema de inventarios, los mismos administradores de la empresa pueden crear uno y controlarlo semanalmente, simplemente apuntando datos como el tipo de prenda vendida, precios de compra y venta y talles.

Otra de las conclusiones a las que se llega con el presente trabajo, es a la necesidad de realizar una investigación de mercado, para encontrar tendencias de compra, razones de las mismas, y a través de clúster identificar el mercado al que apunta la empresa, ya que en conversaciones con los actuales administradores, se llegaba a ideas diferentes sobre el segmento de mercado al que se apuntaba.

Por lo tanto, el trabajo realizado, entregó a la empresa, claves para seguir creciendo en el mercado, estudios a realizar y respuestas que encontrar, por lo que se debe realizar una continuidad del mismo, llegando a la conclusión final de que la administración de inventarios en Le Chic, es clave para el crecimiento y reducción de costos de la empresa.

## 7. Bibliografía

Administración De La Producción y Operaciones Para Una Ventaja Competitiva” – Chase, Jacobs Y Aquilano - (2005) -10ª edición

Vidal Holguín C.J. (2005). *Fundamentos de Gestión de Inventarios*. Universidad del Valle – Facultad de Ingeniería.

Silver, Eduard A., David F. Pyke y Rein Peterson (1998). Forecasting. 3ª Edición, John Wiley & Sons. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling* (pp. 74-154). New York, 1998.

Administración De La Cadena De Suministro: Estrategia, Planeación y Operación Sunil Chopra y Peter Mendill – Tercera Edición (2008); Pearson Educación. México.

<https://estadisticaccbas.uaa.mx/moodle/file.../Manual-MINITAB-15.pdf>



# Anexo I

# Solver: Jeans

| PERIODOS | FECHAS | JEANS | NIVEL | TENDENCIA | ESTACIONA | PRONÓSTICO | ERROR | ERROR ABS   | %ERROR | ERROR CUAD | u-stat |
|----------|--------|-------|-------|-----------|-----------|------------|-------|-------------|--------|------------|--------|
| 1        | ene-09 | 49    |       |           | 1,31      |            |       |             |        |            |        |
| 2        | feb-09 | 29    |       |           | 0,77      |            |       |             |        |            |        |
| 3        | mar-09 | 35    | 38    | 1         | 0,93      |            |       |             |        |            |        |
| 4        | abr-09 | 53    | 39    | 1,00      | 1,32      | 36         | 17    | 16,75986418 | 32%    | 281        | 313    |
| 5        | may-09 | 59    | 40    | 1,04      | 0,91      | 53         | 7     | 6,952299989 | 12%    | 48         | 46     |
| 6        | jun-09 | 67    | 42    | 1,06      | 1,06      | 37         | 30    | 30,00421921 | 44%    | 900        | 64     |
| 7        | jul-09 | 52    | 43    | 1,06      | 1,30      | 45         | 7     | 6,5723726   | 13%    | 43         | 241    |
| 8        | ago-09 | 70    | 44    | 1,09      | 1,05      | 57         | 14    | 13,79832121 | 20%    | 190        | 343    |
| 9        | sep-09 | 65    | 45    | 1,11      | 1,14      | 47         | 18    | 17,99487008 | 28%    | 324        | 28     |
| 10       | oct-09 | 78    | 46    | 1,12      | 1,37      | 53         | 25    | 25,18917209 | 32%    | 634        | 164    |
| 11       | nov-09 | 95    | 48    | 1,16      | 1,23      | 65         | 30    | 29,72588595 | 31%    | 884        | 293    |
| 12       | dic-09 | 100   | 50    | 1,19      | 1,32      | 61         | 39    | 39,24873681 | 39%    | 1540       | 23     |
| 13       | ene-10 | 75    | 51    | 1,20      | 1,39      | 67         | 8     | 7,808047907 | 10%    | 61         | 644    |
| 14       | feb-10 | 49    | 52    | 1,18      | 1,18      | 72         | -24   | 23,68930353 | 49%    | 561        | 667    |
| 15       | mar-10 | 51    | 53    | 1,17      | 1,24      | 62         | -12   | 11,66506862 | 23%    | 136        | 4      |
| 16       | abr-10 | 86    | 54    | 1,18      | 1,43      | 67         | 19    | 19,13180645 | 22%    | 366        | 1275   |
| 17       | may-10 | 59    | 55    | 1,17      | 1,15      | 79         | -21   | 20,50033531 | 35%    | 420        | 760    |
| 18       | jun-10 | 96    | 57    | 1,19      | 1,33      | 65         | 31    | 31,19896989 | 32%    | 973        | 1403   |
| 19       | jul-10 | 68    | 58    | 1,18      | 1,38      | 77         | -9    | 8,778406478 | 13%    | 77         | 775    |
| 20       | ago-10 | 93    | 59    | 1,20      | 1,24      | 82         | 11    | 11,38486502 | 12%    | 130        | 600    |
| 21       | sep-10 | 73    | 60    | 1,20      | 1,31      | 75         | -2    | 1,558596869 | 2%     | 2          | 395    |
| 22       | oct-10 | 78    | 61    | 1,19      | 1,36      | 81         | -3    | 2,573459335 | 3%     | 7          | 24     |
| 23       | nov-10 | 59    | 63    | 1,18      | 1,18      | 85         | -26   | 26,0955824  | 44%    | 681        | 355    |
| 24       | dic-10 | 81    | 64    | 1,18      | 1,30      | 75         | 5     | 5,486106055 | 7%     | 30         | 457    |
| 25       | ene-11 | 36    | 64    | 1,14      | 1,20      | 84         | -48   | 48,08476182 | 132%   | 2312       | 1959   |
| 26       | feb-11 | 21    | 65    | 1,10      | 1,01      | 79         | -58   | 58,04706896 | 279%   | 3369       | 241    |
| 27       | mar-11 | 37    | 66    | 1,07      | 1,15      | 67         | -30   | 30,04891009 | 82%    | 903        | 251    |
| 28       | abr-11 | 49    | 67    | 1,04      | 1,11      | 77         | -28   | 28,00230556 | 57%    | 784        | 156    |
| 29       | may-11 | 69    | 68    | 1,04      | 1,01      | 75         | -6    | 6,46879926  | 9%     | 42         | 379    |
| 30       | jun-11 | 85    | 69    | 1,05      | 1,17      | 69         | 15    | 15,22522013 | 18%    | 232        | 254    |
| 31       | jul-11 | 66    | 70    | 1,04      | 1,08      | 82         | -16   | 15,61026091 | 24%    | 244        | 346    |
| 32       | ago-11 | 88    | 71    | 1,05      | 1,06      | 76         | 12    | 12,32710114 | 14%    | 152        | 508    |
| 33       | sep-11 | 98    | 72    | 1,06      | 1,21      | 76         | 22    | 22,27079287 | 23%    | 496        | 96     |
| 34       | oct-11 | 93    | 73    | 1,08      | 1,11      | 88         | 4     | 4,420958694 | 5%     | 20         | 31     |
| 35       | nov-11 | 88    | 74    | 1,08      | 1,08      | 83         | 5     | 5,120463696 | 6%     | 26         | 23     |
| 36       | dic-11 | 112   | 76    | 1,10      | 1,26      | 82         | 30    | 30,34178565 | 27%    | 921        | 578    |
| 37       | ene-12 | 59    | 77    | 1,08      | 1,04      | 97         | -38   | 38,21600104 | 65%    | 1460       | 2845   |
| 38       | feb-12 | 41    | 77    | 1,04      | 0,97      | 81         | -40   | 40,07803847 | 98%    | 1606       | 312    |
| 39       | mar-12 | 39    | 78    | 1,00      | 1,11      | 76         | -37   | 37,37682534 | 97%    | 1307       | 6      |
| 40       | abr-12 | 59    | 79    | 0,98      | 0,99      | 87         | -28   | 27,9842033  | 47%    | 783        | 430    |
| 41       | may-12 | 80    | 80    | 0,98      | 0,98      | 79         | 1     | 1,036307489 | 1%     | 1          | 407    |
| 42       | jun-12 | 100   | 81    | 0,99      | 1,13      | 79         | 21    | 20,93547722 | 21%    | 438        | 404    |
| 43       | jul-12 | 89    | 82    | 1,00      | 1,01      | 93         | -3    | 3,445464994 | 4%     | 12         | 110    |
| 44       | ago-12 | 91    | 83    | 1,01      | 1,00      | 83         | 8     | 7,889286823 | 9%     | 62         | 4      |
| 45       | sep-12 | 83    | 84    | 1,00      | 1,10      | 84         | -1    | 1,438022515 | 2%     | 2          | 75     |
| 46       | oct-12 | 84    | 85    | 1,00      | 1,00      | 94         | -9    | 9,415267804 | 11%    | 89         | 3      |
| 47       | nov-12 | 103   | 86    | 1,01      | 1,04      | 86         | 17    | 16,73385137 | 16%    | 280        | 349    |
| 48       | dic-12 | 121   | 87    | 1,03      | 1,16      | 90         | 30    | 30,26724907 | 25%    | 916        | 319    |
| 49       | ene-13 | 72    | 88    | 1,02      | 0,97      | 102        | -31   | 30,71850872 | 43%    | 944        | 2414   |
| 50       | feb-13 | 76    | 89    | 1,00      | 1,00      | 86         | -10   | 10,14431308 | 13%    | 103        | 18     |
| 51       | mar-13 | 76    | 90    | 0,98      | 1,10      | 90         | -14   | 13,83380091 | 18%    | 191        | 0      |
| 52       | abr-13 | 83    | 91    | 0,98      | 0,96      | 100        | -16   | 16,28535384 | 20%    | 265        | 48     |
| 53       | may-13 | 119   | 92    | 1,00      | 1,06      | 88         | 32    | 31,8570478  | 27%    | 1015       | 1310   |
| 54       | jun-13 | 111   | 93    | 1,01      | 1,12      | 99         | 13    | 12,7937741  | 11%    | 164        | 64     |
| 55       | jul-13 | 134   | 94    | 1,05      | 1,05      | 105        | 29    | 29,4140326  | 22%    | 865        | 531    |
| 56       | ago-13 | 85    | 95    | 1,04      | 1,03      | 100        | -15   | 14,95691999 | 18%    | 224        | 2420   |
| 57       | sep-13 | 101   | 96    | 1,03      | 1,11      | 99         | 2     | 2,3201294   | 2%     | 5          | 261    |
| 58       | oct-13 | 107   | 97    | 1,04      | 1,06      | 108        | -1    | 1,039792027 | 1%     | 1          | 26     |
| 59       | nov-13 | 196   | 99    | 1,12      | 1,22      | 104        | 92    | 91,80421587 | 47%    | 8428       | 8003   |
| 60       | dic-13 | 106   | 100   | 1,11      | 1,10      | 122        | -16   | 15,9743873  | 15%    | 255        | 8039   |
| 61       | ene-14 | 84    | 101   | 1,09      | 1,01      | 111        | -27   | 26,92180211 | 32%    | 725        | 484    |
| 62       | feb-14 | 91    | 102   | 1,07      | 1,15      | 104        | -13   | 12,86923174 | 14%    | 166        | 43     |
| 63       | mar-14 | 85    | 103   | 1,05      | 1,04      | 119        | -34   | 34,04949061 | 40%    | 1159       | 37     |
| 64       | abr-14 | 119   | 104   | 1,06      | 1,04      | 108        | 10    | 10,35646982 | 9%     | 107        | 1144   |
| 65       | may-14 | 177   | 106   | 1,10      | 1,26      | 109        | 68    | 67,77452757 | 38%    | 4593       | 3405   |
| 66       | jun-14 | 145   | 107   | 1,13      | 1,11      | 134        | 11    | 11,25511779 | 8%     | 127        | 998    |
| 67       | jul-14 | 161   | 109   | 1,17      | 1,13      | 120        | 41    | 41,27332427 | 26%    | 1703       | 238    |
| 68       | ago-14 | 85    | 109   | 1,14      | 1,16      | 124        | -39   | 39,22659203 | 46%    | 1539       | 5816   |
| 69       | sep-14 | 94    | 110   | 1,11      | 1,05      | 128        | -35   | 34,54723959 | 37%    | 1194       | 83     |
| 70       | oct-14 | 235   | 112   | 1,20      | 1,32      | 117        | 117   | 117,1293504 | 50%    | 13719      | 19835  |
| 71       | nov-14 | 138   | 114   | 1,20      | 1,17      | 150        | -12   | 11,84951855 | 9%     | 140        | 9327   |
| 72       | dic-14 | 183   | 115   | 1,26      | 1,16      | 134        | 48    | 48,45708243 | 26%    | 2348       | 2021   |
| 73       | ene-15 | 109   | 116   | 1,23      | 1,24      | 135        | -27   | 26,78457504 | 25%    | 717        | 5527   |
| 74       | feb-15 | 129   | 117   | 1,22      | 1,16      | 146        | -17   | 17,37040369 | 14%    | 302        | 402    |
| 75       | mar-15 | 89    | 118   | 1,18      | 1,08      | 137        | -49   | 48,66777925 | 55%    | 2369       | 1609   |
| 76       | abr-15 | 226   | 120   | 1,24      | 1,37      | 129        | 97    | 97,09598625 | 43%    | 9428       | 18858  |
| 77       | may-15 | 160   | 121   | 1,25      | 1,19      | 166        | -6    | 5,972398047 | 4%     | 36         | 4309   |
| 78       | jun-15 | 203   | 123   | 1,31      | 1,19      | 146        | 57    | 56,67161467 | 28%    | 3212       | 1792   |
| 79       | jul-15 | 135   | 124   | 1,29      | 1,31      | 148        | -14   | 13,90343675 | 10%    | 193        | 4620   |
| 80       | ago-15 | 121   | 125   | 1,27      | 1,14      | 165        | -44   | 44,13395384 | 37%    | 1948       | 189    |

PROMEDIO 3 PERIODOS

37,8253507

ALPHA 0,0100  
BETA 0,0900  
GAMA 0,2000

ERROR PROM 2,4377  
MAE 24,73185673  
MAPE 31%  
MSE 1078  
u-stat 0,456844022

## Solver: Remeras

| PERÍODOS | FECHAS | REMERAS | NIVEL | TENDENCIA    | ESTACION | PRONÓ | ERROR | ERROR ABS   | %ERROR | ERROR CUAL | u-stat |
|----------|--------|---------|-------|--------------|----------|-------|-------|-------------|--------|------------|--------|
| 1        | ene-09 | 37      |       |              | 1,11     |       |       |             |        |            |        |
| 2        | feb-09 | 30      | 45    | 0,00001      | 0,89     | 0     | 30    | 30          | 100%   | 900        | 51     |
| 3        | mar-09 | 26      | 44    | -0,059412207 | 0,87     | 40    | -14   | 13,97920219 | 53%    | 195        | 14     |
| 4        | abr-09 | 44      | 45    | -0,035554449 | 0,88     | 39    | 5     | 5,447844695 | 12%    | 30         | 315    |
| 5        | may-09 | 47      | 45    | -0,001590224 | 0,89     | 39    | 8     | 7,84672771  | 17%    | 62         | 9      |
| 6        | jun-09 | 51      | 45    | 0,043362267  | 0,91     | 40    | 11    | 10,55802039 | 21%    | 111        | 13     |
| 7        | jul-09 | 44      | 45    | 0,054497349  | 0,92     | 41    | 3     | 2,672371255 | 6%     | 7          | 44     |
| 8        | ago-09 | 53      | 46    | 0,100839143  | 0,94     | 42    | 11    | 11,18175926 | 21%    | 125        | 79     |
| 9        | sep-09 | 56      | 46    | 0,153221153  | 0,96     | 43    | 13    | 12,91985372 | 23%    | 167        | 10     |
| 10       | oct-09 | 59      | 47    | 0,207856413  | 0,98     | 45    | 14    | 13,80983673 | 24%    | 191        | 6      |
| 11       | nov-09 | 71      | 48    | 0,303705838  | 1,03     | 47    | 25    | 24,84576298 | 35%    | 617        | 165    |
| 12       | dic-09 | 77      | 49    | 0,404488163  | 1,07     | 50    | 27    | 27,26936117 | 35%    | 744        | 32     |
| 13       | ene-10 | 56      | 50    | 0,413766219  | 1,08     | 53    | 3     | 2,623366393 | 5%     | 7          | 443    |
| 14       | feb-10 | 45      | 50    | 0,381779828  | 1,06     | 54    | -9    | 9,081230506 | 20%    | 82         | 120    |
| 15       | mar-10 | 38      | 50    | 0,326756426  | 1,04     | 53    | -15   | 15,4013884  | 40%    | 237        | 49     |
| 16       | abr-10 | 72      | 51    | 0,400044407  | 1,07     | 52    | 20    | 20,01530691 | 28%    | 401        | 1154   |
| 17       | may-10 | 44      | 51    | 0,36244657   | 1,05     | 55    | -11   | 10,59421597 | 24%    | 112        | 776    |
| 18       | jun-10 | 53      | 51    | 0,359242007  | 1,05     | 54    | -1    | 0,888285341 | 2%     | 1          | 78     |
| 19       | jul-10 | 51      | 51    | 0,3491272    | 1,05     | 54    | -3    | 2,799902032 | 5%     | 8          | 3      |
| 20       | ago-10 | 57      | 52    | 0,359272865  | 1,05     | 54    | 3     | 2,796299615 | 5%     | 8          | 32     |
| 21       | sep-10 | 55      | 52    | 0,359010026  | 1,05     | 55    | 0     | 0,072754097 | 0%     | 0          | 5      |
| 22       | oct-10 | 62      | 53    | 0,383307225  | 1,06     | 55    | 7     | 6,724735168 | 11%    | 45         | 51     |
| 23       | nov-10 | 44      | 53    | 0,340131723  | 1,04     | 56    | -12   | 12,07060763 | 27%    | 146        | 310    |
| 24       | dic-10 | 43      | 53    | 0,294904854  | 1,02     | 55    | -12   | 12,41679917 | 29%    | 154        | 2      |
| 25       | ene-11 | 27      | 52    | 0,19448842   | 0,98     | 54    | -27   | 27,04916966 | 99%    | 732        | 249    |
| 26       | feb-11 | 12      | 51    | 0,042037465  | 0,92     | 51    | -39   | 39,32850111 | 328%   | 1547       | 232    |
| 27       | mar-11 | 27      | 50    | -0,038152232 | 0,88     | 47    | -19   | 19,32938985 | 70%    | 374        | 239    |
| 28       | abr-11 | 39      | 50    | -0,061903016 | 0,87     | 45    | -6    | 5,524883146 | 14%    | 31         | 133    |
| 29       | may-11 | 51      | 50    | -0,028884419 | 0,89     | 44    | 8     | 7,600839979 | 15%    | 58         | 155    |
| 30       | jun-11 | 60      | 51    | 0,036696033  | 0,91     | 45    | 15    | 15,31393832 | 26%    | 235        | 73     |
| 31       | jul-11 | 49      | 51    | 0,048981148  | 0,92     | 46    | 3     | 2,949936611 | 6%     | 9          | 111    |
| 32       | ago-11 | 63      | 52    | 0,115742351  | 0,94     | 47    | 16    | 16,11564732 | 26%    | 260        | 184    |
| 33       | sep-11 | 74      | 53    | 0,215835157  | 0,98     | 49    | 25    | 24,84751756 | 34%    | 617        | 115    |
| 34       | oct-11 | 69      | 53    | 0,281723884  | 1,01     | 52    | 17    | 17,03979164 | 25%    | 290        | 22     |
| 35       | nov-11 | 66      | 54    | 0,323595084  | 1,03     | 54    | 12    | 11,74759422 | 18%    | 138        | 9      |
| 36       | dic-11 | 86      | 55    | 0,43719256   | 1,07     | 56    | 30    | 30,07920394 | 35%    | 905        | 401    |
| 37       | ene-12 | 40      | 55    | 0,366774859  | 1,04     | 60    | -20   | 19,88110115 | 50%    | 395        | 2116   |
| 38       | feb-12 | 31      | 55    | 0,267676863  | 1,00     | 58    | -27   | 27,19423788 | 88%    | 740        | 85     |
| 39       | mar-12 | 28      | 54    | 0,164952938  | 0,96     | 55    | -27   | 27,06754591 | 97%    | 733        | 8      |
| 40       | abr-12 | 45      | 54    | 0,135045375  | 0,95     | 52    | -8    | 7,551843545 | 17%    | 57         | 273    |
| 41       | may-12 | 58      | 54    | 0,161763627  | 0,96     | 51    | 7     | 6,664447209 | 11%    | 44         | 181    |
| 42       | jun-12 | 75      | 55    | 0,250858377  | 0,99     | 52    | 22    | 22,46319537 | 30%    | 505        | 280    |
| 43       | jul-12 | 67      | 56    | 0,295803592  | 1,01     | 55    | 12    | 11,73301782 | 18%    | 138        | 62     |
| 44       | ago-12 | 68      | 57    | 0,33965819   | 1,03     | 57    | 12    | 11,65041358 | 17%    | 136        | 2      |
| 45       | sep-12 | 70      | 57    | 0,382290164  | 1,04     | 58    | 12    | 11,51838276 | 16%    | 133        | 2      |
| 46       | oct-12 | 63      | 58    | 0,39284725   | 1,05     | 60    | 3     | 2,988947569 | 5%     | 8          | 47     |
| 47       | nov-12 | 60      | 58    | 0,389345352  | 1,05     | 61    | -1    | 0,965471509 | 2%     | 1          | 10     |
| 48       | dic-12 | 91      | 59    | 0,495678341  | 1,09     | 61    | 29    | 29,27716664 | 32%    | 857        | 933    |
| 49       | ene-13 | 33      | 59    | 0,383159178  | 1,04     | 65    | -32   | 32,19791117 | 98%    | 1037       | 3311   |
| 50       | feb-13 | 57      | 59    | 0,365070298  | 1,03     | 62    | -5    | 4,959261989 | 9%     | 25         | 571    |
| 51       | mar-13 | 59      | 60    | 0,355294988  | 1,03     | 62    | -3    | 2,662017645 | 5%     | 7          | 4      |
| 52       | abr-13 | 62      | 60    | 0,357918834  | 1,03     | 62    | 1     | 0,711947465 | 1%     | 1          | 12     |
| 53       | may-13 | 95      | 61    | 0,478790639  | 1,08     | 62    | 33    | 32,82862287 | 35%    | 1078       | 1061   |
| 54       | jun-13 | 97      | 63    | 0,586432236  | 1,12     | 66    | 31    | 30,50267219 | 31%    | 930        | 4      |
| 55       | jul-13 | 101     | 64    | 0,688977942  | 1,16     | 71    | 30    | 30,15537331 | 30%    | 909        | 15     |
| 56       | ago-13 | 63      | 64    | 0,649588641  | 1,14     | 75    | -12   | 11,99008197 | 19%    | 144        | 1433   |
| 57       | sep-13 | 76      | 65    | 0,655383749  | 1,14     | 74    | 2     | 1,740350968 | 2%     | 3          | 171    |
| 58       | oct-13 | 80      | 66    | 0,670687408  | 1,15     | 75    | 5     | 4,604878306 | 6%     | 21         | 15     |
| 59       | nov-13 | 147     | 69    | 0,903446204  | 1,23     | 77    | 70    | 70,39423564 | 48%    | 4955       | 4502   |
| 60       | dic-13 | 80      | 69    | 0,884564062  | 1,23     | 86    | -6    | 6,136144982 | 8%     | 38         | 4522   |
| 61       | ene-14 | 54      | 69    | 0,784708656  | 1,19     | 86    | -32   | 32,25602597 | 60%    | 1040       | 663    |
| 62       | feb-14 | 68      | 70    | 0,735907752  | 1,17     | 83    | -15   | 15,26566847 | 22%    | 233        | 201    |
| 63       | mar-14 | 64      | 70    | 0,674520174  | 1,15     | 83    | -19   | 18,90784308 | 30%    | 358        | 21     |
| 64       | abr-14 | 89      | 71    | 0,700609651  | 1,16     | 81    | 8     | 7,880869982 | 9%     | 62         | 644    |
| 65       | may-14 | 103     | 72    | 0,766816032  | 1,18     | 83    | 20    | 20,16076804 | 20%    | 406        | 196    |
| 66       | jun-14 | 109     | 74    | 0,840795891  | 1,21     | 86    | 23    | 22,98215182 | 21%    | 528        | 37     |
| 67       | jul-14 | 130     | 75    | 0,967507681  | 1,25     | 90    | 40    | 40,23357437 | 31%    | 1619       | 438    |
| 68       | ago-14 | 63      | 76    | 0,869661494  | 1,22     | 96    | -32   | 32,21427752 | 51%    | 1038       | 4431   |
| 69       | sep-14 | 61      | 76    | 0,769731746  | 1,18     | 93    | -32   | 31,96463762 | 52%    | 1022       | 6      |
| 70       | oct-14 | 112     | 77    | 0,840041817  | 1,20     | 90    | 22    | 21,83707939 | 19%    | 477        | 2601   |
| 71       | nov-14 | 101     | 78    | 0,863055815  | 1,21     | 94    | 7     | 7,291180994 | 7%     | 53         | 121    |
| 72       | dic-14 | 137     | 80    | 0,993480478  | 1,26     | 96    | 42    | 41,58830017 | 30%    | 1730       | 1310   |
| 73       | ene-15 | 79      | 80    | 0,924829322  | 1,23     | 102   | -23   | 22,67482059 | 29%    | 514        | 3386   |
| 74       | feb-15 | 96      | 81    | 0,91338577   | 1,23     | 100   | -4    | 3,708789479 | 4%     | 14         | 305    |
| 75       | mar-15 | 66      | 81    | 0,806655452  | 1,19     | 101   | -34   | 34,48361647 | 52%    | 1189       | 905    |
| 76       | abr-15 | 104     | 82    | 0,82631355   | 1,20     | 98    | 6     | 6,167999145 | 6%     | 38         | 1415   |
| 77       | may-15 | 101     | 83    | 0,830947914  | 1,20     | 100   | 1     | 1,461735647 | 1%     | 2          | 9      |
| 78       | jun-15 | 114     | 84    | 0,873047328  | 1,21     | 101   | 13    | 13,29495123 | 12%    | 177        | 169    |
| 79       | jul-15 | 107     | 85    | 0,884613467  | 1,22     | 103   | 4     | 3,692671168 | 3%     | 14         | 49     |
| 80       | ago-15 | 91      | 86    | 0,84029304   | 1,20     | 105   | -14   | 14,19217885 | 16%    | 201        | 268    |

PROMEDIO 3 PERIODOS

34

|            |             |
|------------|-------------|
| ERROR PROM | 2,9521      |
| MAE        | 15,9606561  |
| MAPE       | 29%         |
| MSE        | 416         |
| u-stat     | 0,571282329 |

|       |      |
|-------|------|
| ALPHA | 0,03 |
| BETA  | 0,12 |
| GAMA  | 0,09 |

## Solver: Pantalones

| PERIODOS | FECHAS | PANTALONES | NIVEL | TENDENCIA    | ESTACIONAL | PRONÓST | ERROR | ERROR A | %ERROR | ERROR C | u-stat |
|----------|--------|------------|-------|--------------|------------|---------|-------|---------|--------|---------|--------|
| 1        | ene-09 | 34         |       |              | 1,11       |         |       |         |        |         |        |
| 2        | feb-09 | 27         | 45    | 0,00001      | 0,89       | 0       | 27    | 27      | 100%   | 729     | 43     |
| 3        | mar-09 | 24         | 44    | -0,132894826 | 0,89       | 40      | -16   | 16,3616 | 69%    | 268     | 11     |
| 4        | abr-09 | 29         | 44    | -0,216281132 | 0,89       | 39      | -10   | 10,242  | 35%    | 105     | 28     |
| 5        | may-09 | 33         | 43    | -0,261787664 | 0,89       | 39      | -6    | 5,8125  | 17%    | 31      | 16     |
| 6        | jun-09 | 46         | 43    | -0,198906092 | 0,89       | 38      | 8     | 7,70606 | 17%    | 59      | 164    |
| 7        | jul-09 | 29         | 43    | -0,27446201  | 0,89       | 38      | -9    | 9,26953 | 32%    | 86      | 282    |
| 8        | ago-09 | 32         | 42    | -0,320184588 | 0,89       | 38      | -6    | 5,60188 | 18%    | 31      | 9      |
| 9        | sep-09 | 45         | 42    | -0,255338921 | 0,89       | 37      | 8     | 7,93826 | 18%    | 63      | 169    |
| 10       | oct-09 | 53         | 43    | -0,126722291 | 0,89       | 37      | 16    | 15,7634 | 30%    | 248     | 63     |
| 11       | nov-09 | 65         | 44    | 0,091240407  | 0,89       | 38      | 27    | 26,7751 | 41%    | 717     | 135    |
| 12       | dic-09 | 79         | 46    | 0,414705844  | 0,90       | 39      | 40    | 39,8862 | 50%    | 1591    | 208    |
| 13       | ene-10 | 51         | 46    | 0,489829861  | 0,90       | 41      | 9     | 9,31349 | 18%    | 87      | 805    |
| 14       | feb-10 | 24         | 46    | 0,343386111  | 0,90       | 42      | -18   | 18,1777 | 76%    | 330     | 709    |
| 15       | mar-10 | 34         | 46    | 0,284885652  | 0,90       | 42      | -7    | 7,24396 | 21%    | 52      | 108    |
| 16       | abr-10 | 43         | 46    | 0,29638537   | 0,90       | 42      | 1     | 1,42261 | 3%     | 2       | 74     |
| 17       | may-10 | 40         | 47    | 0,280463543  | 0,90       | 42      | -2    | 1,97003 | 5%     | 4       | 9      |
| 18       | jun-10 | 38         | 47    | 0,247568925  | 0,90       | 42      | -4    | 4,06903 | 11%    | 17      | 4      |
| 19       | jul-10 | 46         | 47    | 0,282891137  | 0,90       | 42      | 4     | 4,36699 | 9%     | 19      | 72     |
| 20       | ago-10 | 59         | 48    | 0,415808934  | 0,90       | 43      | 16    | 16,4424 | 28%    | 270     | 157    |
| 21       | sep-10 | 50         | 49    | 0,463629036  | 0,90       | 44      | 6     | 5,92791 | 12%    | 35      | 88     |
| 22       | oct-10 | 68         | 50    | 0,654101482  | 0,90       | 44      | 24    | 23,6291 | 35%    | 558     | 338    |
| 23       | nov-10 | 40         | 51    | 0,606864035  | 0,90       | 46      | -6    | 5,87689 | 15%    | 35      | 775    |
| 24       | dic-10 | 62         | 52    | 0,732996648  | 0,90       | 46      | 16    | 15,6813 | 25%    | 246     | 477    |
| 25       | ene-11 | 25         | 52    | 0,547835948  | 0,90       | 48      | -23   | 23,0622 | 94%    | 532     | 1396   |
| 26       | feb-11 | 14         | 51    | 0,281081179  | 0,90       | 47      | -33   | 33,1347 | 237%   | 1098    | 113    |
| 27       | mar-11 | 25         | 50    | 0,111229262  | 0,89       | 46      | -21   | 21,0138 | 85%    | 442     | 118    |
| 28       | abr-11 | 26         | 50    | -0,042805336 | 0,89       | 45      | -19   | 19,0079 | 73%    | 361     | 1      |
| 29       | may-11 | 47         | 50    | -0,023047961 | 0,89       | 44      | 2     | 2,43229 | 5%     | 6       | 422    |
| 30       | jun-11 | 50         | 50    | 0,024126871  | 0,89       | 44      | 6     | 5,80935 | 12%    | 34      | 12     |
| 31       | jul-11 | 45         | 50    | 0,026234297  | 0,89       | 44      | 0     | 0,25971 | 1%     | 0       | 28     |
| 32       | ago-11 | 58         | 50    | 0,135670516  | 0,89       | 45      | 13    | 13,4867 | 23%    | 182     | 176    |
| 33       | sep-11 | 67         | 52    | 0,309353903  | 0,90       | 45      | 21    | 21,4397 | 32%    | 460     | 76     |
| 34       | oct-11 | 65         | 53    | 0,458758432  | 0,90       | 47      | 18    | 18,49   | 28%    | 342     | 3      |
| 35       | nov-11 | 60         | 54    | 0,55486016   | 0,90       | 48      | 12    | 11,919  | 20%    | 142     | 28     |
| 36       | dic-11 | 84         | 56    | 0,838188234  | 0,90       | 49      | 35    | 35,1875 | 42%    | 1238    | 591    |
| 37       | ene-12 | 29         | 56    | 0,660289004  | 0,90       | 51      | -22   | 22,1793 | 76%    | 492     | 3025   |
| 38       | feb-12 | 28         | 55    | 0,475945298  | 0,90       | 51      | -23   | 22,9269 | 82%    | 526     | 1      |
| 39       | mar-12 | 27         | 55    | 0,28943724   | 0,90       | 50      | -23   | 23,1372 | 86%    | 535     | 1      |
| 40       | abr-12 | 40         | 55    | 0,216323353  | 0,89       | 49      | -9    | 9,0466  | 22%    | 82      | 177    |
| 41       | may-12 | 60         | 55    | 0,304366126  | 0,90       | 49      | 11    | 10,8827 | 18%    | 118     | 388    |
| 42       | jun-12 | 68         | 56    | 0,447569381  | 0,90       | 50      | 18    | 17,7224 | 26%    | 314     | 58     |
| 43       | jul-12 | 68         | 58    | 0,583857799  | 0,90       | 51      | 17    | 16,8992 | 25%    | 286     | 0      |
| 44       | ago-12 | 62         | 59    | 0,660453007  | 0,90       | 52      | 10    | 9,51456 | 15%    | 91      | 37     |
| 45       | sep-12 | 65         | 60    | 0,753508822  | 0,90       | 53      | 12    | 11,5708 | 18%    | 134     | 10     |
| 46       | oct-12 | 57         | 61    | 0,773329201  | 0,90       | 55      | 2     | 2,46743 | 4%     | 6       | 62     |
| 47       | nov-12 | 70         | 62    | 0,88850607   | 0,90       | 55      | 14    | 14,3419 | 21%    | 206     | 161    |
| 48       | dic-12 | 98         | 65    | 1,218055658  | 0,91       | 57      | 41    | 41,0936 | 42%    | 1689    | 796    |
| 49       | ene-13 | 49         | 66    | 1,12767305   | 0,91       | 60      | -11   | 11,314  | 23%    | 128     | 2443   |
| 50       | feb-13 | 51         | 66    | 1,056399438  | 0,90       | 60      | -9    | 8,91257 | 17%    | 79      | 8      |
| 51       | mar-13 | 64         | 68    | 1,08087542   | 0,90       | 61      | 3     | 3,05815 | 5%     | 9       | 157    |
| 52       | abr-13 | 56         | 68    | 1,036273076  | 0,90       | 62      | -6    | 5,57437 | 10%    | 31      | 56     |
| 53       | may-13 | 92         | 71    | 1,270492395  | 0,91       | 63      | 29    | 29,258  | 32%    | 856     | 1261   |
| 54       | jun-13 | 98         | 73    | 1,532143204  | 0,91       | 65      | 33    | 32,7672 | 33%    | 1074    | 36     |
| 55       | jul-13 | 91         | 76    | 1,716248475  | 0,91       | 68      | 23    | 23,1186 | 25%    | 534     | 46     |
| 56       | ago-13 | 55         | 77    | 1,591082526  | 0,91       | 71      | -16   | 15,7464 | 29%    | 248     | 1314   |
| 57       | sep-13 | 69         | 78    | 1,570079927  | 0,91       | 71      | -3    | 2,63894 | 4%     | 7       | 191    |
| 58       | oct-13 | 80         | 80    | 1,627549494  | 0,91       | 73      | 7     | 7,21949 | 9%     | 52      | 125    |
| 59       | nov-13 | 150        | 85    | 2,227489572  | 0,91       | 75      | 75    | 75,408  | 50%    | 5686    | 4900   |
| 60       | dic-13 | 72         | 87    | 2,164746766  | 0,91       | 80      | -8    | 7,92924 | 11%    | 63      | 6060   |
| 61       | ene-14 | 53         | 88    | 1,937523203  | 0,91       | 82      | -29   | 28,6973 | 54%    | 824     | 367    |
| 62       | feb-14 | 62         | 89    | 1,775153034  | 0,91       | 82      | -20   | 20,4663 | 33%    | 419     | 75     |
| 63       | mar-14 | 60         | 90    | 1,593751898  | 0,91       | 83      | -23   | 22,8334 | 38%    | 521     | 3      |
| 64       | abr-14 | 81         | 91    | 1,57211211   | 0,91       | 83      | -3    | 2,71966 | 3%     | 7       | 421    |
| 65       | may-14 | 138        | 95    | 1,997523396  | 0,91       | 85      | 53    | 53,4555 | 39%    | 2857    | 3304   |
| 66       | jun-14 | 99         | 98    | 2,075766785  | 0,91       | 89      | 10    | 9,86519 | 10%    | 97      | 1546   |
| 67       | jul-14 | 102        | 100   | 2,161676577  | 0,91       | 91      | 11    | 10,8384 | 11%    | 117     | 11     |
| 68       | ago-14 | 57         | 101   | 1,874593106  | 0,91       | 94      | -36   | 36,2421 | 63%    | 1313    | 1990   |
| 69       | sep-14 | 75         | 102   | 1,726266273  | 0,91       | 94      | -19   | 18,6846 | 25%    | 349     | 310    |
| 70       | oct-14 | 106        | 104   | 1,818437475  | 0,91       | 94      | 12    | 11,5978 | 11%    | 135     | 961    |
| 71       | nov-14 | 91         | 106   | 1,774036926  | 0,91       | 97      | -6    | 5,59065 | 6%     | 31      | 225    |
| 72       | dic-14 | 124        | 109   | 1,981959059  | 0,91       | 98      | 26    | 26,1719 | 21%    | 685     | 1097   |
| 73       | ene-15 | 91         | 110   | 1,902962398  | 0,91       | 101     | -10   | 9,9581  | 11%    | 99      | 1097   |
| 74       | feb-15 | 87         | 111   | 1,784276577  | 0,91       | 102     | -15   | 14,953  | 17%    | 224     | 14     |
| 75       | mar-15 | 70         | 112   | 1,520703633  | 0,91       | 103     | -33   | 33,1802 | 47%    | 1101    | 299    |
| 76       | abr-15 | 122        | 114   | 1,67154458   | 0,91       | 103     | 19    | 18,9547 | 16%    | 359     | 2704   |
| 77       | may-15 | 106        | 116   | 1,676036258  | 0,91       | 105     | 1     | 0,56499 | 1%     | 0       | 256    |
| 78       | jun-15 | 112        | 118   | 1,715886056  | 0,91       | 107     | 5     | 5,01272 | 4%     | 25      | 36     |
| 79       | jul-15 | 99         | 119   | 1,638159271  | 0,91       | 109     | -10   | 9,77979 | 10%    | 96      | 169    |
| 80       | ago-15 | 82         | 119   | 1,41683163   | 0,91       | 110     | -28   | 27,8342 | 34%    | 775     | 289    |

PROMEDIO 3 PERIODOS

30

|            |             |
|------------|-------------|
| ERROR PROM | 2,4814      |
| MAE        | 16,1072142  |
| MAPE       | 30%         |
| MSE        | 425         |
| u-stat     | 0,548971888 |

|       |      |
|-------|------|
| ALPHA | 0,04 |
| BETA  | 0,18 |
| GAMA  | 0,01 |