



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

**MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE NEGOCIOS**

**TRABAJO FINAL DE APLICACIÓN**

**“APLICACIÓN DE MODELOS DE ESTIMACIÓN DE DEMANDA EN  
UNA EMPRESA TEXTIL”**

Autor: Cra. María Lorena Zapaia

Tutor: MBA. Germán Daniel Tisera

Córdoba

2016





Aplicación de modelos de estimación de demanda en una empresa textil by Zapaia, María Lorena is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## Agradecimientos

Las primeras líneas de este trabajo están dedicadas a todas las personas que colaboraron en este proyecto. La presentación de este trabajo es la culminación de un ciclo, que comenzó dos años atrás con el inicio de la Maestría. A continuación, las personas que lo hicieron posible.

- En primer lugar, un agradecimiento especial a mi marido Alejandro que apoya incondicionalmente todos mis proyectos, cree en mí y en que cada día se aprende algo nuevo y se construye un futuro mejor.
- A mi familia por haberme inculcado los valores que hacen a la persona que soy.
- A Germán Tisera, Por haber sido la persona que me alentó a realizar la maestría, por dedicar su tiempo a ayudarme y ser una guía para este trabajo. Increíble profesional, pero por sobre todo un gran amigo.
- A la Cohorte 2015 de la Maestría en Dirección de Negocios: Por permitirme conocer a excelentes profesionales, grandes personas y haberme hecho vivir momentos que atesoraré como uno de las mejores experiencias de vida.
- A Gerardo Heckmann: Por hacer posible que año tras año, personas como yo sientan un inmenso crecimiento personal. Por hacer que la Maestría tenga el prestigio que tiene y la excelente calidad de Profesores que me acompañaron estos años.

A todos, muchas gracias!

## Índice de contenidos

AGRADECIMIENTOS.....	i
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
A.PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.....	-1-
A.1 PROBLEMA.....	-1-
I. CONTEXTO.....	-1-
II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	-3-
III. OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	-4-
IV. LÍMITES O ALCANCE DEL TRABAJO.....	-5-
V. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	-5-
B. DESARROLLO DEL PROYECTO .....	- 6 -
B.1 MARCO TEÓRICO .....	- 6 -
1. LA ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS.....	- 6 -
1.1. PROCESOS MACRO DE UNA CADENA DE SUMINISTROS.....	- 7 -
1.2. LA ESTRATEGIA DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y SU RELACIÓN CON EL CLIENTE...-	8 -
1.3. DIRECTRICES DE LA CADENA DE SUMINISTRO .....	- 10 -
2. LA DEMANDA Y LOS MÉTODOS DE PRONÓSTICOS .....	- 13 -
2.1. LA DEMANDA.....	- 13 -
2.1.1. Clasificación de la Demanda: .....	- 13 -
2.2. MÉTODOS DE PRONÓSTICO: .....	- 17 -
2.3. MÉTODO DE PRONÓSTICO POR SERIES DE TIEMPO .....	- 18 -
2.4. MÉTODOS ESTÁTICOS:.....	- 18 -
2.5. MODELO ADAPTATIVO: .....	- 21 -
2.5.1. Promedio móvil .....	- 22 -
2.5.2. Suavizamiento exponencial simple .....	- 23 -
2.5.3. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia (Modelo de Holt) .-	24 -
2.5.4. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia y estacionalidad (Modelo de Winter) .....	- 26 -

2.6. MEDIDAS DEL ERROR DEL PRONÓSTICO .....	- 27 -
B.2 METODOLOGÍA .....	- 31 -
3. DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA Y DE LA EMPRESA .....	- 32 -
3.1. ASPECTOS DESTACADOS DE LA INDUSTRIA.....	- 32 -
3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA Y DEL PRODUCTO .....	- 38 -
3.3. LA EMPRESA TEXTIL Y LOS LOCALES COMERCIALES.....	- 40 -
3.4. LA EMPRESA TEXTIL Y LA RELACIÓN CON EL CLIENTE.....	- 45 -
B.3 TRABAJO DE CAMPO.....	- 49 -
4. APLICACIONES DE LOS MODELOS DE PRONÓSTICO.....	- 49 -
4.1. Selección del producto .....	- 49 -
4.2. Aplicación de los modelos de pronósticos - Rubro Camisas .....	- 51 -
4.2.1. Método del promedio móvil: .....	- 53 -
4.2.2. Suavizamiento exponencial simple .....	- 55 -
4.2.3. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia (modelo de HOLT)-	- 56 -
4.2.4. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia y estacionalidad (modelo de WINTER) .....	- 59 -
4.3. Aplicación de los modelos de pronósticos Rubro Jeans.....	- 62 -
4.3.1. Método del promedio móvil: .....	- 62 -
4.3.2. Suavizamiento exponencial simple .....	- 65 -
4.3.3. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia (modelo de HOLT)-	- 68 -
4.3.4. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia y estacionalidad (modelo de WINTER) .....	- 71 -
C. CIERRE DEL PROYECTO .....	- 76 -
C.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES .....	- 78 -
C.1.1 CONCLUSIONES.....	- 78 -
C.1.2 RECOMENDACIONES.....	- 82 -
C.2 BIBLIOGRAFÍA .....	- 84 -

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Producción Textil (I - 2005 100).....	-2-
Gráfico 2. Estructura Comercial Holding S.A.....	-3-
Gráfico 3. Procesos macro de una cadena de suministros.....	-8-
Gráfico 4. Marco de toma de decisiones de la cadena de suministros.....	-11-
Gráfico 5. Cadena de suministro de la Empresa Textil.....	-12-
Gráfico 6. Patrón de demanda aleatoria con tendencia sin estacionalidad.....	-14-
Gráfico 7. Patrón de demanda nivelado sin tendencia o estacionalidad.....	-14-
Gráfico 8. Patrón de demanda con tendencia y estacionalidad.....	-15-
Gráfico 9. Patrón de demanda irregular.....	-15-
Gráfico 10. Demanda desestacionalizada.....	-20-
Gráfico 11. Implicaciones del error en el pronóstico.....	-30-
Gráfico 12. La industria y la apertura al comercio internacional.....	-34-
Gráfico 13. Córdoba: Estructura industrial del Sector.....	-35-
Gráfico 14. Mix productos 2012.....	-35-
Gráfico 15. Mix productos 2013.....	-36-
Gráfico 16. Mix productos 2014.....	-36-
Gráfico 17. Mix productos 2015.....	-37-
Gráfico 18. Mix productos principios 2016.....	-37-
Gráfico 19. Diagrama de compra y reposición de un local comercial.....	-42-
Gráfico 20. Modelo de informacion para el consumidor.....	-46-
Gráfico 21. Proceso productivo Holding S.A.....	-50-
Gráfico 22. Demanda semestral histórica de camisas.....	-53-
Gráfico 23. Promedio móvil camisas.....	-54-

Gráfico 24. Suavizamiento exponencial Camisas.....	-56-
Gráfico 25. Modelo de Holt camisas.....	-59-
Gráfico 26. Modelo de Winter camisas.....	-61-
Gráfico 27. Promedio móvil Jeans.....	-62-
Gráfico 28. Suavizamiento exponencial simple Jeans.....	-65-
Gráfico 29. Modelo de Holt Jeans.....	-68-
Gráfico 30. Modelo de Winter Jeans.....	-71-
Gráfico 31. Posición de Inventario.....	-74-
Gráfico 32. Costos de Inventario.....	-75-
Gráfico 33. Modelo de Winter Jeans – últimos períodos.....	-80-

## Índice de tablas

Tabla 1. Cantidades Vendidas. Productos Seleccionados.....	-49-
Tabla 2. Demanda histórica mensual de Camisas.....	-52-
Tabla 3. Camisas – Método del promedio móvil.....	-54-
Tabla 4. Camisas – Método de suavizamiento exponencial simple.....	-55-
Tabla 5. Camisas – Método de Holt sin Desestacionalizar demanda.....	-57-
Tabla 6. Camisas – Método de Holt con demanda Desestacionalizada.....	-58-
Tabla 7. Cálculo del error y señal de rastreo – Holt.....	-58-
Tabla 8. Camisas – Método de Winter con demanda Desestacionalizada.....	-60-
Tabla 9. Cálculo de los errores – Winter.....	-60-
Tabla 10. Resumen del cálculo de errores – Camisas.....	-61-
Tabla 11. Promedio móvil Jeans.....	-63-
Tabla 12. Cálculo de errores Promedio móvil Jeans.....	-64-
Tabla 13. Suavizamiento exponencial Jeans.....	-66-
Tabla 14. Cálculo errores Suavizamiento exponencial Jeans.....	-67-
Tabla 15. Modelo de Holt – Jeans.....	-69-
Tabla 16. Cálculo de errores Modelo de Holt – Jeans.....	-70-
Tabla 17. Modelo de Winter – Jeans.....	-72-
Tabla 18. Cálculo de errores Modelo de Winter – Jeans.....	-73-
Tabla 19. Resumen del cálculo de errores – Jeans.....	-74-
Tabla 20. Pronóstico Winter – jeans últimos períodos.....	-80-
Tabla 21. Pronóstico Winter – camisas últimos períodos.....	-81-

## **A. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO**

### **A.1 PROBLEMA**

#### **I. Contexto**

Considerando la estructura de la economía Argentina, en donde las políticas económicas se han orientado al sostenimiento del sector agrícola-ganadero, el sector industrial, ha tenido que aplicar todo su ingenio a la hora de sortear las crisis económicas que pongan en riesgo su existencia. Para este tipo de empresas, es una práctica habitual expandir su actividad en periodos de crecimiento económico y contraerse en periodos de recesión con mucha flexibilidad.

Como en toda compañía, la intuición y el juicio son necesarios pero no suficientes. Cuando una Compañía alcanza un grado de crecimiento estable, comienzan a ser necesarios ajustes de pequeñas escalas en los distintos engranajes que hacen que sumados, generen una ventaja competitiva para la empresa respecto de otras y permitan mejorar la eficiencia. Esta apreciación se hace mucho más relevante en aquellos momentos donde se profundizan los ciclos económicos recesivos.

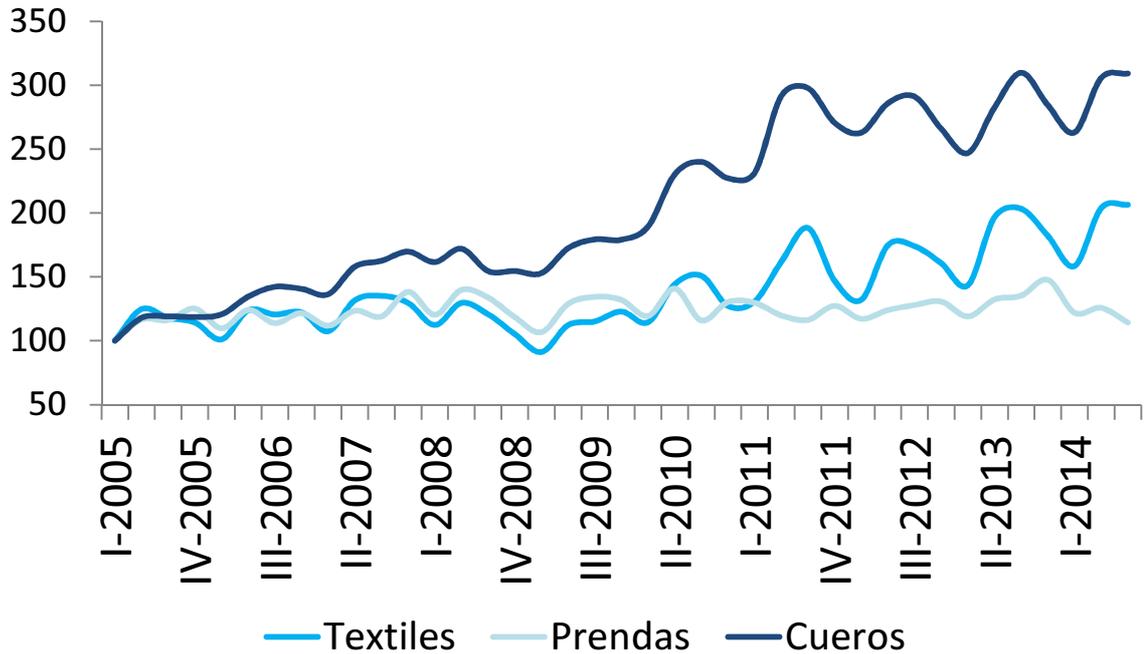
Con los fuertes avances tecnológicos donde proliferaron industrias antes desconocidas, tanto la industria textil como el comercio, fueron perdiendo importancia relativa respecto de los demás sectores, y tuvieron que reinventarse para poder competir con tiendas on-line, descuentos en la red y otros tantos avances derivados de esta nueva era.

Esto hizo que en los últimos años, varíen las expectativas del consumidor incorporando la aplicación de descuentos como elemento determinante de sus compras. Se instaló un clima más exigente que obligó a las cadenas detallistas a adoptar una actitud más agresiva de descuentos para no resignar mercado, elevando así el nivel de competencia. Esta situación, exigirá mayores desafíos, anticipando un clima de mayor competencia en la disputa por el consumidor.

La reversión del ciclo en las cadenas de indumentaria anticipa un panorama de mayores dificultades. La elevación del tipo de cambio contribuye a la competitividad de los productos, siempre en la medida que el ritmo inflacionario interno no termine absorbiendo la ventaja en el precio relativo respecto a los productos importados.

La mayor competencia y la disminución de las ventas deberían ayudar a reducir el incremento de los precios, aunque el efecto “arrastre” en el crecimiento de los costos dificulta esa posibilidad.

### Producción Textil (I - 2005 = 100)



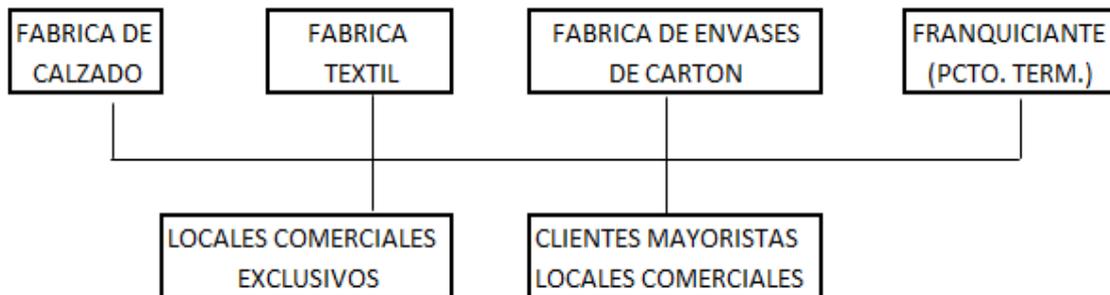
**Gráfico 1.** Fuente: IERAL – Fundación Mediterránea

Holding S.A.<sup>1</sup> es una empresa familiar con 25 años de antigüedad en la Provincia de Córdoba con ventas en todo el país. En sus comienzos, se dedicó exclusivamente a la venta al por menor de indumentaria y su distribución, mediante un contrato de franquicia con una marca líder en el mercado. Al transcurrir el tiempo, la empresa fue creciendo y gracias al espíritu innovador de sus dueños, se agregaron otros negocios a la compañía, incursionando también en la fabricación de calzado, la industria textil y una empresa fabricante de envases de cartón.

El objetivo subyacente se orientó hacia la integración vertical, acortando los canales de comunicación en la cadena de suministro, con responsables en cada sector, altamente competitivos entre sí, pero alineados al objetivo global de la compañía: mantener clientes satisfechos que contribuyan con la rentabilidad de la compañía.

<sup>1</sup> Por cuestiones de confidencialidad, se refiere a la empresa analizada como Holding S.A.

## Estructura Comercial Holding S.A.



**Gráfico 2:** Fuente: Elaboración propia

Así la empresa pasó de ser distribuidora de productos terminados, a fabricarlos y revenderlos a su cartera de clientes ya constituida. Razón por la cual, tras haberse capitalizado, principalmente en las fábricas, vio expandirse su negocio a un ritmo acelerado.

Actualmente, y como se observa en el gráfico 2, la fábrica de calzado, la fábrica textil y la fábrica de cartón, abastecen tanto a los locales comerciales propios “exclusivos” como a los locales comerciales de los clientes mayoristas. Y se sigue manteniendo la relación comercial con el franquiciante respecto de la distribución mayorista de la marca en el centro y norte del país.

La fábrica de calzado mediante la modalidad de royalties, utiliza la marca del franquiciante y distribuye a todos los clientes manteniendo la misma cartera de clientes para la fábrica textil de marcas propias y la fábrica de bolsas y etiquetas. Esto se traduce en un efecto multiplicador de la demanda, a tal punto que se hacen necesarios descomprimir o segmentar las unidades de negocios.

## II. Definición del problema

En todas las áreas de la compañía, es fundamental estimar la demanda futura para coordinar la compra de productos terminados, insumos de fabricación, y estimación de mano de obra, repercutiendo ello a lo largo de la cadena de suministros del Grupo en su totalidad.

Todos los años, al final de cada temporada de verano – invierno, es fundamental el alineamiento interno entre personal de ventas y gerentes de producción para la estimación de los volúmenes a producir para la próxima temporada.

La problemática de esta decisión, se resume en los siguientes efectos que generarán a futuro:

- **Excesos de inventario:** Provocan costos de almacenamiento, obsolescencia del producto, deterioro, que luego hay que liquidarlos perdiendo rentabilidad.
- **Faltante de inventario:** pérdida de ventas, por consiguiente de rentabilidad. Clientes insatisfechos.
- **Información incompleta:** las especulaciones de que comprar y que fabricar no tienen un modelo que sea creíble y aceptado por todos.

## III. Objetivos del trabajo

Este proyecto tiene como objetivo realizar un aporte numérico y estadístico a la estrategia competitiva de la cadena de suministro de un Grupo de Empresas textiles. Aplicando herramientas eficaces y medibles que implementadas en el contexto adecuado reducen el riesgo de tomar malas decisiones y por consiguiente evitar pérdidas para la compañía.

Los objetivos de este trabajo final son:

- Aplicar los modelos de estimación de demanda con el objeto de obtener información precisa de los productos más importantes de la compañía en términos de unidades de ventas.
- Aportar información confiable para la elaboración de los presupuestos de ventas.
- Mejorar los errores y/o fallas por pronósticos de ventas inadecuados.
- Ayudar en la toma de decisiones para la programación de producción.

Permanentemente, se toman decisiones basadas en el análisis de datos históricos sobre los cuales se aplican aspectos subjetivos, que muchas veces dependen de la personalidad, sensaciones o el azar y a ellos se atribuyen el éxito o fracaso de un proyecto.

Las hipótesis que puedan ser extraídas, mantienen probabilidades de ocurrencia que varían porque las condiciones en el pasado muchas veces no permanecen inalterables en el presente, ni se repiten en el futuro.

Este trabajo pretende dar una respuesta profesional a lo que se viene realizando y que no tiene sustento cuantitativo, reduciendo el riesgo de tomar malas decisiones, como así también, aplicar los conocimientos aprendidos a lo largo de la Maestría.

#### **IV. Límites o Alcance del trabajo**

Los límites de este trabajo se circunscriben a las actividades desarrolladas en la empresa textil: Holding S.A., de la Ciudad de Córdoba.

Se pretende abordar el área comercial, haciendo hincapié en la venta de los productos más importantes de los últimos cuatro años, aquellos que han tenido o tienen mayor participación relativa de las ventas totales.

Poder pronosticar las ventas de manera adecuada, utilizando modelos cuantitativos, aporta mayores ventajas y se convierte en parte de la estrategia para ajustar errores futuros. Se hace énfasis en aquellos aspectos que deben tener en cuenta los gerentes de ventas y producción de productos textiles que tienen una tendencia y estacionalidad propios de factores como el clima.

Nos basaremos en cómo utilizar herramientas matemáticas para apoyar la toma de decisiones y generar con ello decisiones firmes basadas en modelos probados.

#### **V. Organización del trabajo**

El presente trabajo de aplicación consta de 5 capítulos:

- Capítulo 1: La Administración de la Cadena de Suministro
- Capítulo 2: La demanda y los métodos de pronósticos
- Capítulo 3: Descripción de la industria y de la empresa
- Capítulo 4: Aplicaciones de modelos de pronósticos
- Capítulo 5: Recomendaciones finales y conclusiones

## **B. DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **B.1 MARCO TEÓRICO**

#### **1. LA ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS**

De acuerdo con Chopra S. y Meindl P. (2008), una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores minoristas e incluso a los mismos clientes. Dentro de cada organización, como la del fabricante, abarca todas las funciones que participan en la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente. Estas funciones incluyen, pero no están limitadas al desarrollo de nuevos productos, la mercadotecnia, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente.

El éxito de una cadena de suministros, se puede medir por el superávit de la misma, que es la diferencia entre el valor reconocido por el cliente y el esfuerzo realizado por cada sección de la cadena de suministro para llegar al cliente. Esto no significa maximizar la ganancia por separado de cada eslabón de la cadena de suministro, dado que lo que se debe maximizar es la rentabilidad total de la Cadena.

Si nos detenemos en los procesos de la cadena de Suministros, y más precisamente en el enfoque que Chopra y Meindl (2008) definen como de “Push/Pull”, donde el enfoque de “Push” está definido como el provocado por la solicitud del cliente y el de “Pull” como anticipación a este; sin dudas que nos hallamos frente al enfoque de “Pull”, es decir, necesariamente debemos anticiparnos a las solicitudes de los clientes y esto hace que sea necesario un esfuerzo extra, en adelantarnos a los requerimientos de este, saber cuáles van a ser sus gustos o de lo contrario guiarlo a que se incline por nuestro producto. El desafío es tratar de prever que nos va a solicitar y cuánto.

Cuanto mejor proyectemos esto, mayor será el superávit de nuestra cadena de suministros y por ende, de la empresa en su conjunto.

## 1.1. PROCESOS MACRO DE UNA CADENA DE SUMINISTROS

Los procesos, tanto los descriptos anteriormente y en general todos los que abarca la cadena de suministros pueden clasificarse de la siguiente manera y como se describen en el gráfico 3:

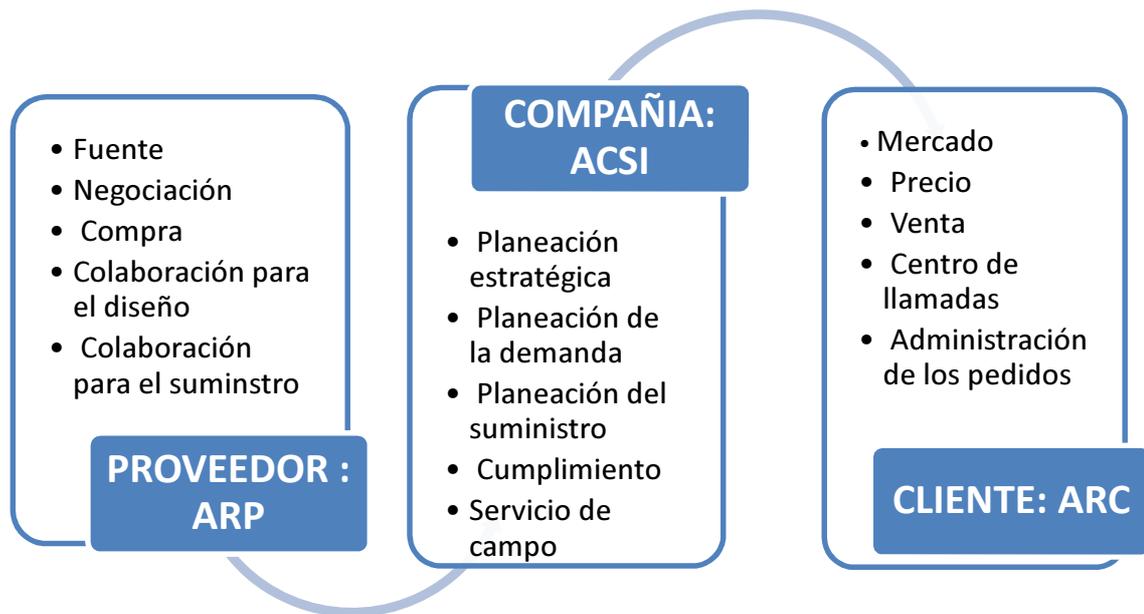
1. Administración de la relación con el cliente (ARC): la interacción de la compañía con sus clientes
2. Administración de la cadena de suministro interna (ACSI): todos los procesos internos de la empresa.
3. Administración de la relación con el proveedor (ARP): la interacción de la compañía con sus proveedores.

Lo que se quiere demostrar, es que todos los procesos de una empresa quedan comprendidos en estos y pertenecen a ellos indefectiblemente. El proceso de administración de la relación con el cliente es el encargado de generar demanda, es decir tiene que facilitar que el producto llegue al cliente, comprende marketing, “pricing”, administración de pedidos, entre otros.

El proceso de administración de la cadena de suministros es el que debe satisfacer la demanda generada por el proceso de administración de la relación con el cliente en tiempo y al menor costo posible. Incluye planeación de la producción y almacenamiento, planes de demanda, oferta y combinación óptima de productos.

La administración de la relación con el proveedor, se encarga de obtener todos los suministros para el proceso de administración de la cadena y también de la relación con los proveedores, gestionar descuentos, compartir información pertinente y la selección de los mismos.

Es clave que estos tres procesos se hallen alineados, apunten a un mismo objetivo y a servir a un mismo cliente. Es crucial que entre los distintos procesos por ejemplo compra a proveedores y marketing, tengan el mismo pronóstico. Porque si no esto llevaría a un desajuste en los mismos, provocando clientes poco satisfechos y pérdida de rentabilidad.



**Gráfico 3.** Fuente: ACS. Sunil – Chopra; 2003:15

## 1.2. LA ESTRATEGIA DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y SU RELACIÓN CON EL CLIENTE

Una estrategia de cadena de suministro determina la naturaleza de la obtención de las materias primas, el transporte de los materiales desde y hacia la compañía, la fabricación del producto u operación para proporcionar el servicio y la distribución del producto al cliente, junto con cualquier servicio de seguimiento y una especificación que indique si estos procesos se llevarán a cabo de manera interna o se subcontratarán. Dado que las compañías rara vez están completamente integradas de manera vertical, es importante reconocer que la estrategia de cadena de suministro define tanto los procesos que se realizarán bien dentro de la empresa, como la función que desempeñará cada entidad de la cadena de suministro.

Según lo señalan Chopra y Meindl (2008), el ajuste estratégico, se logra mediante la sincronización de la estrategia de la cadena de suministros y la estrategia competitiva: la alineación de las prioridades del cliente con la estrategia de la cadena de suministro. Las metas funcionales deben estar correlacionadas con las metas de la cadena de suministros para que la organización cumpla sus objetivos.

Existen según los autores, tres pasos básicos para lograr este ajuste:

1. Entender al cliente y la incertidumbre de la cadena de suministro; es decir, conocer las necesidades del cliente y a su vez las opciones que tiene la cadena de suministro para satisfacerlas. La empresa debe contar con opciones o escenarios posibles dado un giro en el hábito o comportamiento del cliente para adaptar la cadena de suministro. En este sentido es particularmente importante saber el segmento al cual se apunta.

2. Entender las capacidades de la cadena de suministro; para que fue diseñada y que demandas puede cumplir. Cuál es la flexibilidad con la que se cuenta y la conveniencia de un cambio en cualquiera de sus partes. Esto tiene que ver con la eficiencia de la cadena de suministro.

3. Lograr un ajuste estratégico: ya sea modificando la cadena de suministro o cambiando la estrategia competitiva. Para lograr un ajuste estratégico hay que correlacionar la capacidad de respuesta de la cadena de suministro con la incertidumbre implícita de la oferta y la demanda. El diseño de la cadena y todas las estrategias funcionales dentro de la compañía deben también apoyar el nivel de capacidad de respuesta de la cadena de suministro.

Cuando existe una mayor incertidumbre implícita de los clientes y fuentes de suministro, el mejor camino para atenderla consiste en incrementar la capacidad de respuesta de la cadena de suministro.

La cadena de suministro se halla cerca del cliente, esto es bueno porque cuando más lejos se esté más grande es el error de estimación, afectando a la cadena en su conjunto. Como ya expresamos anteriormente, el objetivo de la administración de la cadena de suministros es maximizar su superávit, minimizando costos, tiempos, fugas de información y lograr que cada eslabón funcione eficientemente.

Pero por otro lado el componente del gusto y la moda hacen que pronosticar temporadas enteras de primavera – verano, otoño – invierno sean difíciles. Debido a esto, los gerentes utilizan en gran medida métodos cualitativos tales como: moda, datos históricos, contexto económico, promociones, situación de la industria en el contexto económico global y área geográfica del punto de venta.

Siguiendo a J. Hanke y A. Reitsch (1996), se puede notar que existen dos tipos de datos de interés para el pronosticador. Los primeros son los datos que se reúnen en un solo punto en el tiempo y en contraste, muchos valores de datos de interés para una empresa se recolectan cada día, mes, trimestre o año. En tales casos, se han reunido series tiempo de datos. Las series de tiempo se analizan para descubrir patrones pasados de crecimiento y cambio.

Las técnicas de análisis de series de tiempo no eliminan las evaluaciones subjetivas, hacen una contribución útil, al proporcionar un enfoque conceptual y numérico a los pronósticos. Estos se formulan con la ayuda de un conjunto de procedimientos formales específicos y se indican, de manera explícita, los elementos de juicio.

### 1.3. DIRECTRICES DE LA CADENA DE SUMINISTRO

A continuación se presenta un resumen de la terminología de cadena de suministro que usaremos a lo largo del presente trabajo.

**Las instalaciones:** ubicaciones físicas donde el producto se almacena, se fabrica o ensambla. Depende de la prioridad de eficiencia o respuesta de cada negocio.

**El inventario:** abarca el producto en proceso, materia prima y producto terminado. Este es particularmente sensible en empresas textiles ya que una mejora en la capacidad de respuesta (mantener grandes stock para cumplir con la demanda) puede traer aparejada una pérdida de eficiencia (por costos de almacenamientos y obsolescencia)

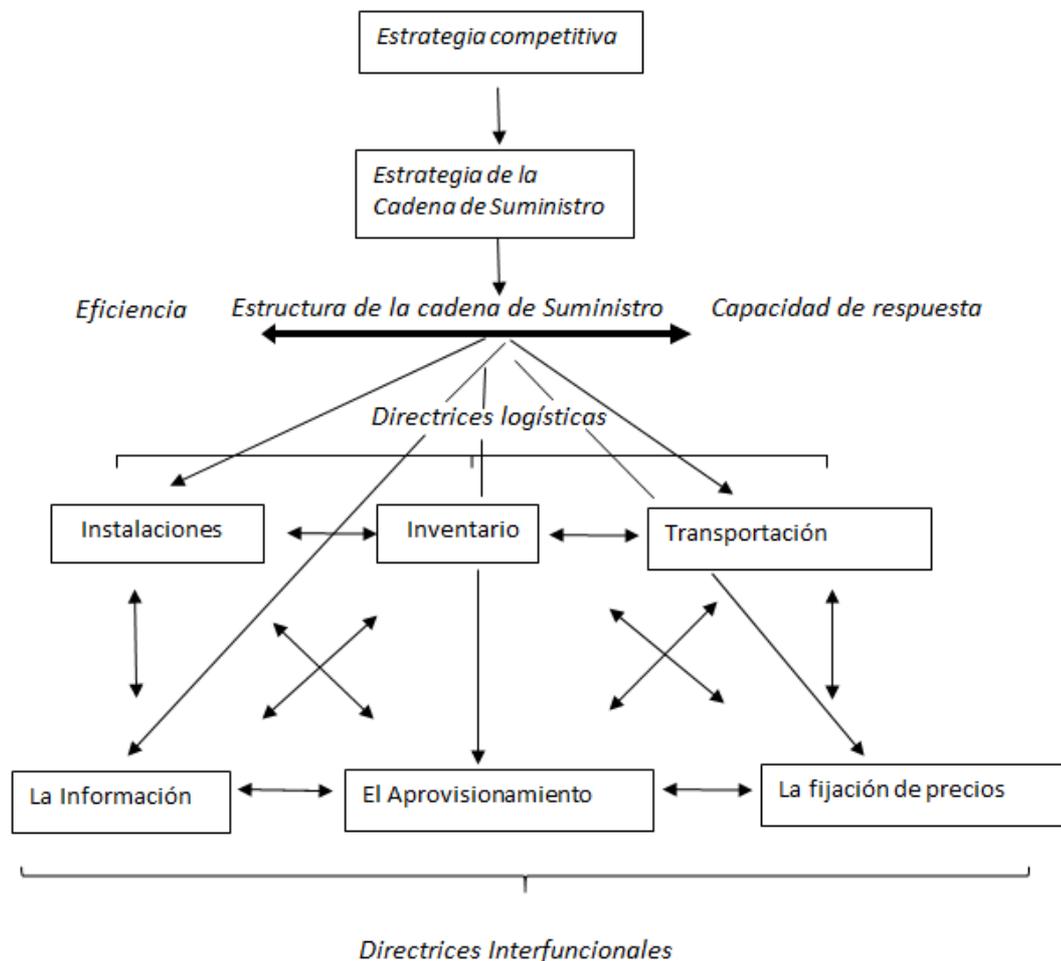
**El Transporte:** es la movilización del inventario. Puede tener muchas combinaciones posibles tanto de rutas como de medios. La empresa en cuestión utiliza vehículos propios para abastecer locales propios cercanos con una combinación de fletes pagos para clientes o locales en otras provincias. Esta directriz es producto de una negociación de términos contractuales con clientes mayoristas.

**La información:** Son los datos acerca de los clientes, precios, competencia, instalaciones, etc. que ayudan a mejorar la eficiencia en la cadena de suministros. Hay distintos grados de información, desde aquella que utilizan los mandos medios hasta la que es de utilidad para tomar decisiones de la alta gerencia.

**El aprovisionamiento:** Es la decisión de quien desempeñara una actividad perteneciente a la cadena de suministro. Cuáles se llevaran a cabo en la compañía y cuáles de manera externa. Las empresas textiles suelen tercerizar tareas como lavados de lona, por los costos fijos que significarían internalizar el proceso, o terminaciones como bordados o remaches que requieren de maquinaria y destrezas específicas. Al realizarlo la empresa gana eficiencia utilizando economías de escala.

**La fijación de precios:** Determina cuánto se cobrara por el producto afectando de esta manera el comportamiento del consumidor y la demanda. Es un componente del marketing mix muy utilizado en empresas textiles como descuentos, promociones, liquidaciones, entre otros.

### Marco de toma de decisiones de la cadena de suministros



**Gráfico 4.** Fuente: ACS. Sunil – Chopra (2003)

El objetivo de la estrategia de la cadena de suministro es el equilibrio entre la capacidad de respuesta y la eficiencia que mejor se ajusta a la estrategia competitiva.

Para alcanzar este objetivo, la compañía debe estructurar la combinación adecuada de las tres directrices logísticas y las tres directrices interfuncionales. Para cada uno de ellas, los gerentes de la cadena deben buscar el balance entre la eficiencia y la capacidad de respuesta con base en la interacción con las otras directrices.

El resultado de la combinación de las directrices determina la capacidad de respuesta de la cadena de suministro para terminar impactando en la utilidad final de la misma.

### Cadena de suministro de la empresa textil:



**Gráfico 5.** Fuente: Elaboración propia

En esta empresa la administración de la cadena de suministros consiste en mantener o ser dueños de los procesos, acortando tiempos de espera entre fabricantes y distribuidores. Esto hace que se trabaje compartiendo información permanentemente y el producto pueda arribar al detallista y al consumidor final en el menor tiempo posible.

Más adelante, cuando se aborde la aplicación del presente trabajo, se observará que la cadena de suministros de la empresa en cuestión se retroalimenta de las demás partes de la misma en las distintas unidades de negocios y como el ánimo de los clientes puede llegar a afectar la producción actual dada las expectativas por lo sucedido hasta entonces.

También se analizará como factores externos a lo planificado pueden variar las decisiones económicas, tema que se abordará mediante el estudio de la tendencia y la deducción del factor aleatorio o error de pronóstico.

## **2. LA DEMANDA Y LOS MÉTODOS DE PRONÓSTICOS**

### **2.1. LA DEMANDA**

Económicamente hablando, la demanda es “la cantidad de un bien que están dispuestos a adquirir los consumidores a cada nivel de precios, manteniendo constantes todos los demás factores de los que depende, es decir, los precios de otros bienes, la renta y las preferencias”.

Muchos análisis económicos son utilizados para pronosticar escenarios posibles, y suelen ser muy útiles bajo supuestos que muchas veces no son los realmente observados.

En empresas como las textiles el nivel de ingreso, las preferencias de los consumidores, los precios de los otros bienes y la competencia, hacen que sea indispensable contar con métodos de pronósticos que ayuden a alinear los procesos de la Cadena de Suministros con los de la Organización.

Las empresas textiles exitosas por lo general son las que pueden administrar los recursos, el tiempo y tener una gran flexibilidad de cambio ante las preferencias de los consumidores.

Una marca tiene su estilo y este tiene una correlación con un segmento de consumidores específico. Cuando las empresas textiles logran entender el funcionamiento del rubro es que nace la necesidad de permanecer en él, de la manera más eficiente y esto se logra administrado correctamente la cadena de suministros.

Este trabajo se enfoca en obtener un pronóstico de la demanda de productos con tendencia y estacionalidad marcadas, minimizando los errores de estimación sobre una serie de datos que nos permitan, mediante su estudio saber dónde nos encontramos, aplicando los métodos que mejor se adapten a ellos.

Esto va a permitir, manejar un inventario adecuado minimizando los costos de almacenamiento, gestionar la relación con los proveedores, aplicar políticas de compras, de promociones de ventas y de marketing, entre otras.

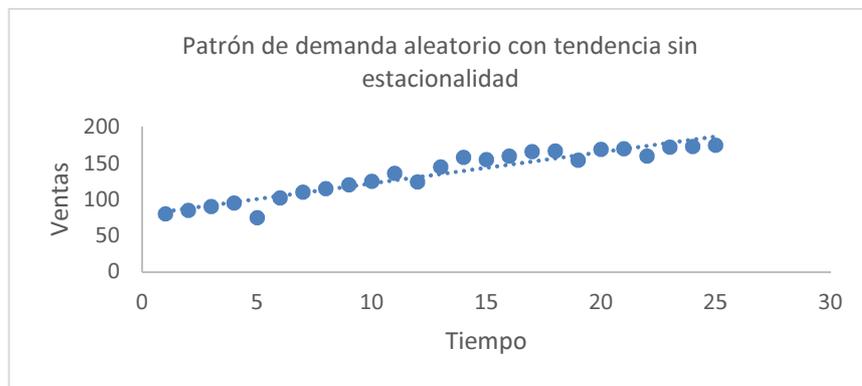
#### **2.1.1. Clasificación de la Demanda:**

De acuerdo con Ballou (2004) la demanda puede clasificarse en:

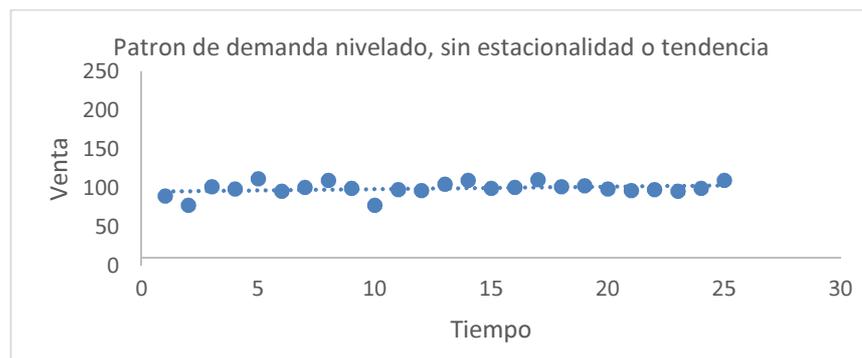
Demanda Espacial: es la localización de la demanda, se tiene en cuenta para planear el almacenamiento, la ubicación geográfica y para equilibrar los niveles de inventario.

Demanda Temporal: es la variación de la demanda en el tiempo, el resultado del crecimiento o declinación de los índices de venta. Esta es la demanda que vamos a relacionar para obtener más adelante los pronósticos que van a contribuir a minimizar los costos en la cadena de suministro.

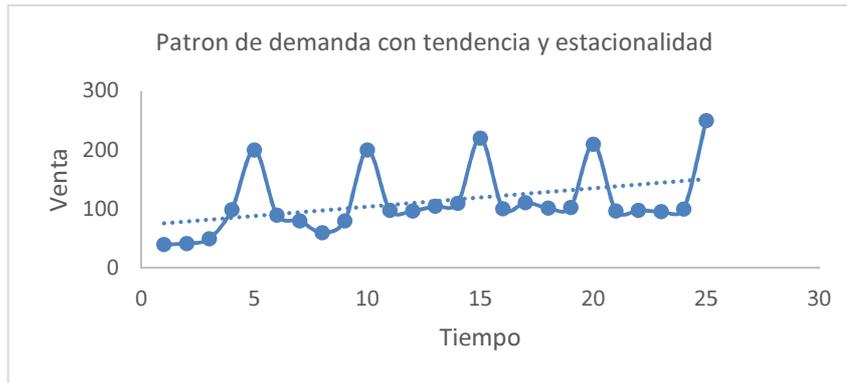
Demanda Regular: es la demanda que sigue ciertos patrones y se puede conocer un producto dado su tendencia y /o estacionalidad. También contienen un componente aleatorio que se obtiene por decantación pero siempre se encuentra presente en la misma.



**Gráfico 6.** Fuente: Ballou (2004)



**Gráfico 7.** Fuente: Ballou (2004)



**Gráfico 8.** Fuente: Ballou (2004)

Demanda Irregular: Se da cuando la demanda presenta bajo volumen y gran incertidumbre. Por lo general se da con productos en su etapa de lanzamiento o de retiro del mercado.



**Gráfico 9.** Fuente: Ballou (2004)

Demanda Independiente: son aquellos productos que se producen de manera anticipada al requerimiento del cliente. Aquí se emplean ampliamente los pronósticos de demanda

Demanda Derivada: la demanda se conoce con certeza. No se emplean los pronósticos dado que por lo general se producen por pedido del cliente.

Habiendo definido brevemente la demanda y avanzando con respecto a cómo adelantarse a la misma, cabe comprender algunas verdades acerca de los pronósticos.

Muchas técnicas de pronósticos, que se han desarrollado en el siglo XIX, han tomado especial relevancia con el uso de la computadora personal y así, se han ido especializando las mismas.

Los administradores le han otorgado mayor importancia a las técnicas de pronóstico, dado a que permiten tomar una dirección más acertada o si se quiere, menos intuitiva. Una vez que el curso de acción esta tomado, lo único que resta es medir en cuanto se desvió la realidad de lo proyectado.

El hombre, posee un cierto bagaje de conocimientos, de experiencias previas que no están disponibles en ningún método cuantitativo. El pronosticador efectivo es aquel capaz de formular una mezcla de buen juicio y técnicas de pronóstico cuantitativas, evitando el extremo de depender exclusivamente de uno de ellos.

Derivado de lo anterior, numerosas bibliografías destacan la “verdades acerca de los pronósticos”, en primer lugar se menciona que los pronósticos “siempre están equivocados”; esto hace referencia a que en el futuro siempre vamos a encontrar un componente aleatorio, que no es ni más ni menos que el error de pronóstico; la diferencia entre lo que el pronosticador dijo que iba a pasar y lo que en realidad sucedió.

Otra verdad es que agregar pronósticos siempre es más preciso, complementa lo que se abordó anteriormente acerca de que al usar únicamente el juicio que está viciado de ciertos aspectos de la conducta humana.

Los pronósticos para horizontes de corto plazo son más precisos, esto porque en la mayoría de los casos el próximo acontecimiento está íntimamente ligado al anterior y el escenario tiene menos probabilidades de cambiar en lo inmediato. Esto nos lleva a otra verdad, que es, que la historia pasada ayuda, es decir poder pronosticar depende de poder contar con datos previos de lo que se está intentando pronosticar.

Como se comentó al abordar la cadena de suministros, proyectar la demanda está ligada a la administración de la relación con el cliente, que más tarde termina afectando los demás procesos. Es por ello que los gerentes comerciales tienen la información que se necesita para pronosticar. En este punto, la cadena de suministros no tiene que ser única, porque puede haber una para cada negocio, cliente o producto.

De lo anterior, se puede inferir que dedicar recursos limita la capacidad de respuesta, es decir, para lograr la eficiencia en la cadena de suministros, se debe mantener un equilibrio entre los recursos utilizados y la capacidad de respuesta de la misma. Y por último, compartir riesgos puede mitigar las consecuencias, esto es, no concentrar la responsabilidad en un solo actor, sino diversificar riesgos. Esto ayuda a que el curso de

acción este consensado entre los intervinientes que en definitiva son los usuarios directos de la información.

## 2.2. MÉTODOS DE PRONÓSTICO:

Pronosticar es hacer proyecciones acerca de cuáles serán la demanda y las condiciones futuras. Para obtener información de los pronósticos se necesitan técnicas para estimar las ventas o condiciones de mercado en el futuro. Los gerentes deben decidir cómo llevar a cabo los pronósticos y en qué medida se apoyarán en éstos para tomar sus decisiones. Con frecuencia, los pronósticos se emplean tanto en el nivel táctico, para programar la producción, como en el nivel estratégico, para determinar si se construyen nuevas plantas o incluso si se entra a un nuevo mercado.

La demanda del cliente se ve afectada por una serie de factores; la compañía debe conocer cuáles son esos factores que afectan la demanda futura y luego establecer la relación entre ellos. En función de estos, que pueden ser, la demanda pasada, la apertura de un nuevo local comercial, las campañas de marketing, las campañas de descuento, etc. la empresa deberá seleccionar un método de pronóstico.

Según Chopra y Meindl (2008), los pronósticos pueden clasificarse en:

**Cualitativos:** son principalmente subjetivos y se apoyan en el juicio humano. Adquieren relevancia cuando no se cuenta con información histórica.

**Series de Tiempo:** utilizan la demanda histórica para hacer pronósticos. Son los más simples porque se basan en el supuesto de que el patrón del periodo anterior tiende a repetirse en los periodos siguientes.

**Causal:** la demanda esta correlacionada con factores en el ambiente: economía, tasas de interés, etc. En este caso, antes hay que estimar los factores ambientales.

Pero sólo con los factores ambientales no alcanza. Es bueno tener mayor certidumbre de lo que sucederá en el contexto, pero es información en igualdad de condiciones para todas las compañías. Lo que hace la diferencia es complementar este método con un análisis cuantitativo para así obtener una ventaja competitiva.

Este método sirve para estimar el impacto que por ejemplo puede tener una promoción en el precio de un producto.

**Simulación:** sirve para imitar el comportamiento del cliente, por ejemplo, el impacto de la apertura de una tienda cercana de un producto de la competencia.

Una combinación de los anteriores, nos daría un pronóstico más acertado. Nuestro análisis estará dirigido a las series de tiempo, teniendo en cuenta que todo pronóstico contiene un componente aleatorio estrechamente vinculado a aspectos del futuro que no puede ser explicado por los datos del pasado:

**Componente sistemático:** mide el valor esperado de la demanda y consiste en lo que llamamos nivel, la demanda desestacionalizada actual; tendencia, la tasa de crecimiento o descenso en la demanda para el periodo siguiente; y la estacionalidad, las fluctuaciones estacionales predecibles en la demanda.

**Componente aleatorio:** es el error de pronóstico; no se puede y no se debe pronosticar este componente. Lo que hace es medir la diferencia entre la demanda pronosticada y la real.

$$\text{DEMANDA OBSERVADA} = \text{COMPONENTE SISTEMÁTICO} + \text{COMPONENTE ALEATORIO}$$

### 2.3. MÉTODO DE PRONÓSTICO POR SERIES DE TIEMPO

Todo pronóstico debe predecir el componente sistemático de la demanda y estimar el componente aleatorio. El componente sistemático de la información de la demanda contiene un nivel, una tendencia y un factor estacional. La ecuación para calcular el componente sistemático puede adoptar las siguientes formas:

- **Multiplicativo:** componente sistemático = nivel x tendencia x factor estacional
- **Aditivo:** componente sistemático = nivel + tendencia + factor estacional
- **Mixto:** componente sistemático = (nivel + tendencia) x factor estacional

### 2.4. MÉTODOS ESTÁTICOS:

En los modelos estáticos se supone que tanto el nivel, como la tendencia, como el componente estacional no varían conforme se observa la nueva demanda. Es decir los datos mantienen una tendencia creciente, decreciente o lineal y el nivel siempre es el mismo, es decir, no sufre variaciones

$$\text{Componente sistemático} = (\text{nivel} + \text{tendencia}) \times \text{factor estacional}$$

Se comienza describiendo las funciones a utilizar durante este trabajo:

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

$T$  = estimado de la tendencia (incremento o decremento en la demanda por periodo)

$S_t$  = estimado del factor estacional para el periodo  $t$

$D_t$  = demanda real observada en el periodo  $t$ .

$F_t$  = pronóstico de la demanda para el periodo  $t$

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

$$F_{t+l} = [L + (t + l)T]S_{t+l} \quad \text{Ec.2.1}$$

Debemos seguir dos pasos en el método del pronóstico estático:

1) Desestacionalizar la demanda: Desestacionalizamos la demanda para poder aplicar sobre los datos un análisis de regresión lineal y así poder estimar tanto la tendencia como el nivel y esto a su vez nos servirá para:

2) Estimar los factores estacionales: De la diferencia entre la demanda real y la demanda desestacionalizada.

### **Desestacionalización de la Demanda**

La demanda desestacionalizada es aquella que veríamos en ausencia de factores estacionales, con lo cual observando la serie de datos bajo análisis podemos extraer  $p$ , es decir, la periodicidad: cada cuanto periodo ( $n$ ) se repite el ciclo estacional. Una vez detectado este, procedemos a utilizar las siguientes fórmulas para Desestacionalizar la demanda real (azul en el gráfico 10) de nuestros datos para cuando el periodo es par o para cuando es impar:

Para p par:

$$D_t = \left[ D_{t-\left(\frac{p}{2}\right)} + D_{t+\left(\frac{p}{2}\right)} + \left( \sum_{i=t+1-\left(\frac{p}{2}\right)}^{t-1+\left(\frac{p}{2}\right)} 2Di \right) \right] / 2p \quad \text{Ec.2.2}$$

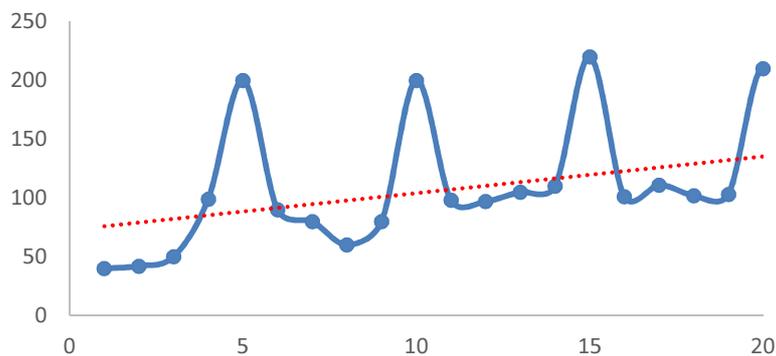
Para p impar:

$$D_t = \left[ D_{t-\left(\frac{p}{2}\right)} + D_{t+\left(\frac{p}{2}\right)} + \left( \sum_{i=t+1-\left(\frac{p}{2}\right)}^{t-1+\left(\frac{p}{2}\right)} Di \right) \right] / p \quad \text{Ec.2.3}$$

Una vez suavizada la demanda, podemos establecer la siguiente relación lineal entre la demanda desestacionalizada y el tiempo:

$$D_t = [L + T_t] \quad \text{Ec.2.4}$$

**Demanda real vs demanda desestacionalizada**



**Gráfico 10.** Fuente: Elaboración propia

Donde la demanda desestacionalizada (línea roja de puntos en el gráfico 10) es la variable dependiente y el tiempo la independiente. Por lo cual utilizando regresión lineal

podemos calcular el nivel y la tendencia para nuestra serie de datos. Y además, el factor estacional que resulta del cociente entre la demanda real y la demanda desestacionalizada.

Por último, para obtener el pronóstico, debemos obtener el promedio de los factores estacionales para periodos similares. Luego aplicamos la fórmula y obtenemos el pronóstico para los periodos futuros utilizando todos los datos mencionados:

$$F_{t+l} = [L + (t + l)T]S_{t+l} \quad \text{Ec.2.5}$$

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 periodos de la forma  $p_{t+i}$ ,  $1 \leq i \leq p$  obtenemos el factor estacional como:

$$S_i = \sum_{j=0}^{r-1} S_{jp+i} / r \quad \text{Ec.2.6}$$

## 2.5. MODELO ADAPTATIVO:

En este modelo los estimados del Nivel, la Tendencia y el Factor Estacional se actualizan luego de cada actualización de la demanda.

En los métodos adaptativos, el pronóstico para el periodo  $t + l$  en el periodo  $t$  está dado por:

$$F_{t+l} = (L_t + lT_t)S_{t+l} \quad \text{Ec.2.7}$$

En este modelo, tenemos que seguir cuatro pasos fundamentales

- 1) **Inicializar:** Se calculan el Nivel, la Tendencia y el Factor estacional igual que en el método estático
- 2) **Pronóstico:**  $F_{t+l} = (L_t + lT_t) S_{t+l}$  Aquí se pronostica la demanda con alguno de los métodos adaptativos que se exponen próximamente

**3) Error Estimado:**  $E_{t+1} = F_{t+1} - D_{t+1}$ . Medimos el error entre la demanda real y el pronóstico

**4) Modificar los estimados:** Modificar los estimados del nivel ( $L_{t+1}$ ), tendencia ( $T_{t+1}$ ) y factores estacionales ( $S_{t+p+1}$ ), dado el error  $E_{t+1}$  en el pronóstico

Como se dijo en un principio, los pronósticos adaptativos revisan los datos a la luz de la última actualización haciendo más precisas las estimaciones. A continuación se describen los distintos modelos, cuya aplicación dependerá de la característica de la demanda y la composición del componente sistemático de la misma.

#### Métodos de Pronóstico Adaptativos:

**1) Promedio Móvil:** Se utiliza cuando la demanda no tiene tendencia o estacionalidad evidentes.

**2) Suavizamiento exponencial Simple:** Al igual que en promedio móvil se utiliza cuando no se observan marcada tendencia o estacionalidad, y se agregan constantes de suavizamiento.

**3) Modelo de Holt:** Se utiliza cuando en la demanda se observa nivel y tendencia pero no componente estacional.

**4) Modelo de Winter:** Se utiliza cuando en la demanda se observa nivel y tendencia y además componente estacional.

### 2.5.1. Promedio móvil

El método del promedio móvil se emplea cuando la demanda no tiene tendencia o estacionalidad observables. En este caso, el componente sistemático de la demanda es igual al nivel. Se obtiene promediando la demanda de los periodos más recientes:

$$L_t = (D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-n+1}) / n \quad \text{Ec.2.8}$$

El pronóstico actual para todos los periodos futuros es el mismo y se basa en el estimado actual del nivel. El pronóstico es formulado como:

$$F_{t+1} = L_t \quad y \quad F_{t+n} = L_t \quad \text{Ec.2.9}$$

Después de observar la demanda para el periodo  $t + 1$ , revisamos los estimados como sigue:

$$L_{t+1} = (\mathcal{D}_{t+1} + \mathcal{D}_t + \dots + \mathcal{D}_{t-n+2}) / n \quad F_{t+2} = L_{t+1} \quad \text{Ec.2.10}$$

Para calcular el nuevo promedio móvil, simplemente agregamos la última observación y quitamos la más antigua. El promedio móvil revisado sirve en el siguiente pronóstico. El promedio Móvil corresponde a dar igual peso a los últimos  $N$  periodos de información al pronosticar e ignorar toda la información anterior a este nuevo promedio móvil. Conforme incrementamos  $n$ , el promedio móvil es menos sensible a la demanda observada más recientemente.

### 2.5.2. Suavizamiento exponencial simple

El método de suavizamiento exponencial simple es el más apropiado cuando la demanda no tiene una tendencia o estacionalidad observable. En este caso:

Componente sistemático de la demanda = Nivel

Se toma el estimado inicial del nivel,  $L_0$ , para que sea el promedio de los datos históricos, ya que se ha supuesto que la demanda no tiene una tendencia o estacionalidad observable. Dados los datos de la demanda para los periodos 1 a  $n$ , tenemos lo siguiente:

$$L_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad \text{Ec.2.11}$$

El pronóstico actual para todos los periodos futuros es igual al estimado actual del nivel y está dado por:

$$F_{t+1} = L_t \quad y \quad F_{t+n} = L_t \quad \text{Ec.2.12}$$

Después de observar la demanda  $D_{t+1}$  para el periodo  $t+1$ , revisamos el estimado del nivel como sigue:

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)L_t \quad \text{Ec.2.13}$$

Podemos entonces expresar el nivel de un periodo dado como una función de la demanda actual y el nivel en el periodo anterior:

$$L_{t+1} = \sum_{n=0}^{t-1} (1 - \alpha)^n D_{t+1-n} + (1 - \alpha)^t D_1 \quad \text{Ec.2.14}$$

Esquemáticamente:

$$L_1 = \alpha D_1 + (1 - \alpha)L_0$$

$$L_2 = \alpha D_2 + (1 - \alpha)L_1$$

$$L_3 = \alpha D_3 + (1 - \alpha)L_2$$

Donde  $L_3$  será el pronóstico para la Demanda en el periodo 4

### 2.5.3. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia (Modelo de Holt)

Cuando se supone que la demanda tiene un nivel y una tendencia en el componente sistemático pero no estacionalidad. En este caso, tenemos

Componente sistemático de la demanda = Nivel + Tendencia

Obtenemos el estimado inicial del nivel y la tendencia al calcular la regresión lineal entre la Demanda  $D_t$  y el periodo  $t$  de la forma:

$$D_t = at + b \quad \text{Ec.2.15}$$

Esto lo podemos hacer porque la demanda no tiene estacionalidad. No sería correcto realizar una regresión lineal con datos sin desestacionalizar, como lo vimos antes.

$$F_{t+1} = L_t + T_t \quad y \quad F_{t+n} = L_t + nT_t \quad \text{Ec.2.16}$$

Después de observar la demanda para el periodo t, revisamos los estimados para el nivel y la tendencia de la siguiente manera:

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)(L_t + T_t) \quad \text{Ec.2.17}$$

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t \quad \text{Ec.2.18}$$

Donde  $\alpha$  es una constante de suavizamiento para el nivel,  $0 < \alpha < 1$ , y  $\beta$  es una constante de suavizamiento para la tendencia,  $0 < \beta < 1$ .

$$F_1 = L_0 + T_0 \quad \text{Ec.2.19}$$

Luego, dados los valores para  $\alpha$  y  $\beta$ , encontramos:

$$L_1 = \alpha D_1 + (1 - \alpha)(L_0 + T_0) \quad y \quad \text{Ec.2.20}$$

$$T_1 = \beta(L_1 - L_0) + (1 - \beta)T_0 \quad \text{Entonces} \quad \text{Ec.2.21}$$

$$F_2 = L_1 + T_1 \quad \text{Ec.2.22}$$

Y así continuamos corrigiendo el nivel y la tendencia hasta pronosticar todos los periodos requeridos.

#### 2.5.4. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia y estacionalidad (Modelo de Winter)

Este método es adecuado cuando el componente sistemático de la demanda tiene un Nivel, una Tendencia y un Factor Estacional. En este caso tenemos:

Componente sistemático de la demanda = (Nivel + Tendencia) x Factor Estacional

En el periodo t, dados los estimados del nivel,  $L_t$ , tendencia,  $T_t$  y los factores estacionales,  $S_t, \dots, S_{t+p-1}$ , el pronóstico para los periodos futuros está dado por:

$$F_{t+1} = (L_t + T_t)S_{t+1} \quad \text{Y} \quad F_{t+1} = (L_t + lT_t)S_{t+1} \quad \text{Ec.2.23}$$

Al observar la demanda para el periodo t + 1 revisamos los estimados para el nivel, la tendencia y los factores estacionales de la siguiente manera:

$$L_{t+1} = \alpha(D_{t+1} / S_{t+1}) + (1 - \alpha)(L_t + T_t) \quad \text{Ec.2.24}$$

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - l_t) + (1 - \beta)T_t \quad \text{Ec.2.25}$$

$$S_{t+p+1} = \gamma(D_{t+1} / L_{t+1}) + (1 - \gamma)S_{t+1} \quad \text{Ec.2.26}$$

Cabe aclarar que este modelo agrega la estacionalidad, razón por la cual para calcular el estimado inicial de nivel y tendencia con regresión lineal, debemos desestacionalizar la demanda dado que esta es periódica.

### Método de pronóstico aplicable dada la característica de la Demanda:

Promedio móvil	Sin tendencia o estacionalidad
Suavizamiento exponencial simple	Sin tendencia o estacionalidad
Modelo de Holt	Con tendencia sin estacionalidad
Modelo de Winter	Con tendencia y estacionalidad

Fuente: S. Chopra y P. Meindl (2008)

## 2.6. MEDIDAS DEL ERROR DEL PRONÓSTICO

### Error cuadrático medio: ECM

Todo pronóstico debe captar el componente sistemático de la demanda, no así el aleatorio, que se manifiesta cuando medimos el error de pronóstico. Este nos da una señal de cómo está estimando el modelo utilizado: si constantemente este mide una diferencia positiva, tal vez se tenga que corregir el mismo y si históricamente viene arrojando un error y de pronto este se sale de lo normal; puede ser señal de que haya que cambiar el modelo. Es decir, el error de pronóstico ayuda a identificar los ejemplos en los cuales el método de pronóstico utilizado es inapropiado.

El MSE se relaciona con la varianza del error de pronóstico. En efecto, estimamos que el componente aleatorio de la demanda tiene una media de 0 y una varianza de MSE.

El error de pronóstico para el periodo t está dado por  $E_t$ :

$$E_t = F_t - D_t \quad \text{Ec.2.27}$$

Una medida del pronóstico de error es el error cuadrático medio (ECM), donde se sostiene lo siguiente:

$$ECM = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_t^2 \quad \text{Ec.2.28}$$

El ECM eleva al cuadrado el error penalizando los desvíos.

### **Desviación absoluta media: DAM**

Valor absoluto del error en el periodo  $t$ :  $A_t = |E_t|$ , y DAM es el promedio de la desviación absoluta durante todos los periodos:

$$DAM = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t \quad \text{Ec.2.29}$$

Este método, promedia más que el desvío, la magnitud de los errores.

Esta fórmula se utiliza para estimar la desviación estándar del componente aleatorio suponiendo que éste se encuentra distribuido normalmente. En este caso la desviación estándar del componente aleatorio es:

$$\alpha = 1,25 MAD \quad \text{Ec.2.30}$$

Luego estimamos que la media del componente aleatorio es 0 y que la desviación estándar del componente aleatorio de la demanda es  $\alpha$ .

Siguiendo con la medición de errores, puede resultarnos útil medirlo en forma de porcentaje respecto de la demanda real, así surge PEMA (Porcentaje de Error Medio Absoluto)

$$PEMA = \left[ \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right| 100 \right] / n \quad \text{Ec.2.31}$$

Luego, ver si este método subestima o sobrestima constantemente la demanda utilizamos la suma de los errores de pronóstico para evaluar la tendencia:

$$SESGO_n = \sum_{t=1}^n E_t \quad \text{Ec.2.32}$$

El sesgo fluctuará alrededor de 0 si el error es en verdad aleatorio y no tiene sesgo hacia un lado o el otro. Idealmente, si graficamos todos los errores, la pendiente de una línea recta que pase por ellos deberá ser 0.

La señal de rastreo es el cociente entre el sesgo y la MAD y está dada por:

$$\text{La Señal de Rastreo } = SR = \frac{SESGO}{DAM}$$

Si la TS en algún periodo está fuera del rango de  $\pm 6$ , esto es una señal de que el pronóstico tiene sesgo y está subpronosticado ( $TS < -6$ ) o sobre pronosticado ( $TS > +6$ ). En este caso, la compañía debe optar por elegir un nuevo método de pronóstico. Un caso en el cual resultará una gran SR negativa es cuando la demanda tiene una tendencia de crecimiento y el gerente está empleando un método de pronóstico como el promedio móvil. Debido a que la tendencia no está incluida, el promedio histórico de la demanda es siempre menor que la demanda futura.

La SR negativa detecta que el método de pronóstico consistentemente subestima la demanda y alerta al gerente.

### Implicaciones del error en el pronóstico:

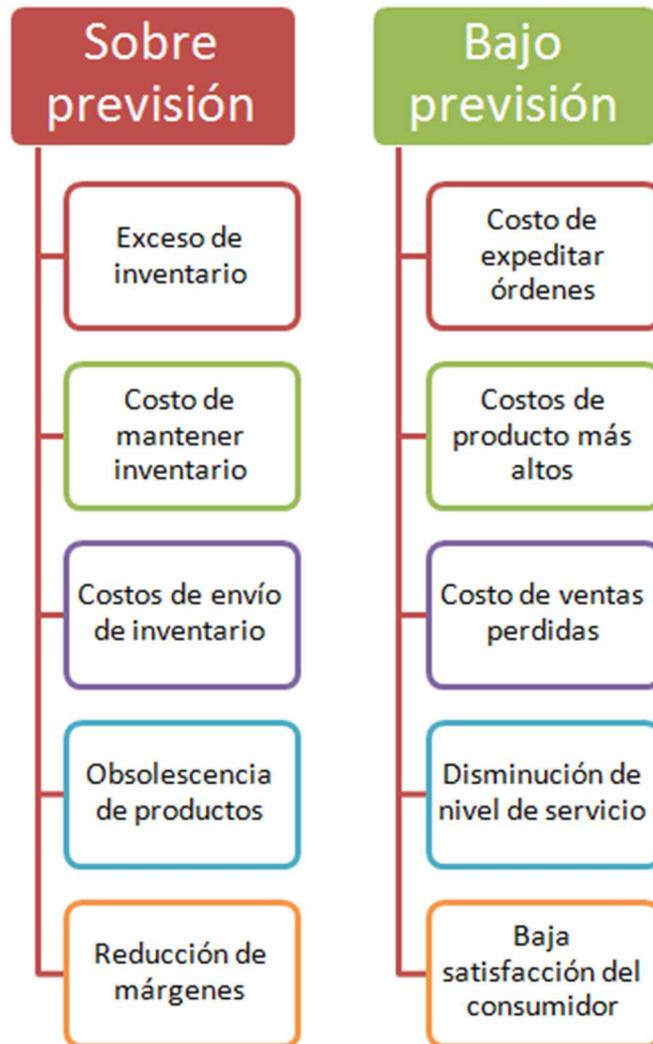


Gráfico 11. Fuente: Ingeniería Industrial Online

## **B.2 METODOLOGÍA**

La metodología a implementar en el presente trabajo final, constará de etapas claramente definidas y diferenciadas. Entre ellas, podemos mencionar:

1. Recolección de los datos históricos de ventas de la empresa objeto de estudio que constituirán la serie de tiempo.
2. Elección de los productos más importantes o representativos, tomando como criterio de selección la participación relativa en las ventas totales de la empresa.
3. Desarrollo y aplicación de los modelos de estimación a los productos seleccionados.
4. Elección del modelo de proyección de demanda más apropiado para la serie de datos de los productos seleccionados en la empresa objeto de estudio.
5. Elaboración de conclusiones.

### **3. DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA Y DE LA EMPRESA**

Pronosticar es el arte y la ciencia de anticiparnos a los acontecimientos futuros. Desde antaño, el hombre ha intentado saber que es lo próximo que ocurrirá respecto de todo aquello por lo que hoy está pasando. Esto toma especial relevancia en el mundo de los negocios dado que implica asignación de recursos, tiempo y dinero.

Metodológicamente expresaremos que el objetivo del pronóstico y puntualmente de este trabajo es pronosticar la demanda en una empresa textil e inmediatamente nos ubicamos en la parte estratégica de la cadena de suministros que dijimos que es aquella que está directamente vinculada a las necesidades del cliente.

Pero las siguientes aplicaciones pueden ser usadas en distintos puntos de la cadena de suministro: por ejemplo para pronosticar disponibilidad de productos de nuestros proveedores o cantidad de fallas a lo largo de un ciclo operativo. Solo basta ingenio e inquietud en establecer un camino a seguir para una variable a analizar.

Nadie sabe lo que ocurrirá exactamente, pero toda persona, empresa o equipo de trabajo necesita y debe completar sus decisiones con un respaldo científico, ya que está comprobado que hacerlo disminuye el error, y por ende, las posibilidades de tomar una decisión equivocada.

A continuación, se analiza la empresa modelo y la composición de su industria y productos en Argentina.

#### **3.1. ASPECTOS DESTACADOS DE LA INDUSTRIA**

Con los métodos aplicables y la observación de la tendencia, los vaivenes económicos quedan incluidos en los pronósticos, pero vale la pena hacer un recorrido de cómo estos aspectos no son ajenos a la toma de decisiones.

Dados los tiempos que corren, los países latinoamericanos están continuamente expuestos a las políticas de apertura de importaciones que en épocas son más protectoras que en otras, pero que en definitiva, terminan afectando a la industria dada la difícil competencia con prendas de la región asiática, que cuentan con economías de escala y bajo valor de la mano de obra y materias primas.

Por el contrario en Argentina, se observan cambios impositivos en relación a políticas de comercio exterior que impactan en las ventas del sector y esto hace que influya en la tendencia alcista que tienen algunos productos y que se hallan explicados por las mismas.

Por eso, conocer los aspectos políticos y económicos, puede enriquecer el análisis dado que permiten tomar medidas siendo cautos ante políticas que disminuyen en consumo y arriesgados ante políticas que favorecerán la expansión del mismo.

Actualmente Argentina está experimentando cambios en el nivel de consumo tendientes a reducirlo para bienes no durables. La austeridad y la incertidumbre generan frenos dadas las expectativas de los distintos actores de la economía.

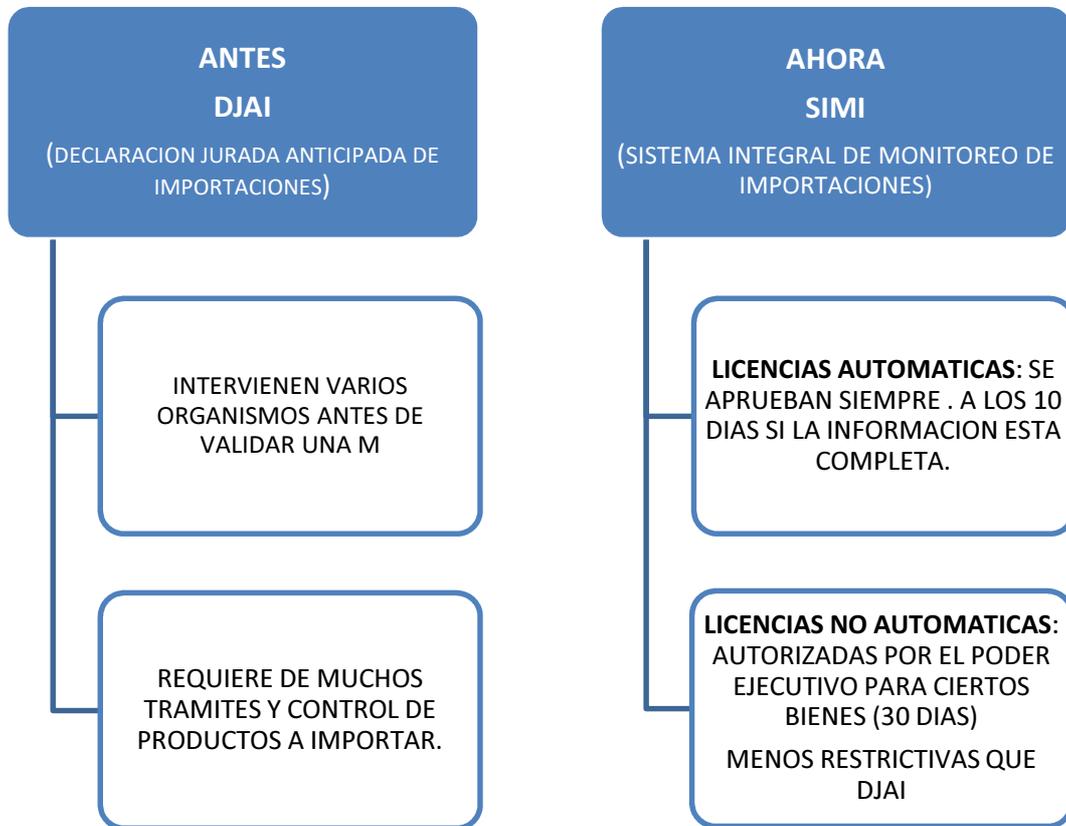
La observación empírica, demuestra que se está mutando gradualmente hacia el libre comercio, esto con una apertura de las importaciones y menores restricciones que hacen que las empresas, particularmente las Pymes tengan que ser ingeniosas en conocer su demanda para eficientizar los costos de producción dada la competencia con productos extranjeros.

Las acciones implementadas por los organismos públicos dan cuenta de ello:

### **Posiciones Arancelarias que requieren licencias no automáticas:**

- Certificado de Importación de Calzado (CIC)
- Certificado de Importación de Partes de Calzado (CIPC)
- Certificado de Importación de Productos Textiles (CIPT)
- Certificado de Importación de Hilados y Tejidos (CIHT)

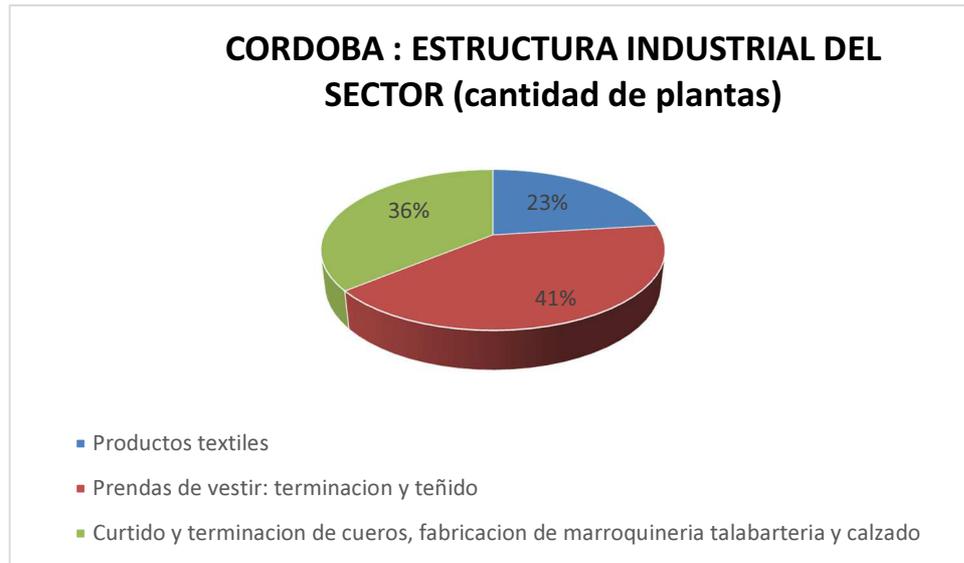
## LA INDUSTRIA Y LA APERTURA AL COMERCIO INTERNACIONAL



**Gráfico 12.** Fuente IERAL – Fundación Mediterránea

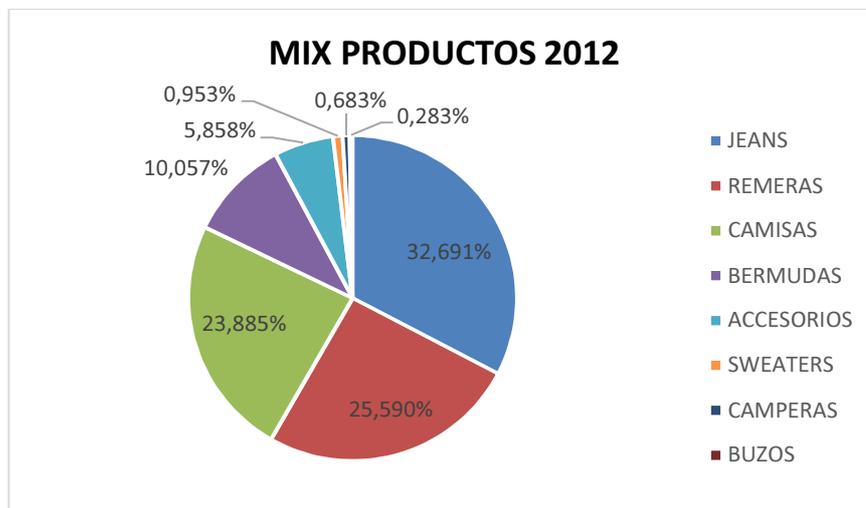
La Empresa bajo análisis se encuentra ubicada en la provincia de Córdoba, aunque tiene ventas a nivel nacional. Sus productos principales son prendas de vestir y uno de sus principales proveedores son los talleres textiles que forman parte de la cadena de suministros y son un eslabón importante en el planeamiento de la producción. Los talleres, cosen, arman y realizan tareas de terminaciones.

Como se muestra en el gráfico 13, en la provincia de Córdoba existen 83 plantas fabriles de productos textiles, 149 plantas fabriles de prendas de vestir, terminación y teñido y 132 de curtido y terminación de cueros, fabricación de marroquinería, talabartería y calzado.

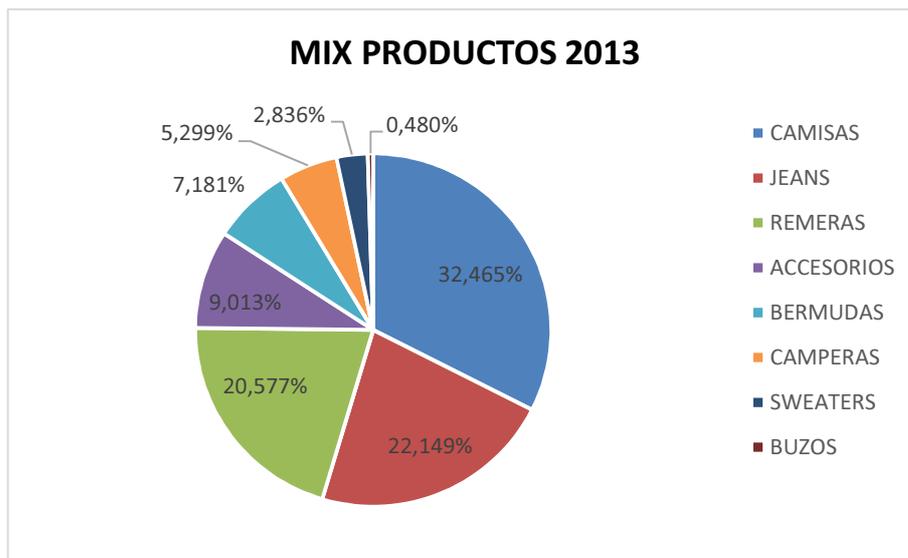


**Gráfico 13.** Fuente: Ministerio de Empleo, trabajo y Seguridad Social de la Nación Argentina.

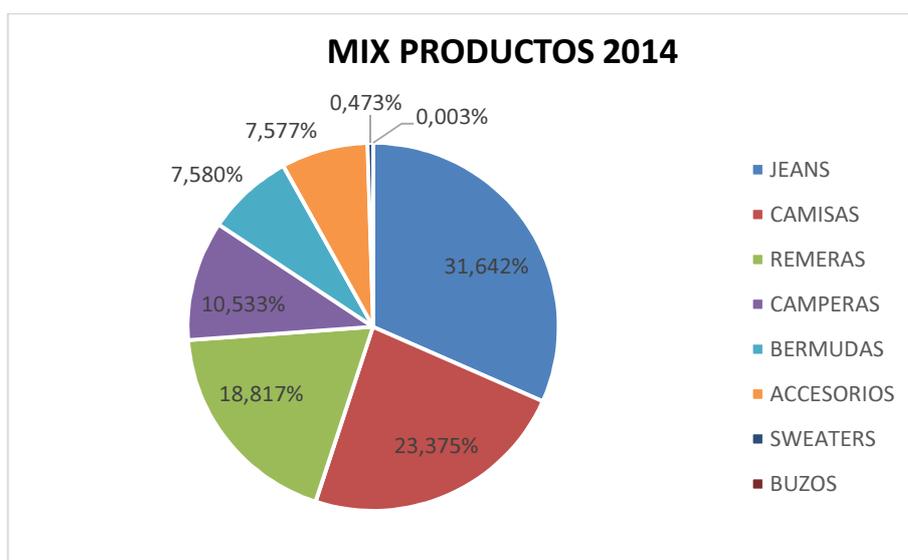
A continuación se presenta el análisis de cómo se comportó el mix de productos de la empresa desde su origen, particularmente para simplificar nuestro análisis vamos a enfocarnos en la marca masculina de prendas de vestir.



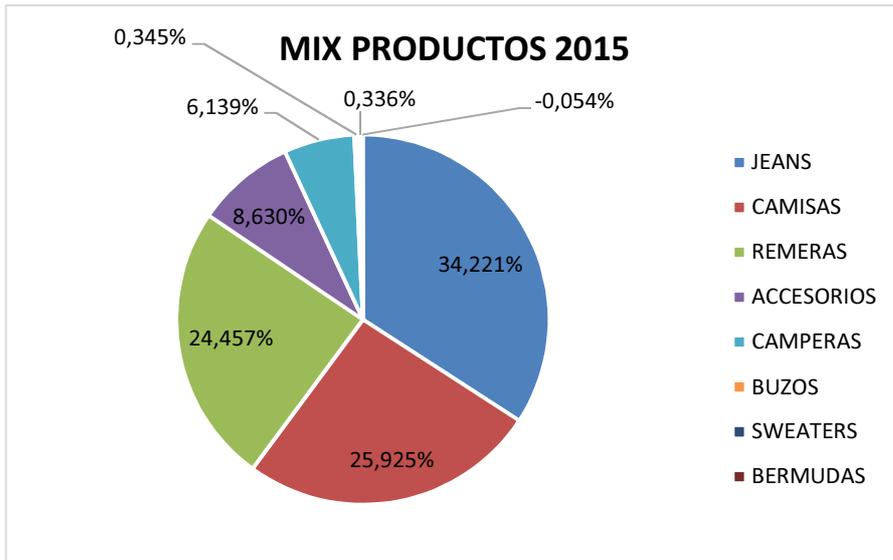
**Gráfico 14.** Mix de productos para el año 2012 de Holding S.A. Fuente: Elaboración Propia



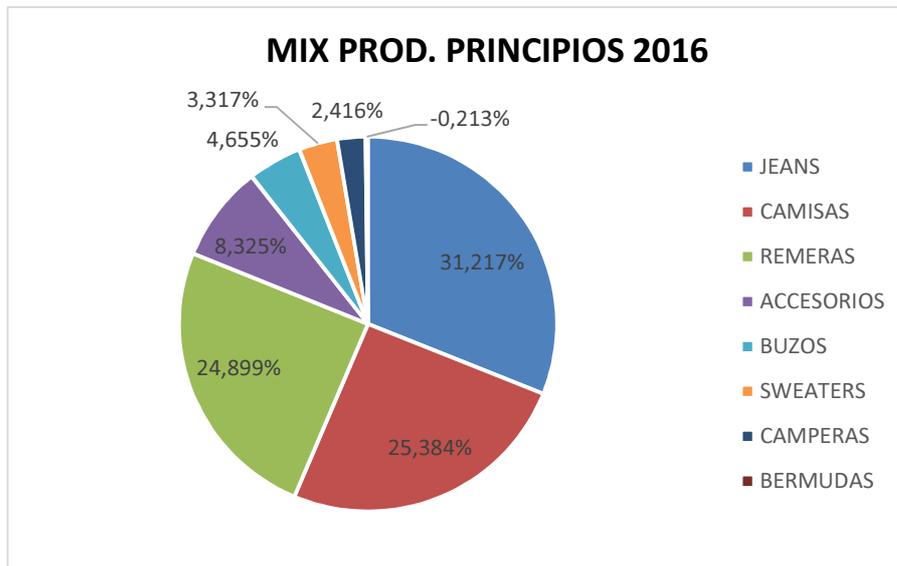
**Gráfico 15.** Mix de productos para el año 2013 de Holding S.A. Fuente: Elaboracion Propia



**Gráfico 16.** Mix de productos para el año 2014 de Holding S.A. Fuente: Elaboracion Propia



**Gráfico 17.** Mix de productos para el año 2015 de Holding S.A. Fuente: Elaboracion Propia



**Gráfico 18.** Mix de productos para el año 2016 de Holding S.A. Fuente: Elaboracion Propia

### 3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA Y DEL PRODUCTO

Una aspecto que no se puede dejar de observar en este tipo de industria es la variabilidad de la demanda y ante la misma la flexibilidad que debe tener la organización para adaptarse a los requerimientos de los clientes.

Esto puede variar sustancialmente dependiendo en qué etapa de su vida esté la empresa y más allá de esta, la marca. Teniendo esto en cuenta, se denota que no se observa la misma tendencia en la demanda en el primer tramo del ciclo de vida de una marca que al final de la misma.

Respecto de la marca que se analizará, la tendencia, está presente en casi todos los productos y además es creciente. Lo que en un primer análisis permite inferir que es una marca nueva con alta preferencia respecto de otras en el mercado y en el segmento de clientes a que apunta.

Otra de las características que más se observa es la estacionalidad, donde la mayoría de las empresas textiles dividen al año en dos temporadas: *primavera – verano y otoño – Invierno*. Esto hace que factores externos, como el clima, pueda traer aparejados picos de ventas o recesos en ellas, lo que hace necesario contar con un stock de seguridad, el cual debe ser entendido con suma precisión. Dado que este tipo de empresas suelen justificar el remanente de malas planificaciones haciendo alusión, o como se dice en la jerga habitual: “echándole la culpa al clima” de no haber planificado correctamente la compra y producción.

Cabe aclarar, que la estacionalidad de una empresa industrial es diferente a la de la empresa comercial. Esto es así porque la estacionalidad de la empresa comercial merece otro análisis adicional, dado a que existen *subestaciones*, donde, dentro de cada ciclo se pueden observar picos de ventas por fechas especiales: Navidad, día del padre (indumentaria masculina), día de la madre (indumentaria femenina), día del niño, etc. cada una de ellas con distinta intensidad.

En la empresa industrial se compra y fabrica una temporada antes para llegar al cliente con anticipación y para tener certeza a cerca de los canales de distribución. Es decir cuando el consumidor final está adquiriendo el producto de una temporada en los locales comerciales, en la empresa textil se está diseñando y produciendo productos de la misma temporada pero para el año siguiente y los vendedores mayoristas están comercializando la temporada siguiente.

Si el consumidor final está comprando la temporada de invierno (Julio 2016), en la empresa, diseñadores y producción están trabajando en la colección de invierno del año

siguiente y el área comercial está vendiendo la colección de verano (2017). Esto es así porque hace ya varios años, con el cambio de tecnología que permite mejorar y acelerar procesos, también los clientes se han vuelto más exigentes a la hora de adquirir un producto. Debido a la variada gama de productos existentes en el mercado, la empresa ha tenido que ser flexible y adaptarse a estos cambios para crecer y permanecer en el mismo.

Con lo anteriormente expuesto, se observa que, dado un año calendario específico, vamos a tener picos elevados de ventas en los meses de Julio y Agosto, mermando hacia septiembre donde los clientes mayoristas se estarán reabasteciendo para la temporada de verano. Y en Marzo y Abril, donde los clientes mayoristas se estarán reabasteciendo para la temporada de invierno.

Respecto de los clientes y la forma en que la sociedad ha mudado la forma de encuadrarse, casi que no es válido separar a los clientes por sexo, edad o lugar de residencia.

Sin embargo, si se tuviera que conglomerar para dar mayor claridad de la demanda personal de Holding S.A., se puede decir que el público consumidor es joven: 10% adolescentes (entre 16 y 20 años), el 80% jóvenes (entre 20 y 40 años), el 10% adultos (más de 40 años)

Respecto del nivel de ingresos, podemos hacer una inclusión general, entendiéndose por esta al público de clase media, que es básicamente el sector asalariado. Se hace esta distinción dado que anteriormente se expuso que un componente aleatorio de la demanda son las decisiones políticas que afectan a este sector de la sociedad de manera directa.

Si bien la empresa es de Córdoba, como dijimos, vende en todo el país y posee la ventaja de que tiene canales de distribución que fueron heredados de una empresa anterior lo que hace más fácil llegar a distintos puntos geográficos. En Córdoba está arraigada, pero se encuentra en constante expansión en el norte del país.

Psicografica y conductualmente, quedan incorporadas de manera subjetiva al análisis aspectos tales como el estilo de vida, los gustos, la personalidad, lealtad a la marca, beneficios pretendidos y actitud ante el producto.

Respecto de las características del producto, internamente la empresa cuenta con dos diseñadores, uno para indumentaria masculina y otro para indumentaria femenina. Este aspecto es importante destacar para nuestro análisis ya que está vinculado a la tendencia dado que muchos productos han sido diseñados a prueba y error juntos con el crecimiento de la empresa.

Está directamente vinculado con el segmento de clientes al que se apunta: jóvenes multifacéticos y multitalentos que necesitan estar vestidos adecuadamente para cualquier ocasión. Entre los atributos destacables del producto podemos nombrar:

- Estéticos
- Sencillos
- Compatibles con otras prendas
- Normales
- Cómodos
- Económicos
- Con detalles puntuales
- Calidad

La marca es nueva, está en su etapa de crecimiento y está vinculada racionalmente a una mentalidad distendida pero responsable, así como su envase que está provisto por una empresa del grupo y cuenta con los mismos atributos del producto.

La empresa siempre ha hecho un esfuerzo por brindar ropa de calidad, por lo que se visitan frecuentemente a los proveedores para asegurarse de esto. Y trata de brindar al consumidor un balance entre esta y el precio.

### **3.3. LA EMPRESA TEXTIL Y LOS LOCALES COMERCIALES**

Como se mencionó al principio de este trabajo, los locales comerciales reciben el producto terminado para la venta al público desde la fábrica textil y la distribuidora de productos franquiciados.

La empresa posee 18 locales comerciales distribuidos en la Ciudad de Córdoba, el interior de la provincia de Córdoba y el Interior del País. Como así también clientes que compran productos al por mayor para comercializarlos en sus propios locales comerciales.

Todos los años, en los meses de Febrero y Julio se realiza la presentación de la temporada de primavera – verano y otoño – invierno, respectivamente. Los clientes tienen

la oportunidad de conocer el producto y realizar de manera anticipada la orden de pedido de productos que luego son enviados a sus locales comerciales.

En esta oportunidad los encargados de los locales comerciales exclusivos también realizan la compra de productos para la temporada. Lo realizan en función de la marca que se comercialice y las limitaciones en las cantidades otorgadas por el sector comercial.

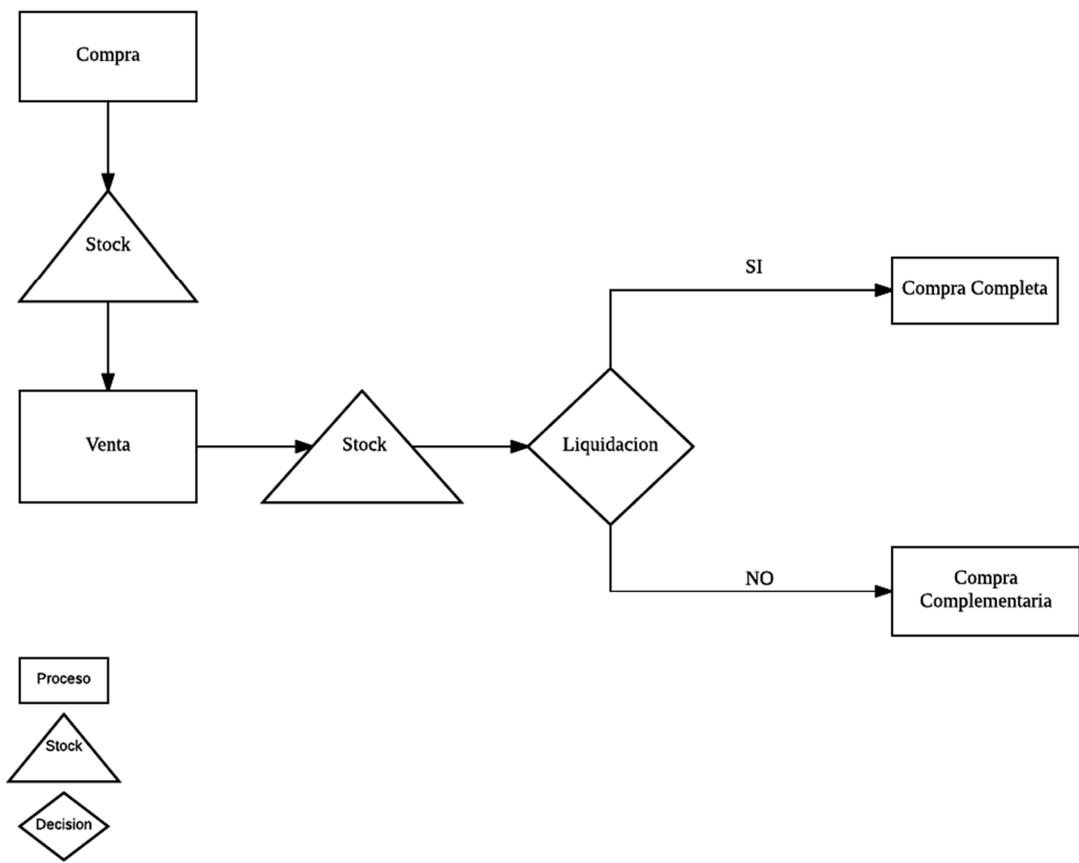
Existen tres tipos de locales comerciales exclusivos:

- 1) Los que venden exclusivamente productos franquiciados (fabrica externa al grupo familiar)
- 2) Los que venden productos multimarcas masculinos ( tres marcas entre las cuales se halla la marca que fabrica el grupo familiar)
- 3) Los que venden productos multimarcas más la marca femenina de fabricación propia.

Las cantidades vendidas son provistas por el sector comercial en base a las cantidades vendidas en la temporada anterior menos el stock remanente al final de la temporada.

En el gráfico 19, se puede observar que al final de cada temporada, se debe decidir qué destino darle al stock remanente.

Pudiéndose almacenar y vender en la próxima temporada: esto requiere mantener el stock inmovilizado durante 6 meses por lo menos, o, aplicar políticas agresivas de descuentos y Liquidación.



**Gráfico 19.** Diagrama de compra y reposición de un local comercial. Fuente: elaboración propia

Tanto la política de almacenamiento de inventario como liquidación del remanente provocan pérdidas para la compañía. Por eso es que aquí juega un papel importante la planificación de la demanda dado que en muchas oportunidades el remanente está compuesto por productos altamente influenciados por la moda del momento que no se podrá vender en la próxima temporada.

Otro factor importante a tener en cuenta es que la planificación de la producción y/o la compra de producto se realiza por “curvas” y cuando esta es cerrada provoca serios problemas de desnivel en el stock que luego son prácticamente imposibles de solucionar.

En la industria textil se denomina “curva” al espectro de talles a comprar o fabricar por producto y por modelo.

Ej. Curva para compra de camisas (local comercial):

TALLE	S	M	L	XL	XXL
CURVA	12	16	24	16	16

Ej. Curva de producción de camisas:

TALLE	S	M	L	XL	XXL
CURVA	2	3	3	2	1

Ej. Curva de producción de Jeans:

TALLE	28	30	32	34	36	38
CURVA	1	1y1/2	2	2	1y1/2	1y1/2

La política de liquidación es comúnmente usada por los locales comerciales, que reducen los precios de venta al público acercándolos al costo del mismo para deshacerse de productos que de otra manera no se venderían al final de la temporada. Esta política genera inconvenientes tanto internos como externos para la compañía.

En el rubro, es claramente conocido que el margen bruto es consumido por dos costos que tienen una preponderancia importante y que son: el costo del alquiler de un local y los sueldos y cargas sociales. Liquidar producto, claramente significa contar con menos margen para hacer frente a estos costos fijos, poniendo en riesgo la rentabilidad y sostenimiento del local en el mediano - largo plazo.

Otro inconveniente que genera la liquidación, es la percepción que queda en el cliente fidelizado, que ve la diferencia en la prenda obtenida y el precio al cual se está liquidando en el momento. En este caso es necesario llevar a cabo políticas complementarias de retención, que conllevan un sacrificio de recursos para la empresa pero compensa la pérdida que podría provocar la pérdida del cliente.

Una vez decididas las cantidades a producir, habiendo utilizado la técnica y el modelo adecuado, el gerente deriva al sector de la producción el detalle de productos y unidades. Luego, estos conjuntamente con el sector de ventas deciden que curva de ese producto se fabricarán, a menudo los diseñadores intervienen en la definición de los modelos y asignación de talles.

Un inconveniente que se produce a lo largo de las temporadas es que cantidad de cada talle producir. Luego de las entrevistas cursadas a lo largo de este trabajo, se pudo corroborar que hasta ahora esto se ha venido realizando en base a prueba y error.

### Estructura de Costos típica de un local comercial en temporada baja. Córdoba Capital

FEBRERO	
VENTAS	100,0%
IVA 999	5,4%
COSTO DE VENTAS	68,3%
UT. BRUTA	37,0%
Total Alquileres	21,6%
Total Gastos Financieros	4,4%
Total Servicios	0,3%
Total Gastos Sucursales	2,6%
Total Impuestos	4,9%
Total Sueldos y Cargas Sociales	14,7%
GASTOS TOTALES	48,6%
UTILIDAD NETA	-11,5%
MARGEN BRUTO	35,14%
Alquileres/ Gastos totales	44,44%
Utneta/VTAS	-11,53%
CMV/V	68,33%
SUELDOS Y ALQUIL/UB	74,71%
Mark Up	54,18%

Lo que aquí se plantea es la posibilidad de tomar un relevamiento en los locales comerciales a cerca de lo que verdaderamente se adapta al cliente real.

### 3.4. LA EMPRESA TEXTIL Y LA RELACIÓN CON EL CLIENTE

Luego de que las entrevistas revelaran un inconveniente sustancial en este punto se observó que hasta no hace mucho (mediados de 2015) recién en nuestro país el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) ha tomado la iniciativa de realizar un estudio antropométrico de la población Argentina. Hasta entonces las normas que ya existían tomaban como referencia medidas de otros países debido a que no hay un estudio que determine cuáles son las dimensiones de los argentinos. Este análisis aporta a la Ley de Talles datos técnicos y específicos de la población.

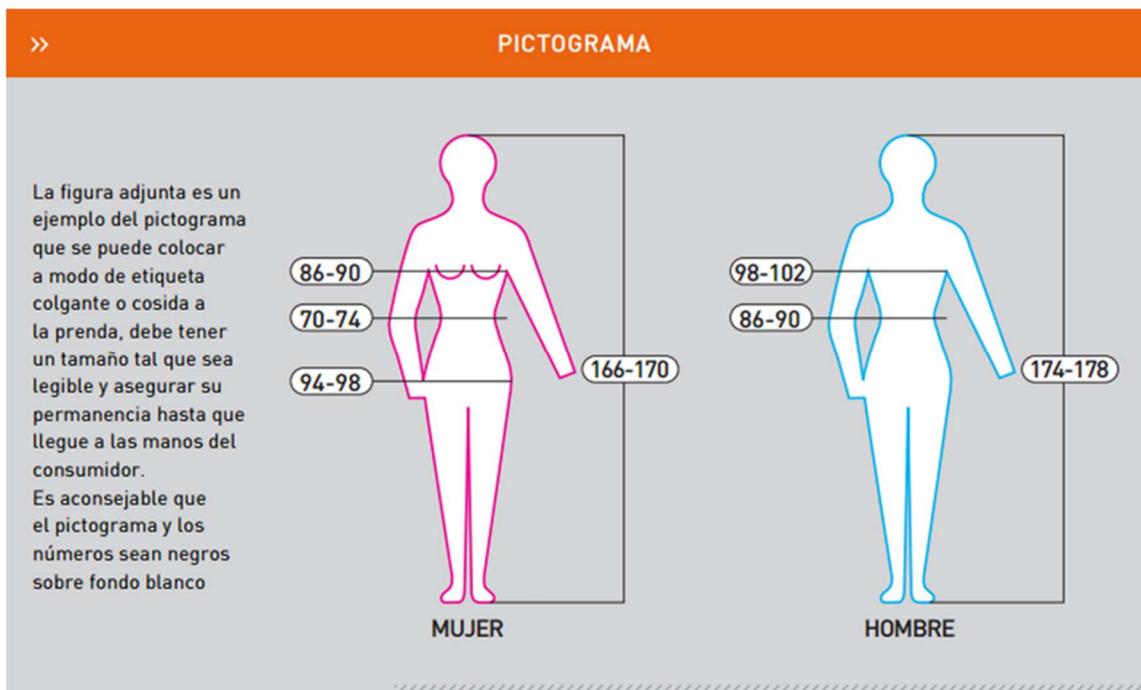
El Objetivo general del proyecto es conocer las formas y dimensiones del cuerpo de los argentinos según sexo, grupo etario a partir de los 12 años de edad, y región del país, siendo los objetivos específicos los siguientes:

- Escanear y medir una muestra representativa de argentinos, mediante una tecnología que defina las medidas en forma objetiva, rápida y precisa, que permita la lectura de las mediciones según sexo y segmento etario, extrapolando los resultados al total de la población.
- Realizar el tratamiento estadístico adecuado de los datos antropométricos para definir patrones y tablas de medidas del cuerpo y su forma.
- Generar mapas tipológicos por regiones.
- Desarrollar un sistema de talles homogéneo para la vestimenta, adecuada al cuerpo de los argentinos, que puedan utilizar todos los diseñadores, fabricantes y distribuidores.
- Conformar una nueva normativa, basada en parámetros reales, sobre la que reglamentar las leyes provinciales y nacionales relacionadas con la utilización de medidas en la industria de la confección.

En esta dirección, en distintas provincias se sancionaron leyes atinentes a los talles teniendo como referencia las normas IRAM 75300.

Esta norma pretende separar lo que se entiende por moda de lo que significa el concepto de talle, es decir, las medidas relacionadas a una persona que posea tantos cm de busto no necesariamente debe estar relacionada con un tamaño de cintura o altura.

Observado esto, inmediatamente surge otro inconveniente: un gran porcentaje de las tiendas de la ciudad no brinda información de esto al consumidor que las visita, tanto de la existencia de estas medidas como la existencia de productos que se adapten a la población.



**Gráfico 20.** Modelo de información para el consumidor. Fuente: Normas IRAM 75300

Para mejorar la propuesta de valor es indispensable satisfacer todas, o la mayoría de las necesidades del segmento de clientes al que apunta el negocio. Para esto y en relación al inconveniente planteado en el apartado anterior, se realizó una investigación concluyente.

Para ello se utilizaron las entrevistas con los clientes de la empresa textil, propietarios a su vez, de locales comerciales.

Aprovechando las visitas a la empresa que realizan periódicamente, se facilitó al sector de ventas un formulario donde se establecieron puntos específicos respecto de un producto en particular de producción masiva. De tal manera se acotó el estudio al artículo Jeans, que de entrevistas con sectores internos de la compañía resultó ser un artículo discutido respecto de la curva de talles producidas y vendidas.

Planteándose la siguiente hipótesis:

H = Falta talle 40 en curva de Jeans

Dado que incorporar un talle a la curva de producción conlleva costos asociados, y que de las entrevistas con el sector de ventas surgieron indicios de que para los clientes es realmente importante contar con un talle más. Se realiza un formulario que permita

reconocer si se está produciendo un desabastecimiento en la demanda por no contar con este talle.

134 clientes participaron de la encuesta. La misma resulto muy reveladora y permitió afirmar la hipótesis que se planteó en principio, pero esta vez con datos empíricos que demostraron que: el 60% de los clientes, por lo general encuentran lo que están buscando. Aunque este número parezca importante, el restante 40% lo es aún más; porque nos está diciendo que 40 de cada 100 tiene inconvenientes para hallar lo que busca. O dicho de otra manera hay un 40% de una potencial demanda perdida o no atendida. Un factor para estudiar a fondo y atender.

Frecuentemente los clientes encuentran el talle adecuado, aunque muchas veces no del modelo que están buscando.

Un dato interesante resulto ser que casi el 90% de los clientes no sabe o no conoce la existencia de la ley de talles. Lo que refuerza lo comentado en capítulos anteriores a cerca de la falta de información con la que cuenta el consumidor. Y si ordenamos los casos por zona geográfica, aparentemente el norte – este del país es el sector que menos información posee.

Los clientes mayoristas expresaron que no es tan grave no tener una curva incompleta como si revelaron que es más importante tener variedad de talles. Esto por la posibilidad del cliente de poder elegir entre diversos modelos encontrando algo que se adapte a su cuerpo.

Cuando se le preguntó a los clientes respecto de la curva de talles ofrecida por la compañía, asombrosamente el 96% de ellos estuvo de acuerdo en que existen talles no contemplados. Esto en correlación con el 55% de ellos que afirmo que por lo general los clientes van en busca de talles grandes.

Hubo un 88% de coincidencias en que falta el talle 40 en la línea de Jeans masculino. Esto permitió aseverar lo plateado por el sector comercial.

Por último, resultó interesante la opinión respecto de las distintas marcas que ofrece la compañía. Esta última ofrece cuatro marcas distintas, tres que distribuye por intermedio de su franquicia y es un producto fabricado en Buenos Aires y una que es la marca de fabricación propia. Los clientes revelaron que existen diferencias en los talles entre las marcas.

Correlacionado con esto, una encuesta realizada por la Universidad Abierta Interamericana, afirma que casi un 40% de los consumidores tiene dificultades para encontrar ropa de su talle en los locales del área metropolitana de Buenos Aires.

La oferta de talles varía según el perfil de las marcas, afirma el estudio de la UAI. Las marcas más caras fueron señaladas en la encuesta como aquellas que ofrecen un menor abanico de talles, mientras que las de menor precio obtuvieron un mejor posicionamiento en esta categoría.

El tipo de prenda que fue mencionada como la que ofrece una franja de talles menor fue el pantalón/jean (en el 55,6% de los casos).

En la misma línea, otra encuesta realizada por AnyBody (ONG británica creada en 2003 con el fin de prevenir el deterioro de la salud física y mental "como resultado de intentar lograr una 'perfección' física irreal e imposible de alcanzar") realizó una investigación, que abarcó a 885 personas de todo el país, en un rango etario de 12 a 68 años

Los datos numéricos muestran que las jóvenes entre los 18 y 24 años son las que mayoritariamente respondieron que necesitan bajar de peso. Esto se da por la inmediata asociación mental que se realiza entre encontrar talles y bajar de peso.

En tanto, el 84,25 por ciento de las personas consideró que su talle real está 2 o más talles por encima del que perciben como ideal.

Nuevamente los resultados indicaron que los Jeans y otros pantalones son el tipo de prenda que presenta más dificultades en cuanto a encontrar el talle adecuado.

## B.3 TRABAJO DE CAMPO

### 4. APLICACIONES DE LOS MODELOS DE PRONÓSTICO

#### 4.1. Selección del producto

Se comienza confirmando que la empresa foco de este trabajo es la *Fábrica de Indumentaria textil masculina*.

Habiendo definido esto, se procede a clasificar la información, teniendo en cuenta las siguientes circunstancias:

- El periodo de análisis se define desde Enero del año 2012 hasta Junio de 2016.
- Para simplificar el análisis lo vamos a realizar con rubros de artículos y no subrubros, dado que el modelo se puede aplicar para cada subrubro sin inconvenientes.

A continuación se seleccionan los rubros con los que se va a trabajar:

**Tabla 1. Cantidades Vendidas. Productos Seleccionados**

	1S-2012	2S-2012	1S-2013	2S-2013	1S-2014	2S-2014	1S-2015	2S-2015	1S-2016
ACCESORIOS	0	7.212	11.707	10.276	8.437	12.570	12.079	10.798	6.886
BERMUDAS	0	5.548	-174	5.428	-379	6.255	-304	236	1.034
BUZOS	0	0	504	50	5	0	517	-13	875
CAMISAS	4.165	9.598	7.992	17.231	6.563	12.429	10.046	14.494	8.065
CAMPERAS	334	0	1.862	73	3.657	383	2.193	640	831
JEANS	5.950	10.000	5.641	10.816	9.872	12.428	11.307	14.385	16.492
REMERAS	6.001	23.506	8.967	25.539	10.233	23.574	18.206	37.771	35.676
SWEATERS	829	0	1.470	1.035	1.916	183	328	-28	2.350

Como se observa en la tabla 1, los periodos se dividen en semestres. Esto dado la estacionalidad de los productos, como se mencionó anteriormente, en el rubro manufactura textil existen ciertos meses que poseen picos de ventas aunque la producción se realice por temporada.

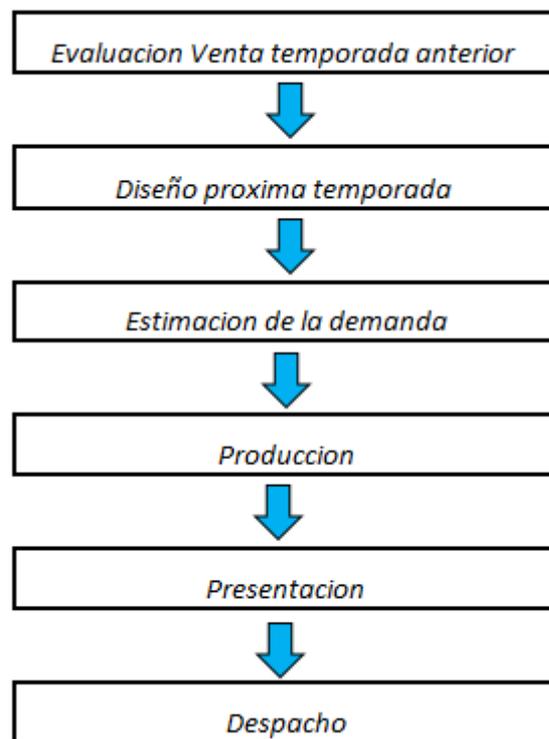
Lo antes dicho explica porque seis meses antes, debemos proyectar la demanda del periodo. La cantidad facturada mensual luego de definida la demanda depende de factores ajenos a la orden del cliente. Entre ellos se pueden mencionar: presentación del producto,

velocidad de facturación, zonas de presentación, descuentos otorgados y condiciones pactadas.

No obstante ello, si bien para el presente análisis vamos a utilizar periodos semestrales, para ciertos rubros, como jeans, es particularmente útil realizarlo de manera mensual, ya que este producto a diferencia de los demás presenta menos estacionalidad, con pequeñas variaciones: se trata de un producto con demanda uniforme a lo largo del año.

También es útil proyectar la demanda mensual para la administración eficiente de los recursos en la etapa final de la cadena de suministros que comprende la entrega del producto al cliente en tiempo y forma. Es decir, si bien producción debe contar con la información semestral, el hecho de que ventas cuente con la demanda del mes siguiente, ayuda a la organización logística.

### Proceso productivo



**Gráfico 21.** Proceso productivo Holding S.A. Fuente: Elaboración propia

En la evaluación de las ventas de la temporada anterior, se tienen en cuenta todos los factores que influyeron positiva o negativamente en la demanda del producto. Aquí se hace un análisis general y minucioso de cómo el producto fue percibido por el cliente, si el diseño y la confección influyeron en la toma de decisiones.

Se ajustan diferencias entre la impronta del diseñador y la demanda del cliente.

Se analiza el comportamiento de los competidores del mercado y del segmento del mercado, si ofrecieron un producto de similares características y si fijaron promociones tanto como si se tuvo una ventaja respecto de ellos o a la inversa.

Luego de analizados estos aspectos y otros que exceden este trabajo, se comienza con el diseño del producto nuevo. Los diseñadores son los responsables de esta etapa. Mientras tanto *el gerente comercial debe realizar los pronósticos de venta* teniendo en cuenta todos los factores que afectaron y puedan llegar a afectar la demanda.

Luego este pronóstico es analizado y desglosado en los distintos rubros, subrubros y modelos, para ser enviado a producción, que se encargará de la compra de los insumos, de alertar a los proveedores de los cambios y organizar la confección de las prendas.

La presentación de la temporada se realiza por lo general con una anticipación de tres meses, donde se toman las órdenes de pedido de los clientes para concluir con el despacho del producto encargado.

Lo que se realiza de ahora en más, es probar los métodos de pronósticos que ayuden a mejorar las estimaciones del gerente comercial para ajustar estratégicamente las etapas subsiguientes de la cadena de suministro.

Para ello se toma, de la tabla 2, los productos más representativos en volumen de venta para desarrollar los distintos métodos y finalmente concluir cuál es el más representativo de la actividad y arroja el menor error según lo descrito en el Capítulo 2.

## **4.2. Aplicación de los modelos de pronósticos - Rubro Camisas**

Siguiendo con la metodología propuesta, y habiendo seleccionado los productos. Se aplican a continuación los modelos de pronóstico:

1. Promedio móvil
2. Suavizamiento exponencial simple
3. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia (modelo de Holt)

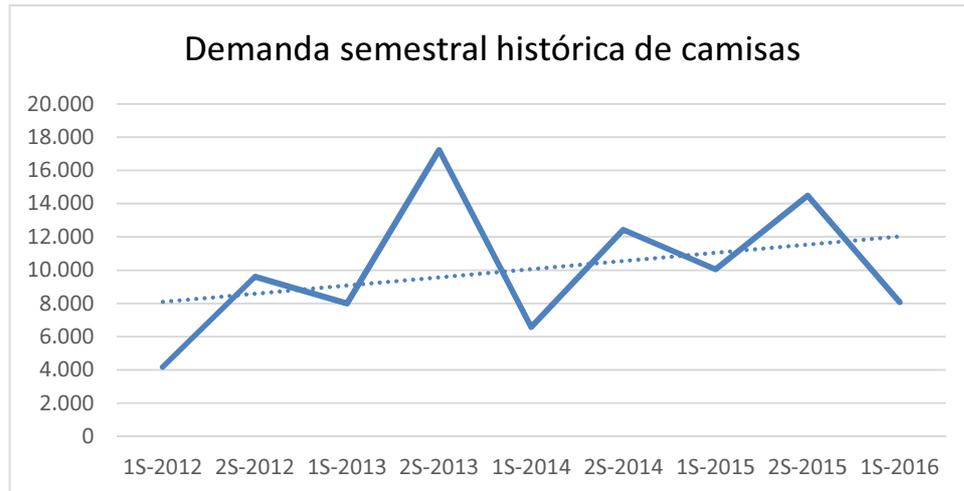
4. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia y estacionalidad (modelo de Winter)

Se comienza con el rubro camisas. Únicamente a los fines demostrativos, en la tabla 2, se detalla la demanda mensual. Nótese que los picos de ventas se dan en los meses de Febrero-Marzo y Agosto-Septiembre, temporada de invierno y verano correspondientemente, donde se presenta la colección y se comienza a enviar el producto al cliente.

**Tabla 2. Demanda histórica mensual de Camisas**

Demanda Histórica de camisas					
Per	n	Y	Per	n	Y
ene-12	1	66	abr-14	28	2.401
feb-12	2	377	may-14	29	260
mar-12	3	2.057	jun-14	30	0
abr-12	4	471	jul-14	31	606
may-12	5	253	ago-14	32	4.000
jun-12	6	941	sep-14	33	4.309
jul-12	7	0	oct-14	34	1.337
ago-12	8	2.364	nov-14	35	877
sep-12	9	2.308	dic-14	36	1.300
oct-12	10	2.061	ene-15	37	723
nov-12	11	2.156	feb-15	38	2.861
dic-12	12	728	mar-15	39	1.606
ene-13	13	0	abr-15	40	1.824
feb-13	14	415	may-15	41	1.898
mar-13	15	4.083	jun-15	42	1.134
abr-13	16	2.973	jul-15	43	2.932
may-13	17	472	ago-15	44	3.650
jun-13	18	90	sep-15	45	2.053
jul-13	19	612	oct-15	46	2.423
ago-13	20	4.671	nov-15	47	1.365
sep-13	21	4.375	dic-15	48	2.071
oct-13	22	3.387	ene-16	49	0
nov-13	23	2.088	feb-16	50	3.423
dic-13	24	2.100	mar-16	51	3.024
ene-14	25	0	abr-16	52	1.723
feb-14	26	718	may-16	53	361
mar-14	27	3.635	jun-16	54	0

Dada la tabla anterior se puede inferir que este rubro tiene una tendencia positiva, y su venta aumenta en los segundos semestres del año, esto se debe, a que si bien para simplificar el análisis se hizo por rubro, particularmente las camisas mangas largas se incrementan en el invierno y en verano son sustituidas por remeras.



**Gráfico 22.** Demanda semestral histórica Camisas. Fuente: Elaboración propia

A continuación se aplican los distintos métodos de pronósticos desarrollados:

#### 4.2.1. Método del promedio móvil:

Aquí, el nivel en el periodo  $t$  se estima como la demanda promedio durante los periodos  $N$  más recientes. Con el supuesto de que: El componente sistemático = Nivel y teniendo en cuenta la demanda semestral la periodicidad es 2, dado que el ciclo se repite anualmente.

El promedio móvil da igual peso a los últimos periodos  $N$  de información al pronosticar e ignora la información anterior a este nuevo promedio móvil. Conforme incrementamos  $N$ , el promedio móvil es menos sensible a la demanda observada más recientemente.

Por otro lado se denomina Sesgo, a la sumatoria de los errores de pronóstico, que si el método escogido es válido, debería fluctuar alrededor del 0.

Teniendo en cuenta el valor absoluto del error ( $A_t$ ), se calcula el promedio de la desviación absoluta durante todos los periodos, es decir, la MAD (Desviación absoluta media).

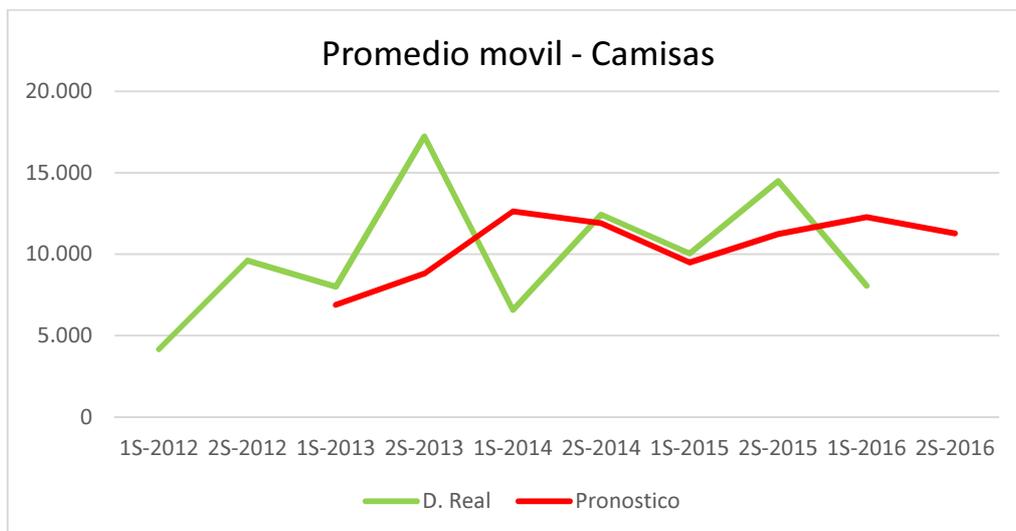
**Tabla 3. Camisas – Método del promedio móvil**

Per	n	Y	Nivel	Pronostico	Error	At	MAD	Ts
1S-2012	1	4.165						
2S-2012	2	9.598	6.882					
1S-2013	3	7.999	8.799	6.882	-1.118	1.118	371	-3
2S-2013	4	17.233	12.616	8.799	-8.435	8.435	2.386	-4
1S-2014	5	6.563	11.898	12.616	6.053	6.053	3.119	-1
2S-2014	6	12.429	9.496	11.898	-531	531	2.687	-1
1S-2015	7	10.046	11.238	9.496	-550	550	2.382	-2
2S-2015	8	14.494	12.270	11.238	-3.257	3.257	2.491	-3
1S-2016	9	8.065	11.280	12.270	4.205	4.205	2.681	-1
2S-2016				11.280				

Y el cociente entre el sesgo y la MAD, como se expresó con anterioridad nos brinda un valor llamado Señal de Rastreo (TS). En este caso, la TS está comprendida entre -6 y +6, que son los parámetros a tener en cuenta para saber si el modelo esta sub o sobre pronosticando.

De lo ante dicho se observa que el modelo no sub pronostica ni sobre pronostica, pero la señal de rastreo en todos los periodos es negativa. Lo que da la pauta de que los errores de pronóstico siempre son negativos (sub pronostican aunque de manera leve)

Si se grafica este modelo y se contrasta con la demanda real, puede observarse que al promediar este método, lo que hace es suavizar los datos, pues como se dijo con anterioridad no tiene en cuenta la tendencia o estacionalidad de los datos.



**Gráfico 23.** Promedio Móvil Camisas. Fuente: Elaboración propia

## 4.2.2. Suavizamiento exponencial simple

Este método, de igual forma que el anterior, es apropiado cuando la demanda no tiene una tendencia o estacionalidad marcada.

Se calcula el nivel, como promedio de todos los valores del periodo. Ya que se supone que el componente sistemático de la demanda = Nivel. Y luego se revisan todos los estimados con una constante de suavizamiento  $\alpha$  comprendida entre 0 y 1. Donde un valor más cercano a 1 de  $\alpha$  otorga mayor peso a la última observación de la demanda y el pronóstico se va corrigiendo a la luz de nuevas observaciones.

En la tabla 4, se puede observar que al igual que el método de promedio móvil la TS está comprendida entre -6 y +6. No sub o sobre pronosticando la demanda.

El nivel fue calculado como un promedio de todos los datos históricos y suponiendo que el componente aleatorio se distribuye normalmente se puede calcular la desviación estándar del mismo como  $1,25 \cdot \text{MAD}$ . En este ejemplo es igual a 4.137.

Donde:

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)L_t$$

**Tabla 4. Camisas – Método de suavizamiento exponencial simple**

Per	n	Y	Nivel	Pronostico	Et	At	MAD	Ts
	0		10.066					
1S-2012	1	4.165	9.673	10.066	5.901	5.901	5.901	1
2S-2012	2	9.598	9.668	9.673	75	75	2.988	2
1S-2013	3	7.999	9.557	9.668	1.669	1.669	2.548	3
2S-2013	4	17.233	10.068	9.557	-7.676	7.676	3.830	0
1S-2014	5	6.563	9.834	10.068	3.505	3.505	3.765	1
2S-2014	6	12.429	10.007	9.834	-2.595	2.595	3.570	0
1S-2015	7	10.046	10.010	10.007	-39	39	3.066	0
2S-2015	8	14.494	10.308	10.010	-4.484	4.484	3.243	-1
1S-2016	9	8.065	10.159	10.308	2.243	2.243	3.132	0
2S-2016	10			10.159	-1.401			

El valor de  $\alpha = 0,07$ , valor que minimiza el error, fue calculada con la función solver de Excel.



**Gráfico 24.** Suavizamiento exponencial Camisas. Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia (modelo de HOLT)

Este método, es adecuado cuando se observa que la demanda tiene un nivel y una tendencia en el componente sistemático pero no estacionalidad. En este caso tenemos que:

Componente sistemático = Nivel + Tendencia

Como se desarrolló anteriormente, la empresa en cuestión tiene demanda estacional que comprende las temporadas de verano e invierno. De todas maneras se desarrolla el modelo teniendo en cuenta que: Si no existe estacionalidad, la demanda se asemeja a una función lineal. Con lo cual podemos calcular la regresión con Excel para obtener el Nivel (la ordenada al origen) y la Tendencia (la pendiente).

Dicho esto, se demuestran ambas opciones, dando cuenta de que para calcular la regresión en demanda estacional conviene Desestacionalizar la demanda, según el procedimiento antes descrito.

**Tabla 5. Camisas – Método de Holt sin Desestacionalizar demanda**

Per	n	Y real	Nivel	Tendencia	Pronostico	Et	At	MAD	Ts	Error %	MAPE
	0		7.066	654							
1S-2012	1	4.165	7.321	613	7.719	3.554	3.554	3.554	1	85	85
2S-2012	2	9.598	7.525	570	7.934	-1.664	1.664	2.609	-1	17	51
1S-2013	3	7.999	7.679	527	8.096	97	97	1.772	0	1	35
2S-2013	4	17.233	7.783	484	8.206	-9.027	9.027	3.585	-3	52	39
1S-2014	5	6.563	7.841	440	8.267	1.704	1.704	3.209	1	26	36
2S-2014	6	12.429	7.854	396	8.281	-4.148	4.148	3.366	-1	33	36
1S-2015	7	10.046	7.825	352	8.250	-1.796	1.796	3.141	-1	18	33
2S-2015	8	14.494	7.756	309	8.178	-6.316	6.316	3.538	-2	44	35
1S-2016	9	8.065	7.649	266	8.065	0	0	3.145	0	0	31
2S-2016	10				7.915	-17.596	28.306				31

Donde:

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)(L_t + T_t)$$

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t$$

Y:

$$F_1 = L_0 + T_0$$

Donde  $\alpha$  es una constante de suavizamiento para el nivel,  $0 < \alpha < 1$ , y  $\beta$  es una constante de suavizamiento para la tendencia,  $0 < \beta < 1$ . El valor que minimiza el error fue establecido mediante solver (Excel). Arrojando:  $\alpha = 0,30$  y  $\beta = 0$ .

Y los coeficientes de la regresión son:

Coeficientes	
Intercepción	7066
Variable X 1	654

**Tabla 6. Camisas – Método de Holt con demanda Desestacionalizada**

Per	n	Y real	Y des	Y des c/reg	Nivel	Tendencia	Pronostico
	0				7.601	493	
1S-2012	1	4.165		8.094	7.891	472	8.094
2S-2012	2	9.598	7.840	8.587	8.427	479	8.364
1S-2013	3	7.999	10.707	9.080	8.859	474	8.906
2S-2013	4	17.233	12.257	9.573	9.740	516	9.333
1S-2014	5	6.563	10.697	10.066	10.066	496	10.256
2S-2014	6	12.429	10.367	10.559	10.658	506	10.562
1S-2015	7	10.046	11.754	11.052	11.106	500	11.164
2S-2015	8	14.494	11.775	11.545	11.755	515	11.607
1S-2016	9	8.065		12.038	12.054	493	12.271
2S-2016	10						12.547

**Tabla 7. Cálculo del error y señal de rastreo - Holt:**

Per	n	Et	At	MAD	Ts	Error %	MAPE
	0						
1S-2012	1	3.929	3.929	3.929	1	94	94
2S-2012	2	-1.234	1.234	2.582	0	13	54
1S-2013	3	907	907	2.023	0	11	40
2S-2013	4	-7.900	7.900	3.493	-2	46	41
1S-2014	5	3.693	3.693	3.533	1	56	44
2S-2014	6	-1.867	1.867	3.255	-1	15	39
1S-2015	7	1.118	1.118	2.950	0	11	35
2S-2015	8	-2.887	2.887	2.942	-1	20	33
1S-2016	9	4.206	4.206	3.082	1	52	35
2S-2016	10						35

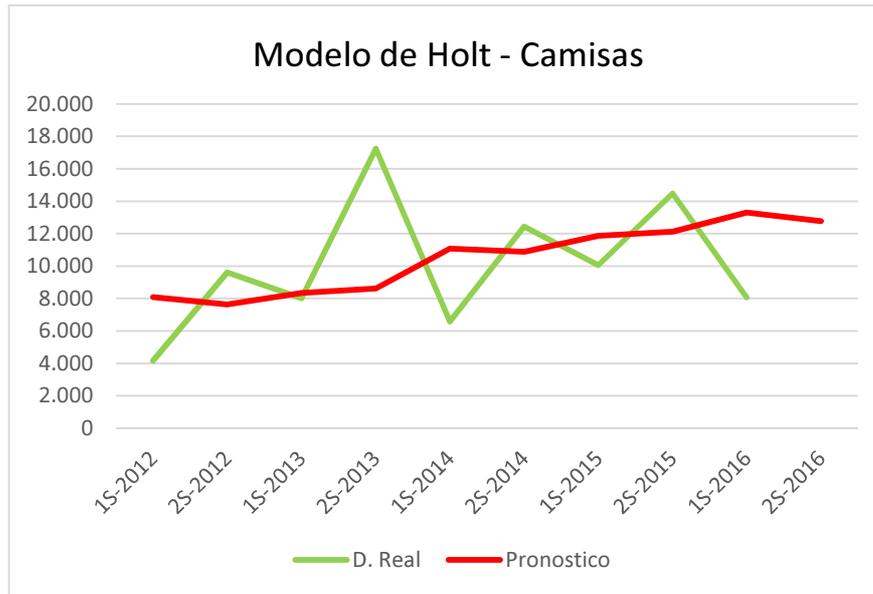
Fuente: Elaboración propia

Coefficientes de la regresión lineal:

Coeficientes	
Intercepción	7601
Variable X 1	493

Nótese que con demanda desestacionalizada se reducen los errores de pronóstico.

El valor que minimiza el error fue establecido mediante solver (Excel). Arrojando:  $\alpha = 0,052$  y  $\beta = 0,103$ .



**Gráfico 25.** Modelo de Holt Camisas. Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia y estacionalidad (modelo de WINTER)

En este modelo el componente sistemático de la demanda = (nivel + tendencia)\*Factor estacional. Se calculan el nivel y la tendencia desestacionalizando la demanda como se explicó anteriormente. El factor estacional se obtiene de la relación de la demanda real y la demanda desestacionalizada, y los que finalmente se utilizan son los resultantes de los factores estacionales de periodos similares, como se muestra en la tabla 7.

De la misma forma que en el modelo de Holt, nivel y tendencia se van corrigiendo a la luz de las nuevas observaciones, esto es particularmente importante porque agrega al pronóstico factores que pueden haber influenciado en la demanda de manera reciente.

Donde:

Coeficientes	
Intercepción	8390,22
Variable X 1	493,35

Y:

$$L_{t+1} = \alpha(D_{t+1} / S_{t+1}) + (1 - \alpha)(L_t + T_t)$$

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - l_t) + (1 - \beta)T_t$$

$$S_{t+p+1} = \gamma(D_{t+1} / L_{t+1}) + (1 - \gamma)S_{t+1}$$

**Tabla 8. Camisas – Método de Winter con demanda Desestacionalizada**

Per	n	Y	Y desest	D. Des c/ Reg	S	Estim. Prom	Lt	Tt	St	Ft (Pron)
	0						<b>8.390</b>	<b>493</b>		
1S-2012	1	4.165		8.884	0,47		8.857	493	0,67	5.971
2S-2012	2	9.598	7.840	9.377	1,02		9.343	493	1,10	10.268
1S-2013	3	7.999	9.457	9.870	0,81		9.857	493	0,67	6.591
2S-2013	4	12.233	9.757	10.364	1,18		10.358	493	1,10	11.359
1S-2014	5	6.563	9.447	10.857	0,60		10.841	493	0,67	7.287
2S-2014	6	12.429	10.367	11.350	1,10		11.334	493	1,10	12.448
1S-2015	7	10.046	11.504	11.844	0,85		11.858	494	0,67	7.934
2S-2015	8	13.494	11.275	12.337	1,09		12.351	494	1,10	13.566
1S-2016	9	8.065		12.830	0,63		12.836	493	0,67	8.640
2S-2016						0,67			1,10	14.639
1S-2017						1,10			0,67	9.292

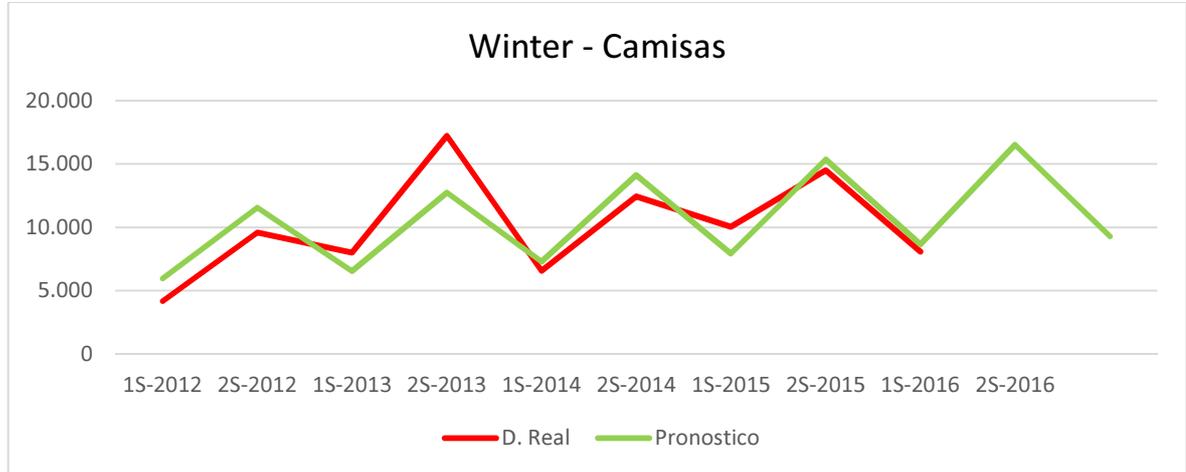
**Tabla 9. Cálculo de los errores – Winter**

Per	n	Error Pro	Error Abs	MSE	MAD	Error %	MAPE	Ts
	0							
1S-2012	1	1.806	1.806	3.260.740	1.806	43	43	1
2S-2012	2	670	670	1.854.538	1.238	7	25	2
1S-2013	3	-1.408	1.408	1.897.078	1.294	18	23	1
2S-2013	4	-874	874	1.613.686	1.189	7	19	0
1S-2014	5	724	724	1.395.735	1.096	11	17	1
2S-2014	6	19	19	1.163.173	917	0	14	1
1S-2015	7	-2.112	2.112	1.634.326	1.087	21	15	-1
2S-2015	8	72	72	1.430.683	961	1	13	-1
1S-2016	9	575	575	1.308.394	918	7	13	-1

El error cuadrático medio (MSE) se relaciona con la varianza del error de pronóstico. En efecto, se estima que el componente aleatorio de la demanda tiene una media de 0 y una varianza de MSE

El MAPE es el error absoluto promedio expresado como porcentaje de la demanda. La señal de rastreo muestra que el pronóstico no está ni sobre ni subestimando la demanda. Y como se resume próximamente, es el modelo que arroja menor error de pronóstico. Ya que como se dijo, el modelo de Winter adiciona el factor estacional que permite proyectar teniendo en cuenta las variaciones en los ciclos de la demanda.

Lo anteriormente expuesto permite que el pronóstico se asemeje lo mejor posible a la realidad, como se muestra en el gráfico 24



**Gráfico 26.** Modelo de Winter Camisas. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.** Resumen del cálculo de errores - Camisas

Modelo de Pronóstico	MAD	MAPE	Señal de Rastreo (TS)	
			Desde	Hasta
Promedio Móvil	2681	34	-4	-1
Suavizamiento Exponencial	3132	38	-1	-3
Metodo de Holt	3145	30,78	-3	1
Metodo de Winter	918	13	-1	2

Si se comparan las diferencias entre lo pronosticado y la demanda real, es decir, el error de pronóstico entre los distintos modelos aplicados, se observa que el Modelo que arroja la menor desviación absoluta media, es el modelo de Winter, suponiendo que el componente aleatorio de la demanda tiene una distribución normal, se utiliza la MAD para obtener la desviación estándar del componente aleatorio:  $\sigma = 1,25 * MAD$ , en este caso:  $\sigma = 1.147,5$ .

Lo anteriormente expuesto se debe a que, el modelo de Winter considera los factores estacionales, lo que hace que el componente aleatorio se ajuste o se acerque a la demanda

real observada. O dicho de otra manera, estimando que la media del componente aleatorio es 0, la desviación estándar menor se observa con este modelo.

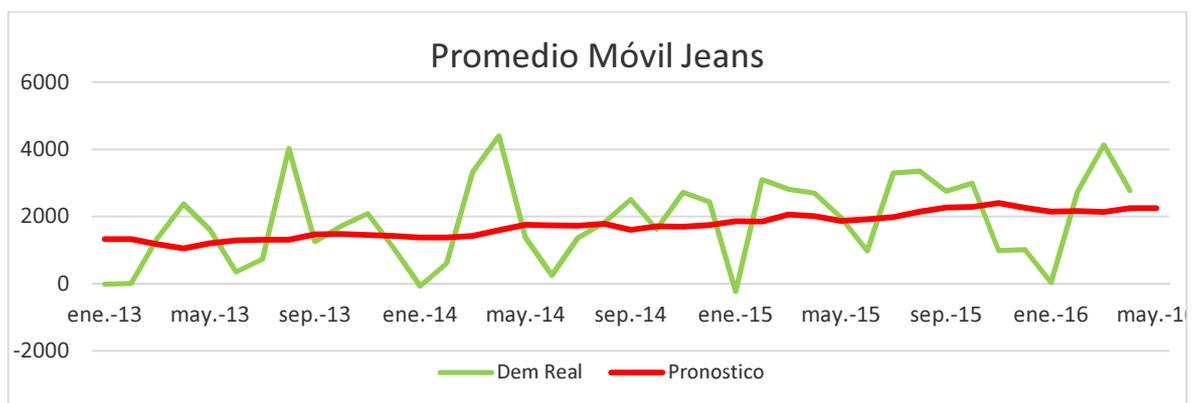
Luego le siguen el modelo de suavizamiento exponencial y el modelo de Holt. Aunque este último arroja un menor valor para el MAPE, es decir, existe menor error absoluto de pronóstico como porcentaje de la demanda.

Por último, la sumatoria de todos los errores de pronósticos debiera fluctuar alrededor del 0, este sesgo en relación con la desviación absoluta media (MAD) nos da una señal de cómo está pronosticando el modelo. Nuevamente el Modelo de Winter es el que arroja una menor brecha en la señal de rastreo, lo que demuestra que el mismo no está ni sobre ni sub pronosticando.

### 4.3. Aplicación de los modelos de pronósticos Rubro Jeans

A continuación, se realiza el procedimiento para el rubro Jeans. Con la variación de que se utilizan períodos mensuales, esto, como se mencionó en principio, es conveniente dado las características del producto, contiene menos estacionalidad y es demandado en toda época del año, con pequeñas diferencias en épocas de presentación.

#### 4.3.1. Método del promedio móvil:



**Gráfico 27.** Promedio móvil Jeans. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11. Promedio móvil Jeans**

Per	n	Y	Prom. Móvil	Pronóstico
	0			
ene-12	1	0		
feb-12	2	1.861		
mar-12	3	2.862		
abr-12	4	540		
may-12	5	507		
jun-12	6	180		
jul-12	7	686		
ago-12	8	2.072		
sep-12	9	1.142		
oct-12	10	2.129		
nov-12	11	2.420		
dic-12	12	1.551	1.329	
ene-13	13	1	1.329	1.329
feb-13	14	1	1.174	1.328
mar-13	15	1.341	1.048	1.172
abr-13	16	2.373	1.200	1.046
may-13	17	1.600	1.291	1.198
jun-13	18	350	1.306	1.289
jul-13	19	730	1.309	1.304
ago-13	20	4.028	1.472	1.307
sep-13	21	1.249	1.481	1.470
oct-13	22	1.717	1.447	1.479
nov-13	23	2.090	1.419	1.445
dic-13	24	1.053	1.378	1.417
ene-14	25	1	1.378	1.376
feb-14	26	601	1.428	1.371
mar-14	27	3.321	1.593	1.421
abr-14	28	4.397	1.761	1.586
may-14	29	1.375	1.743	1.755
jun-14	30	254	1.735	1.736
jul-14	31	1.362	1.787	1.728
ago-14	32	1.816	1.603	1.781
sep-14	33	2.500	1.707	1.597
oct-14	34	1.615	1.699	1.701
nov-14	35	2.711	1.751	1.692
dic-14	36	2.424	1.865	1.744
ene-15	37	-236	1.845	1.858
feb-15	38	3.093	2.053	1.845
mar-15	39	2.809	2.010	2.053
abr-15	40	2.691	1.868	2.010
may-15	41	1.974	1.918	1.868
jun-15	42	976	1.978	1.918
jul-15	43	3.295	2.139	1.978
ago-15	44	3.349	2.267	2.139
sep-15	45	2.755	2.288	2.267
oct-15	46	2.984	2.402	2.288
nov-15	47	987	2.258	2.402
dic-15	48	1.015	2.141	2.258
ene-16	49	37	2.164	2.141
feb-16	50	2.727	2.133	2.164
mar-16	51	4.133	2.244	2.133
abr-16	52	2.768	2.250	2.244
may-16	53			2.250

**Tabla 12. Cálculo de errores Promedio móvil Jeans**

Per	n	Error Pro	Error Abs	MSE	MAD	Error %	MAPE	Ts
	0							
feb-13	1	-1.328	1.328	1.764.027	1.328	132.817	132.817	-1
mar-13	2	-1.327	1.327	1.762.146	1.327	132.675	132.746	-2
abr-13	3	169	169	1.184.247	941	13	88.501	-3
may-13	4	1.327	1.327	1.328.694	1.038	56	66.390	-1
jun-13	5	402	402	1.095.222	911	25	53.117	-1
jul-13	6	-939	939	1.059.769	915	268	44.309	-2
ago-13	7	-574	574	955.373	867	79	37.990	-3
sep-13	8	2.721	2.721	1.761.262	1.098	68	33.250	0
oct-13	9	-221	221	1.571.005	1.001	18	29.558	0
nov-13	10	238	238	1.419.561	925	14	26.603	1
dic-13	11	645	645	1.328.350	899	31	24.187	1
ene-14	12	-364	364	1.228.716	855	35	22.175	1
feb-14	13	-1.375	1.375	1.279.597	895	137.483	31.045	-1
mar-14	14	-770	770	1.230.538	886	128	28.836	-2
abr-14	15	1.900	1.900	1.389.084	953	57	26.918	1
may-14	16	2.811	2.811	1.796.007	1.069	64	25.239	3
jun-14	17	-380	380	1.698.853	1.029	28	23.756	3
jul-14	18	-1.482	1.482	1.726.532	1.054	584	22.469	1
ago-14	19	-366	366	1.642.722	1.018	27	21.288	1
sep-14	20	35	35	1.560.647	969	2	20.223	1
oct-14	21	903	903	1.525.195	966	36	19.262	2
nov-14	22	-86	86	1.456.203	926	5	18.387	2
dic-14	23	1.019	1.019	1.438.007	930	38	17.589	3
ene-15	24	680	680	1.397.352	919	28	16.857	4
feb-15	25	-2.094	2.094	1.516.907	966	-887	16.148	2
mar-15	26	1.248	1.248	1.518.468	977	40	15.528	3
abr-15	27	756	756	1.483.415	969	27	14.954	4
may-15	28	681	681	1.446.999	959	25	14.421	4
jun-15	29	106	106	1.397.491	929	5	13.924	5
jul-15	30	-942	942	1.380.471	930	96	13.463	4
ago-15	31	1.317	1.317	1.391.898	942	40	13.030	5
sep-15	32	1.210	1.210	1.394.155	951	36	12.624	6
oct-15	33	488	488	1.359.131	936	18	12.242	7
nov-15	34	696	696	1.333.405	929	23	11.882	8
dic-15	35	-1.415	1.415	1.352.520	943	143	11.547	6
ene-16	36	-1.243	1.243	1.357.897	952	123	11.230	5
feb-16	37	-2.104	2.104	1.440.841	983	5.686	11.080	2
mar-16	38	563	563	1.411.273	972	21	10.789	3
abr-16	39	2.000	2.000	1.477.625	998	48	10.513	5
may-16	40	524	524	1.447.559	986	19	10.251	6

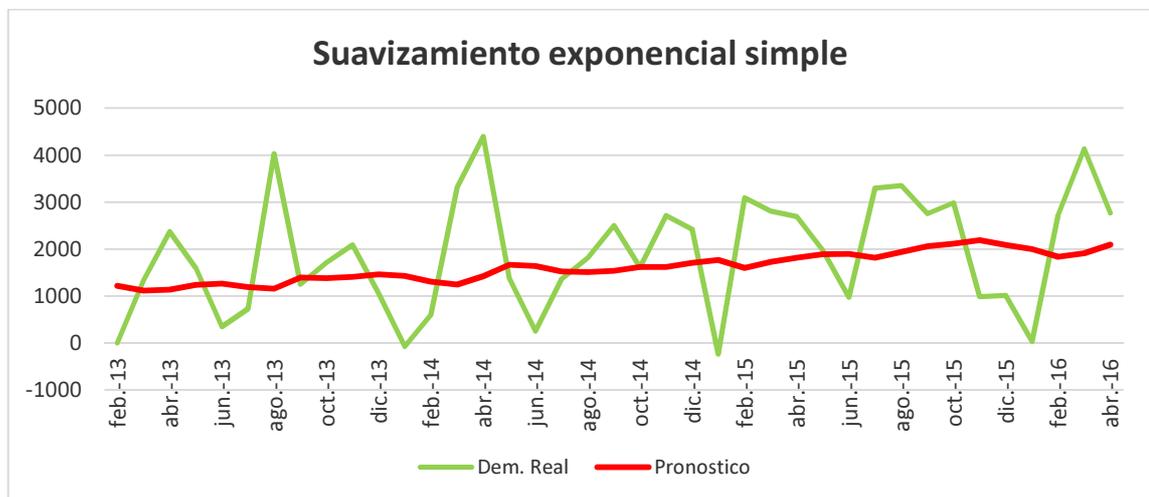
En este caso, se observa que la demanda de Jeans, es más uniforme a los largo de los 12 meses del año, y esto se explica porque es un artículo que se puede adquirir tanto en invierno como en verano, aunque en algunos casos difieran en colores y textura.

Se utiliza toda la serie histórica y el nivel es calculado como el promedio de los 12 primeros meses. Este modelo no contempla tendencias y cambios estacionales, esto se puede observar en la línea de pronóstico superpuesta a la línea de demanda real en el gráfico 25.

En este caso la desviación estándar del componente aleatorio es 1.233 Jeans. También se observa que al haber mucha variabilidad de este rubro a lo largo del año el error promedio como porcentaje de la demanda arroja resultados muy elevados en ciertos meses del año, positivos y negativos. Esto advierte que si existe estacionalidad.

Cabe mencionar los valores fuera del rango que se considera normal de la señal de rastreo en la segunda parte del año 2015, que da cuenta que el método no es el más apropiado para este tipo de producto.

#### 4.3.2. Suavizamiento exponencial simple



**Gráfico 28.** Suavizamiento exponencial simple Jeans. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13. Suavizamiento exponencial Jeans**

Per	n	Y	Suav. Exp.	Pronostico
	0			
ene-12	1	1		
feb-12	2	1.861		
mar-12	3	2.862		
abr-12	4	540		
may-12	5	507		
jun-12	6	180		
jul-12	7	686		
ago-12	8	2.072		
sep-12	9	1.142		
oct-12	10	2.129		
nov-12	11	2.420		
dic-12	12	1.551	1.329	
ene-13	13	1	1.219	1.329
feb-13	14	2	1.118	1.219
mar-13	15	1.341	1.137	1.118
abr-13	16	2.373	1.239	1.137
may-13	17	1.600	1.269	1.239
jun-13	18	350	1.193	1.269
jul-13	19	730	1.154	1.193
ago-13	20	4.028	1.393	1.154
sep-13	21	1.249	1.381	1.393
oct-13	22	1.717	1.409	1.381
nov-13	23	2.090	1.465	1.409
dic-13	24	1.053	1.431	1.465
ene-14	25	1	1.312	1.431
feb-14	26	601	1.253	1.312
mar-14	27	3.321	1.425	1.253
abr-14	28	4.397	1.671	1.425
may-14	29	1.375	1.647	1.671
jun-14	30	254	1.531	1.647
jul-14	31	1.362	1.517	1.531
ago-14	32	1.816	1.542	1.517
sep-14	33	2.500	1.622	1.542
oct-14	34	1.615	1.621	1.622
nov-14	35	2.711	1.711	1.621
dic-14	36	2.424	1.771	1.711
ene-15	37	-236	1.604	1.771
feb-15	38	3.093	1.728	1.604
mar-15	39	2.809	1.817	1.728
abr-15	40	2.691	1.890	1.817
may-15	41	1.974	1.897	1.890
jun-15	42	976	1.820	1.897
jul-15	43	3.295	1.943	1.820
ago-15	44	3.349	2.059	1.943
sep-15	45	2.755	2.117	2.059
oct-15	46	2.984	2.189	2.117
nov-15	47	987	2.089	2.189
dic-15	48	1.015	2.000	2.089
ene-16	49	37	1.837	2.000
feb-16	50	2.727	1.911	1.837
mar-16	51	4.133	2.095	1.911
abr-16	52	2.768	2.151	2.095
may-16	53			2.151

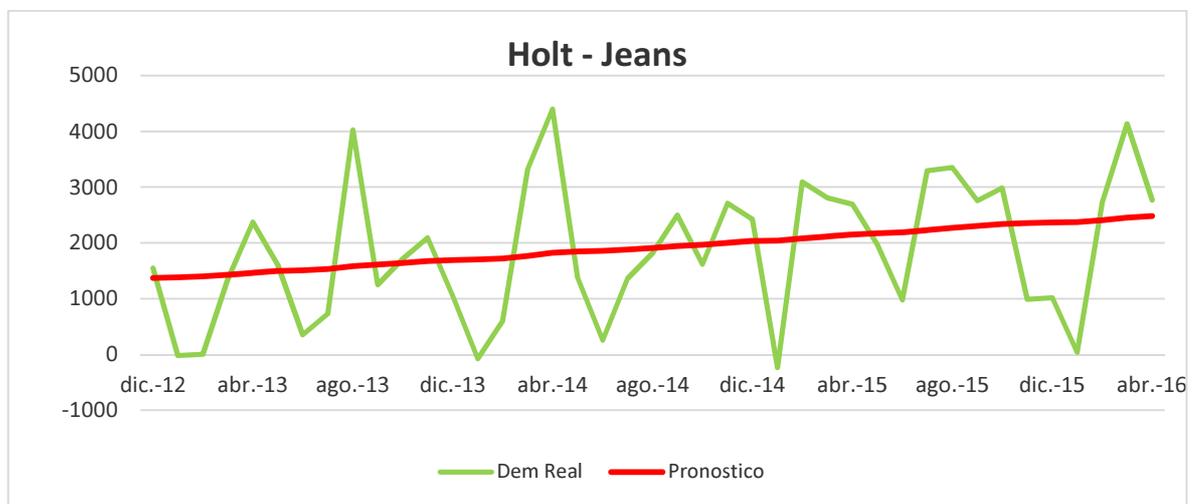
Tabla 14. Cálculo errores Suavizamiento exponencial Jeans

Per	n	Error Pro	Error Abs	MSE	MAD	Error %	MAPE	Ts
	0							
feb-13	1	1.217	1.217	1.481.249	1.217	60.853	60.853	1
mar-13	2	-223	223	765.466	720	17	30.435	1
abr-13	3	-1.236	1.236	1.019.876	892	52	20.307	0
may-13	4	-361	361	797.459	759	23	15.236	-1
jun-13	5	919	919	806.913	791	263	12.241	0
jul-13	6	463	463	708.133	737	63	10.212	1
ago-13	7	-2.874	2.874	1.786.580	1.042	71	8.763	-2
sep-13	8	144	144	1.565.843	930	12	7.669	-2
oct-13	9	-336	336	1.404.412	864	20	6.819	-3
nov-13	10	-681	681	1.310.377	845	33	6.141	-4
dic-13	11	412	412	1.206.705	806	39	5.586	-3
ene-14	12	1.430	1.430	1.276.576	858	143.009	17.038	-1
feb-14	13	711	711	1.217.313	847	118	15.736	0
mar-14	14	-2.068	2.068	1.435.707	934	62	14.617	-3
abr-14	15	-2.972	2.972	1.928.865	1.070	68	13.647	-5
may-14	16	296	296	1.813.805	1.021	22	12.795	-5
jun-14	17	1.393	1.393	1.821.238	1.043	548	12.075	-4
jul-14	18	169	169	1.721.652	995	12	11.405	-4
ago-14	19	-299	299	1.635.734	958	16	10.805	-4
sep-14	20	-958	958	1.599.828	958	38	10.267	-5
oct-14	21	7	7	1.523.647	913	0	9.778	-5
nov-14	22	-1.090	1.090	1.508.395	921	40	9.335	-6
dic-14	23	-713	713	1.464.889	912	29	8.931	-7
ene-15	24	2.007	2.007	1.571.610	957	-850	8.523	-5
feb-15	25	-1.489	1.489	1.597.420	979	48	8.184	-6
mar-15	26	-1.081	1.081	1.580.959	983	38	7.871	-7
abr-15	27	-874	874	1.550.677	979	32	7.581	-8
may-15	28	-84	84	1.495.549	947	4	7.310	-9
jun-15	29	921	921	1.473.214	946	94	7.061	-8
jul-15	30	-1.475	1.475	1.496.590	963	45	6.827	-9
ago-15	31	-1.406	1.406	1.512.108	978	42	6.608	-10
sep-15	32	-696	696	1.479.976	969	25	6.403	-11
oct-15	33	-867	867	1.457.903	966	29	6.210	-12
nov-15	34	1.202	1.202	1.457.517	973	122	6.031	-11
dic-15	35	1.074	1.074	1.448.847	976	106	5.861	-10
ene-16	36	1.963	1.963	1.515.657	1.003	5.306	5.846	-7
feb-16	37	-890	890	1.496.087	1.000	33	5.689	-8
mar-16	38	-2.222	2.222	1.586.631	1.032	54	5.540	-10
abr-16	39	-673	673	1.557.547	1.023	24	5.399	-11

Caben consideraciones similares a las observadas en el método de promedio móvil. En el presente método se logra minimizar el error con  $\alpha = 0,08$ . Esto se traduce en mayor ponderación respecto del nivel en el periodo anterior que en la demanda actual.

Nótese que la señal de rastreo advierte que método empleado esta subpronosticando la demanda.

### 4.3.3. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia (modelo de HOLT)



**Gráfico 29.** Modelo de Holt Jeans. Fuente: Elaboración propia

En el presente modelo se puede observar que el error absoluto promedio expresado como porcentaje de la demanda es alto. Esto se debe a que el modelo de Holt tiene en cuenta la tendencia y no la estacionalidad. Lo que hace que si el producto tiene una tendencia positiva, como este caso, inclusive en los meses donde la demanda es baja, como enero, el modelo tiende a sobre pronosticar la demanda.

Esto también lo confirman los valores de  $\alpha = 0,01$  y  $\beta = 0,02$  que minimizan el error de pronóstico: Ambos son pequeños, para el caso de  $\alpha$ , otorga más preponderancia a los valores de nivel y tendencia del periodo anterior y para el caso de  $\beta$ , que otorga mayor preponderancia a la tendencia que a la diferencia en los niveles.

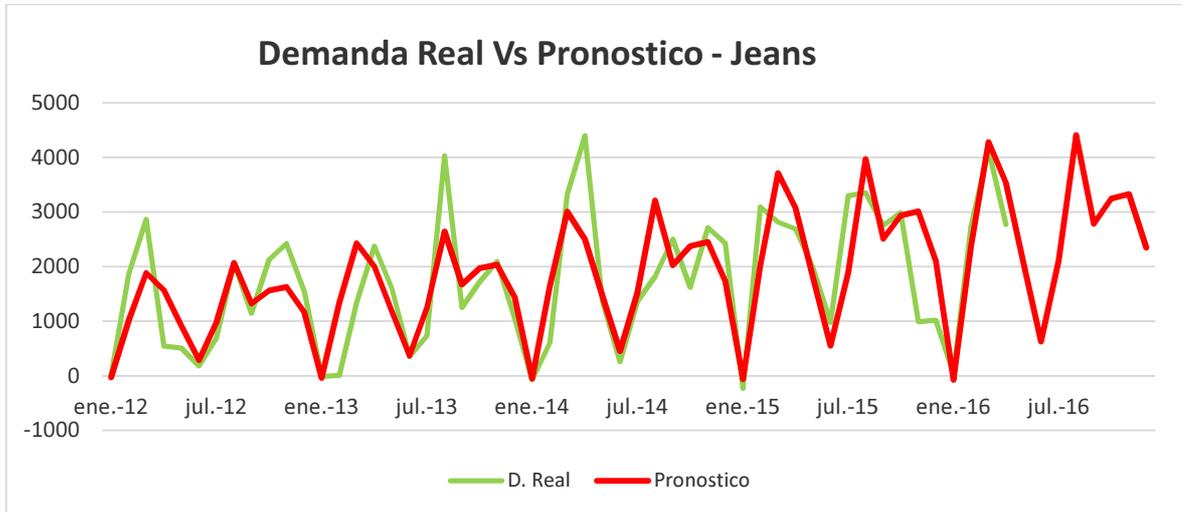
**Tabla 15. Modelo de Holt – Jeans**

Per	n	Y	Nivel	Tendencia	Pronostico
	0		983	28	
ene-12	1	1	1.002	28	1.012
feb-12	2	1.861	1.038	28	1.030
mar-12	3	2.862	1.084	29	1.066
abr-12	4	540	1.107	28	1.113
may-12	5	507	1.129	28	1.136
jun-12	6	180	1.148	28	1.158
jul-12	7	686	1.171	28	1.176
ago-12	8	2.072	1.208	28	1.199
sep-12	9	1.142	1.235	28	1.236
oct-12	10	2.129	1.272	28	1.264
nov-12	11	2.420	1.312	29	1.301
dic-12	12	1.551	1.342	29	1.340
ene-13	13	1	1.357	28	1.371
feb-13	14	1	1.372	28	1.386
mar-13	15	1.341	1.400	28	1.400
abr-13	16	2.373	1.437	28	1.428
may-13	17	1.600	1.467	28	1.465
jun-13	18	350	1.484	28	1.495
jul-13	19	730	1.504	28	1.512
ago-13	20	4.028	1.557	28	1.532
sep-13	21	1.249	1.582	28	1.585
oct-13	22	1.717	1.611	28	1.610
nov-13	23	2.090	1.644	28	1.640
dic-13	24	1.053	1.666	28	1.673
ene-14	25	1	1.678	28	1.695
feb-14	26	601	1.695	28	1.706
mar-14	27	3.321	1.739	28	1.723
abr-14	28	4.397	1.793	29	1.767
may-14	29	1.375	1.817	29	1.822
jun-14	30	254	1.830	28	1.846
jul-14	31	1.362	1.853	28	1.858
ago-14	32	1.816	1.881	28	1.881
sep-14	33	2.500	1.915	28	1.909
oct-14	34	1.615	1.940	28	1.943
nov-14	35	2.711	1.975	28	1.968
dic-14	36	2.424	2.008	28	2.004
ene-15	37	1	2.016	28	2.036
feb-15	38	3.093	2.054	28	2.044
mar-15	39	2.809	2.090	28	2.083
abr-15	40	2.691	2.124	28	2.118
may-15	41	1.974	2.151	28	2.152
jun-15	42	976	2.167	28	2.179
jul-15	43	3.295	2.206	28	2.195
ago-15	44	3.349	2.246	29	2.235
sep-15	45	2.755	2.279	29	2.274
oct-15	46	2.984	2.315	29	2.308
nov-15	47	987	2.330	29	2.344
dic-15	48	1.015	2.345	28	2.359
ene-16	49	37	2.350	28	2.374
feb-16	50	2.727	2.381	28	2.378
mar-16	51	4.133	2.427	28	2.409
abr-16	52	2.768	2.458	28	2.455
may-16	53				2.486

**Tabla 16. Cálculo de errores Modelo de Holt – Jeans**

Per	n	Error Pro	Error Abs	MSE	MAD	Error %	MAPE	Ts
	0							
ene-12	1	-1.011	1.011	1.021.503	1.011	101.069	101.069	-1
feb-12	2	831	831	856.304	921	45	50.557	0
mar-12	3	1.796	1.796	1.645.791	1.213	63	33.726	1
abr-12	4	-573	573	1.316.370	1.053	106	25.321	1
may-12	5	-629	629	1.132.117	968	124	20.281	0
jun-12	6	-978	978	1.102.733	969	543	16.992	-1
jul-12	7	-490	490	979.508	901	71	14.574	-1
ago-12	8	873	873	952.285	897	42	12.758	0
sep-12	9	-94	94	847.461	808	8	11.341	0
oct-12	10	865	865	837.624	814	41	10.211	1
nov-12	11	1.119	1.119	875.398	842	46	9.287	2
dic-12	12	211	211	806.145	789	14	8.514	2
ene-13	13	-1.370	1.370	888.545	834	137.016	18.399	1
feb-13	14	-1.385	1.385	962.066	873	138.486	26.977	-1
mar-13	15	-59	59	898.161	819	4	25.179	-1
abr-13	16	945	945	897.882	827	40	23.607	0
may-13	17	135	135	846.131	786	8	22.219	0
jun-13	18	-1.145	1.145	871.967	806	327	21.003	-1
jul-13	19	-782	782	858.236	805	107	19.903	-2
ago-13	20	2.496	2.496	1.126.866	889	62	18.911	1
sep-13	21	-336	336	1.078.589	863	27	18.012	0
oct-13	22	107	107	1.030.080	829	6	17.193	1
nov-13	23	450	450	994.110	812	22	16.447	1
dic-13	24	-620	620	968.690	804	59	15.764	0
ene-14	25	-1.694	1.694	1.044.708	840	169.385	21.909	-2
feb-14	26	-1.105	1.105	1.051.484	850	184	21.073	-3
mar-14	27	1.598	1.598	1.107.155	878	48	20.295	-1
abr-14	28	2.630	2.630	1.314.686	940	60	19.572	2
may-14	29	-447	447	1.276.234	923	32	18.898	1
jun-14	30	-1.592	1.592	1.318.156	946	627	18.289	0
jul-14	31	-496	496	1.283.575	931	36	17.700	-1
ago-14	32	-65	65	1.243.597	904	4	17.147	-1
sep-14	33	591	591	1.216.504	894	24	16.628	0
oct-14	34	-328	328	1.183.888	878	20	16.140	-1
nov-14	35	743	743	1.165.842	874	27	15.680	0
dic-14	36	420	420	1.138.367	861	17	15.245	1
ene-15	37	-2.035	2.035	1.219.548	893	203.521	20.333	-2
feb-15	38	1.049	1.049	1.216.420	897	34	19.799	0
mar-15	39	726	726	1.198.761	893	26	19.292	0
abr-15	40	573	573	1.176.995	885	21	18.810	1
may-15	41	-178	178	1.149.064	868	9	18.352	1
jun-15	42	-1.203	1.203	1.156.165	876	123	17.918	-1
jul-15	43	1.100	1.100	1.157.406	881	33	17.502	1
ago-15	44	1.114	1.114	1.159.325	886	33	17.105	2
sep-15	45	481	481	1.138.695	877	17	16.725	3
oct-15	46	676	676	1.123.876	873	23	16.362	3
nov-15	47	-1.357	1.357	1.139.120	883	137	16.017	2
dic-15	48	-1.344	1.344	1.152.998	893	132	15.686	0
ene-16	49	-2.337	2.337	1.240.881	922	6.315	15.494	-2
feb-16	50	349	349	1.218.500	911	13	15.185	-2
mar-16	51	1.724	1.724	1.252.857	927	42	14.888	0
abr-16	52	313	313	1.230.648	915	11	14.602	0

#### 4.3.4. Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia y estacionalidad (modelo de WINTER)



**Grafico 30.** Modelo de Winter Jeans. Fuente: Elaboración propia

Para el modelo de Winter, se proceden a calcular los factores estacionales para cada uno de los meses. En principio, como promedio de todos los meses de la serie histórica, y luego proyectado según la ecuación descrita en el capítulo 2 y la constante  $\gamma$ .

La regresión lineal utilizada para desestacionalizar la demanda arrojó los siguientes valores:

Coeficientes	
Intercepción	1023
Variable X 1	30,2

Los valores de  $\gamma$ ,  $\beta$  y  $\alpha$  que minimizan el error son 0,01, 0,02 y 0,01 correspondientemente.

Nótese que se puede extender la serie pronosticada continuando con el modelo estático porque puede seguir proyectando los factores estacionales teniendo en cuenta el último nivel y tendencia observados.

Lo anteriormente expuesto debe ir corrigiéndose con cada demanda nueva observada para seguir así minimizando el error a la luz de nueva información.

También se observa valores normales para la señal de rastreo, que confirman que el modelo no sobre ni sub pronostica la demanda.

Tabla 17. Modelo de Winter – Jeans

Per	n	Y	Desest	D. Des c/Re	S	St. Estim Lt	Tt	St	Ft (Pron.)
	0						1023	30,18	
ene-12	1	1		1.053	0,001		1.046	30,03	0,003
feb-12	2	1.861		1.084	1,717		1.085	30,22	0,911
mar-12	3	2.862		1.114	2,570		1.122	30,35	1,635
abr-12	4	540	1.329	1.144	0,472		1.145	30,20	1,335
may-12	5	507	1.252	1.174	0,432		1.170	30,09	0,768
jun-12	6	180	1.111	1.204	0,149		1.196	30,01	0,233
jul-12	7	686	1.124	1.235	0,556		1.222	29,94	0,782
ago-12	8	2.072	1.246	1.265	1,638		1.253	29,95	1,613
sep-12	9	1.142	1.298	1.295	0,882		1.281	29,92	1,008
oct-12	10	2.129	1.307	1.325	1,607		1.316	30,02	1,162
nov-12	11	2.420	1.391	1.355	1,786		1.353	30,16	1,178
dic-12	12	1.551	1.477	1.385	1,120		1.388	30,26	0,820
ene-13	13	1	1.464	1.416	0,001		1.407	30,04	0,003
feb-13	14	1	1.433	1.446	0,001		1.423	29,75	0,919
mar-13	15	1.341	1.399	1.476	0,909		1.447	29,62	1,644
abr-13	16	2.373	1.378	1.506	1,576		1.479	29,68	1,326
may-13	17	1.600	1.403	1.536	1,041		1.515	29,80	0,764
jun-13	18	350	1.510	1.566	0,223		1.544	29,79	0,232
jul-13	19	730	1.677	1.597	0,457		1.568	29,67	0,780
ago-13	20	4.028	1.752	1.627	2,476		1.606	29,85	1,613
sep-13	21	1.249	1.739	1.657	0,754		1.632	29,77	1,007
oct-13	22	1.717	1.761	1.687	1,018		1.660	29,73	1,167
nov-13	23	2.090	1.695	1.717	1,217		1.691	29,75	1,184
dic-13	24	1.053	1.655	1.748	0,603		1.716	29,66	0,823
ene-14	25	1	1.703	1.778	0,001		1.731	29,37	0,003
feb-14	26	601	1.725	1.808	0,332		1.749	29,15	0,909
mar-14	27	3.321	1.808	1.838	1,807		1.781	29,20	1,637
abr-14	28	4.397	1.865	1.868	2,353		1.825	29,50	1,329
may-14	29	1.375	1.969	1.898	0,724		1.854	29,48	0,767
jun-14	30	254	2.051	1.929	0,132		1.876	29,33	0,232
jul-14	31	1.362	1.959	1.959	0,695		1.903	29,30	0,777
ago-14	32	1.816	1.913	1.989	0,913		1.925	29,13	1,622
sep-14	33	2.500	1.968	2.019	1,238		1.959	29,24	1,004
oct-14	34	1.615	2.078	2.049	0,788		1.982	29,12	1,166
nov-14	35	2.711	2.223	2.080	1,304		2.014	29,17	1,184
dic-14	36	2.424	2.297	2.110	1,149		2.052	29,36	0,821
ene-15	37	1	2.365	2.140	0,000		2.064	29,00	0,003
feb-15	38	3.093	2.350	2.170	1,425		2.106	29,26	0,904
mar-15	39	2.809	2.219	2.200	1,277		2.131	29,18	1,639
abr-15	40	2.691	2.162	2.230	1,206		2.159	29,15	1,340
may-15	41	1.974	2.149	2.261	0,873		2.192	29,23	0,767
jun-15	42	976	2.188	2.291	0,426		2.241	29,63	0,231
jul-15	43	3.295	2.247	2.321	1,420		2.291	30,02	0,776
ago-15	44	3.349		2.351	1,424		2.318	29,97	1,615
sep-15	45	2.755		2.381	1,157		2.352	30,05	1,007
oct-15	46	2.984		2.412	1,237		2.384	30,09	1,162
nov-15	47	987		2.442	0,404		2.398	29,77	1,186
dic-15	48	1.015		2.472	0,411		2.416	29,53	0,825
ene-16	49	37		2.502	0,015	0,003	2.530	31,23	0,003
feb-16	50	2.727		2.532	1,077	0,911	2.566	31,32	0,909
mar-16	51	4.133		2.562	1,613	1,635	2.597	31,30	1,636
abr-16	52	2.768		2.593	1,068	1,335	2.622	31,19	1,339
may-16	53					0,768		0,768	2063
jun-16	54					0,233		0,233	625
jul-16	55					0,782		0,783	2126
ago-16	56					1,613		1,614	4433
sep-16	57					1,008		1,008	2802
oct-16	58					1,162		1,163	3268
nov-16	59					1,178		1,178	3347
dic-16	60					0,820		0,821	2357

Tabla 18. Cálculo de errores Modelo de Winter - Jeans

Per	n	Error Pro	Error Abs	MSE	MAD	Error %	MAPE	Ts
	0							
ene-12	1	-3	3	8	3	276	276	-1
feb-12	2	845	845	357.112	424	45	161	2
mar-12	3	978	978	556.877	609	34	119	3
abr-12	4	-1.029	1.029	682.276	714	191	137	1
may-12	5	-414	414	580.144	654	82	126	1
jun-12	6	-105	105	485.297	562	58	114	0
jul-12	7	-293	293	428.252	524	43	104	0
ago-12	8	3	3	374.721	459	0	91	0
sep-12	9	-179	179	336.647	428	16	83	0
oct-12	10	564	564	334.807	441	26	77	1
nov-12	11	791	791	361.228	473	33	73	2
dic-12	12	387	387	343.608	466	25	69	3
ene-13	13	-4	4	317.178	430	399	94	4
feb-13	14	-1.334	1.334	421.554	495	133.358	9.613	0
mar-13	15	-1.086	1.086	472.052	534	81	8.978	-2
abr-13	16	372	372	451.176	524	16	8.418	-1
may-13	17	419	419	434.984	518	26	7.924	0
jun-13	18	-15	15	410.830	490	4	7.484	0
jul-13	19	-516	516	403.195	491	71	7.094	-1
ago-13	20	1.388	1.388	479.407	536	34	6.741	1
sep-13	21	-424	424	465.132	531	34	6.422	1
oct-13	22	-255	255	446.945	518	15	6.130	0
nov-13	23	54	54	427.638	498	3	5.864	0
dic-13	24	-384	384	415.971	493	36	5.621	0
ene-14	25	-5	5	399.333	474	506	5.416	-1
feb-14	26	-1.016	1.016	423.706	495	169	5.215	-3
mar-14	27	358	358	412.757	490	11	5.022	-2
abr-14	28	1.932	1.932	531.293	541	44	4.844	2
may-14	29	-70	70	513.143	525	5	4.677	2
jun-14	30	-188	188	497.210	514	74	4.524	2
jul-14	31	-139	139	481.795	502	10	4.378	1
ago-14	32	-1.354	1.354	523.993	528	75	4.244	-1
sep-14	33	503	503	515.795	527	20	4.116	0
oct-14	34	-730	730	516.286	533	45	3.996	-2
nov-14	35	291	291	503.956	526	11	3.882	-1
dic-14	36	714	714	504.127	532	29	3.775	0
ene-15	37	-6	6	490.503	518	614	3.690	0
feb-15	38	1.163	1.163	513.191	534	38	3.594	2
mar-15	39	-732	732	513.786	540	26	3.502	1
abr-15	40	-241	241	502.393	532	9	3.415	0
may-15	41	270	270	491.922	526	14	3.332	1
jun-15	42	452	452	485.071	524	46	3.254	2
jul-15	43	1.494	1.494	525.709	547	45	3.179	4
ago-15	44	-444	444	518.250	544	13	3.107	4
sep-15	45	357	357	509.560	540	13	3.038	4
oct-15	46	178	178	499.175	532	6	2.972	5
nov-15	47	-1.892	1.892	564.741	561	192	2.913	1
dic-15	48	-1.002	1.002	573.904	570	99	2.855	-1
ene-16	49	28	28	562.208	559	77	2.798	-1
feb-16	50	365	365	553.628	555	13	2.742	0
mar-16	51	-166	166	543.314	548	4	2.689	0
abr-16	52	-785	785	544.723	552	28	2.637	-2

Tabla 19. Resumen del cálculo de errores – Jeans

Modelo de Pronóstico	MAD	MAPE	Señal de Rastreo (TS)	
			Desde	Hasta
Promedio Móvil	989	10.251	-3	8
Suavizamiento Exponencial	1.023	5.399	-12	1
Metodo de Holt	915	14.602	-3	1
Metodo de Winter	552	2.637	-3	4

En este caso, la desviación estándar del error de pronóstico relativo al pronóstico de la demanda es mucho más pequeña que con los otros métodos. Ya se venía observando que este método se adapta a muchos tipos de demanda, dado que la estacionalidad es algo que muchas veces caracteriza a la misma y toma especial relevancia en el corto plazo, donde el pronóstico puede ser más preciso.

Queda demostrado que realizando los ajustes necesarios en todas las funciones de la cadena de suministro, se logran resultados cada vez más precisos, que se traducen en reducción de costos para la compañía.

Este pronóstico será de gran utilidad no solo para la planificación de la producción, sino también para la gestión del inventario. Dada la función de posición de inventario:

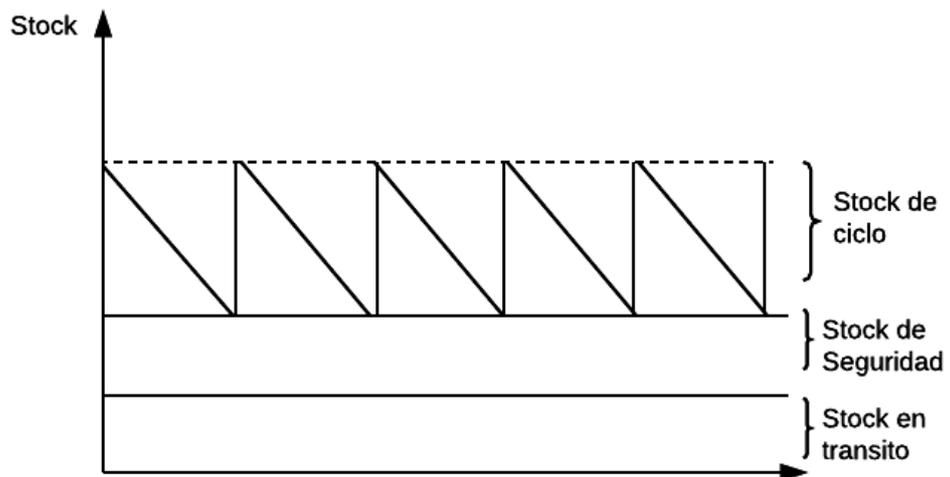
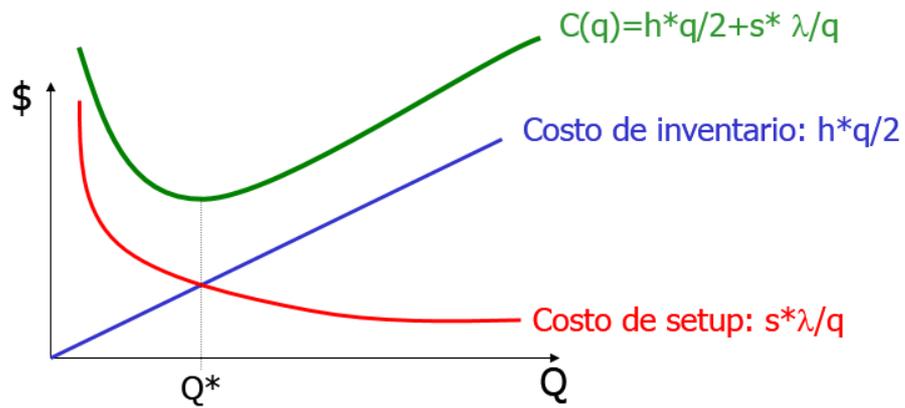


Gráfico 31. Posición de Inventario. Fuente: Elaboración propia

Contar con un pronóstico acertado, permitirá reducir la incertidumbre y por lo tanto el Stock de seguridad, lo que se traduce en menores costos de mantenimiento y de pedido.

### Costo total de inventario: Modelo de Harris – Wilson



**Gráfico 32.** Costos de Inventario. Fuente: Elaboración propia

Donde:

$h$ : Costo de mantenimiento/ unidad

$q$ : Cantidad óptima de pedido

$s$ : Costo de pedido o set-up

$\lambda$ : Demanda

## C. CIERRE DEL PROYECTO

El trabajo elaborado a lo largo de estas páginas ha dado cuenta de cuán importante es, no solo contar con información histórica, sino saber interpretarla y utilizarla para mejorar el rumbo futuro de la compañía.

No se puede dejar de mencionar que actualmente la tecnología y el software que se encuentra disponible en el mercado son de una gran utilidad para volcar todos los datos y mejorar significativamente la toma de decisiones. De hecho el módulo de pronóstico, es uno de los tres productos principales que han dado impulso a la industria del software de la cadena de suministros.

La empresa bajo análisis no cuenta con un software adecuado que permita realizar proyecciones y mediante el presente trabajo se pretende incorporar no sólo una forma de anticipar el futuro, sino también de qué manera mejorarlo, observando el pasado.

El otro aspecto importante que denota el presente estudio, es que todos los planes se determinan a partir de los pronósticos. Los planes de inventario, producción, transporte, abastecimiento y precio que genera la compañía dependen de un pronóstico, y si este es preciso concluye generando beneficios para la compañía.

Aplicar los métodos de pronósticos, comparar los resultados y hallar los errores, permite justamente saber cuál de ellos arroja el menor error y qué constantes permiten minimizar el mismo. Pudiendo luego interpretar lo que dice este componente aleatorio y, con el conocimiento que cada gerente tenga de su negocio, complementar con información que pueda mejorar el pronóstico y disminuir la incertidumbre.

Esta información puede ser producto de la apertura de una nueva unidad de negocio, la adquisición de nuevos clientes, un giro inesperado de la economía del sector o simplemente cualquier factor que se sepa que va a ocurrir y que ayude a mejorar el pronóstico.

La empresa bajo análisis, tiene un aspecto importante que ayuda a mejorar los pronósticos, esto se debe a que posee una cartera “atomizada” de clientes, es decir muchos pequeños clientes; esto tiende a hacer más uniforme el pronóstico.

Todos los pronósticos traen un riesgo implícito, las estrategias que pueden y deberían utilizarse para mitigar el mismo son incrementar la capacidad de respuesta de la cadena de suministro y aprovechar las oportunidades para generar demanda.

No se puede dejar de mencionar lo relevantes que resultaron las entrevistas con distintas áreas de la compañía, dado que permitieron entender la relación de la demanda con la producción y como las diferencias de interpretación pueden ocasionar errores y

pérdida de información. Se detectó que el sector de ventas posee información valiosa y a la vez subjetiva de los clientes que consumen el producto. También se pudo corroborar diferencias geográficas respecto del tipo de producto adquirido y la falta de asesoramiento al cliente en el punto de venta.

Se descubrió que los datos de la demanda agregada son valiosos, con un valor marginal aportado por los clientes acerca de sus locales comerciales y de los propios exclusivos. Esto último sirve para seleccionar la información importante a la hora de realizar los pronósticos y de dar las directivas para su producción y venta.

Por último y un aspecto sumamente importante, es que todas las estimaciones realizadas hasta el momento se basan en información de las ventas, que guardan relación con la demanda pero a menudo suele confundirse. Por eso es que se halló que estas estimaciones están pasando por alto la demanda insatisfecha dado el desabastecimiento a la hora de la compra por parte del cliente.

Es necesario cuantificar la misma y hallar la razón de su ocurrencia. Las entrevistas realizadas revelaron que en épocas de picos de demanda como Navidad, día del padre, etc. empresas competidoras han realizado políticas agresivas de descuentos y promociones, lo que se traduce en una porción de ventas no colocadas por la empresa bajo análisis. También el hecho de adelantarse en las presentaciones permite llegar primero al cliente y quedarse con una porción mayor de su presupuesto.

## C.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

### C.1.1 CONCLUSIONES

Actualmente, en Argentina la industria textil, y todas aquellas manufactureras, especialmente las de mano de obra intensivas, se han visto afectadas por razones macroeconómicas como la apertura del comercio internacional y la crisis que ha provocado una caída masiva del consumo nacional.

Esto hace que las empresas comiencen a observar variables que en otras épocas estaban ocultas tras un margen que les permitía operar sin preocupaciones. Pero que si se les presta mayor atención, pueden contribuir radicalmente en la mejora de la rentabilidad debido a una gestión eficiente de los recursos disponibles que por lo general son escasos.

Este trabajo propone un análisis proactivo de la demanda del consumidor, antes de que la misma se produzca, partiendo de datos históricos y series de tiempo que muchas veces son mal utilizadas o mal interpretadas desde el punto de vista de las ventajas que se pueden obtener de ello, principalmente para quien se encarga de conducir estratégicamente la compañía y de tomar las decisiones que posicionan la empresa.

A lo largo del presente trabajo, se analizó las características de la demanda de productos textiles, y lo fuertemente influenciado que están respecto de los factores estacionales. Como así también la importancia de contar con información temprana para tomar decisiones respecto de la producción. En este sentido el objetivo fue minimizar la incertidumbre y el error de tomar decisiones en base únicamente a información cualitativa o intuitiva.

Luego de haber aplicado los distintos métodos de pronósticos a los productos textiles seleccionados (jeans y camisas), se halló que la demanda de estos productos está altamente afectada por los factores estacionales y que el método que mejor refleja el comportamiento de la serie es el Método de Winter porque:

- Tiene en cuenta la estacionalidad en las ventas
- Arroja el menor valor para el componente aleatorio de la demanda (error de pronóstico)
- Incorpora la tendencia creciente de la marca en desarrollo
- Es adaptable a casi todos los demás rubros de productos textiles que ofrece la empresa

En la empresa los planes de producción, diseño, ventas y marketing están estrechamente vinculados a los pronósticos de ventas. Se concluye que el mismo representa un ítem importante en la gestión de minimizar costos y administrar la cadena de suministros.

Cuanto más énfasis se ponga en pronosticar correctamente la demanda, mayor impacto van a tener los ahorros de costos de gestión de inventarios, de pedir órdenes extraordinarias de producción, de atender la demanda y consecuente insatisfacción del cliente y de tener pérdidas por obsolescencia de productos producidos y no vendidos.

En el Capítulo cuatro se aplicaron distintos métodos para proyectar la demanda. A su vez esto permitió conocer el rubro de la compañía testigo y obtener conclusiones a cerca de las características del producto ofrecido:

- Son productos con doble estacionalidad, una de las cuales está dada por la estacionalidad propia climática y la otra, producto de picos por fechas especiales como navidad, día del padre y día del niño, para el caso de indumentaria masculina.
- Son productos con una alta tasa de obsolescencia producto de la moda que muchas veces es efímera.
- Tienen alta rentabilidad bruta, pero altos costos de comercialización, lo que hace indispensable comprar la cantidad justa porque los costos superan rápidamente el margen de un producto en liquidación, en el mejor de los casos. La mayoría de las veces generan pérdida.
- Están altamente afectados por factores macroeconómicos cuando estos afectan el nivel de consumo de la población, lo que genera la necesidad de ser flexibles y no tener una estructura “pesada” o mucho stock inmovilizado.
- Necesitan estar a la vanguardia con respecto al diseño, esto provoca que los sectores de diseño, producción y ventas tengan fluida comunicación y feed-back constante.

Todos los factores anteriormente mencionados, combinados con las series de tiempo hacen que el método de Winter sea el más apropiado para este sector, más aun cuando se observa que hallando las constantes de suavizamiento adecuadas, el modelo permite minimizar el error de pronóstico arrojando resultados más precisos y mejorando sustancialmente las decisiones que se tomen respecto del mismo.

Cuando se proyectaron las ventas con el Método de Winter se obtuvieron resultados mensuales para el caso de jeans, que como se explicó tiene una demanda uniforme a lo largo del año y una proyección semestral para el caso de camisas.

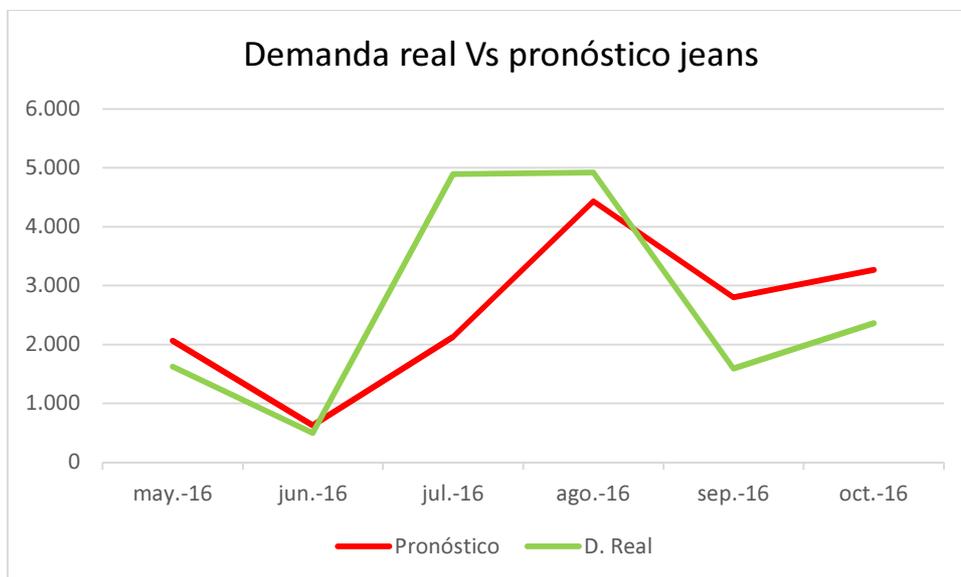
Actualmente contamos con los datos reales de la demanda observada y a continuación procedemos a comparar los mismos y a obtener los errores de pronósticos, los cuales

analizados correctamente, permiten obtener valiosas conclusiones, respecto del periodo mayo 2016 – octubre 2016 los que arrojan los siguientes resultados:

**Tabla 20. Pronóstico Winter – jeans últimos períodos**

Jeans	Pronóstico	Real	Error
may-16	2.063	1.626	437
jun-16	625	498	127
jul-16	2.126	4.892	-2.766
ago-16	4.433	4.918	-485
sep-16	2.802	1.593	1.209
oct-16	3.268	2.358	910
			<b>-569</b>

Se observa que la sumatoria de errores arroja una diferencia negativa, pero se adapta bastante a la curva de demanda real, salvo en el mes de julio que tuvo un pico de demanda extraordinaria. Pero todavía resta ver el ajuste en la demanda de los dos últimos meses del año dado que la producción es semestral queda demostrado que un buen pronóstico reduce la incertidumbre y el Stock de seguridad mantener. Lo que se traduce en ahorro de costos y por consiguiente, en mejora de la rentabilidad.



**Grafico 33.** Modelo de Winter Jeans – últimos períodos. Fuente: Elaboración propia

El mismo procedimiento, se realiza con el rubro camisas obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 21. Pronóstico Winter – camisas últimos períodos**

Camisas	Pronóstico	Real
2S-2016	14.639	10.793

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la demanda pronosticada para el segundo semestre es 14.639 unidades, de las cuales se han vendido hasta el 30 de octubre de 2016, 10.793 unidades. Se tienen buenos indicios que al final del año el pronóstico se ajustará a la demanda real arrojando, de la misma manera que para el rubro jeans, un error mínimo del mismo.

Queda demostrado que el uso correcto de las series de tiempo que hoy en día existen y están disponibles en la empresa, cuando se les otorga el uso adecuado, se transforman en una manera eficiente de planificar la producción, gestionar el inventario y satisfacer al cliente.

El ahorro que genera contar con información precisa contribuirá a mejorar otras áreas de la empresa en donde hace falta la inversión de recursos:

- Financiamiento del Capital de trabajo
- Capacitación del personal
- Inversiones productivas
- Inversión en diseño de productos nuevos
- Mejorar la retribución de los accionistas
- Renovación de maquinarias e inversión en bienes durables de capital
- Inversión en activos intangibles

Entre otros.

## C.1.2 RECOMENDACIONES

Holding S.A. debe comenzar a pensar en los beneficios de agregar a la administración de la cadena de suministros el uso de pronósticos que complementen la toma de decisiones que hoy se viene realizando en base únicamente a la última serie de la temporada anterior y a factores intuitivos. Se ha demostrado que el Modelo de Winter se ajusta muy bien a las series históricas y arroja un pronóstico confiable a la vez que minimiza el error de pronóstico.

También se recomienda organizar estudios sobre la demanda histórica, dado que estudios para minimizar costos de gestión deben realizarse en todo momento en toda compañía y no solo en aquellos momentos donde no acompañen los factores económicos o políticos.

Como se mencionó, la empresa debe fomentar la coordinación de las distintas áreas de la misma para medir el desempeño y mejorar los resultados en las mismas y como factor que influye en el objetivo global de la organización.

Hacer extensivo el uso de herramientas cuantitativas a todos los productos que fabrica la empresa analizando la naturaleza de cada uno y el modelo que más se adapta al mismo.

A continuación otras recomendaciones que justifican el uso de pronósticos y refuerzan el ajuste estratégico de la cadena de suministros de Holding S.A.:

1. Organizar la base de datos desde el inicio de la compañía: Por rubro, por marca, por producto, por unidades vendidas y por clasificación en proporción a la venta. Por ejemplo:

1. POSICION ABC

- 1.1. MARCA 1

- 1.1.1 RUBRO: JEANS

- 1.1.1.1. ARTÍCULO 1 – TALLE

- 1.1.1.2. ARTÍCULO 2 – TALLE

Utilizar la serie de datos anterior para organizar los productos por tendencias, por resultados de ventas y demanda pico.

2. Crear un registro de demanda no lograda y las causas de la misma con ayuda de los encargados de los locales comerciales.

3. Construir un canal de comunicación con los clientes para hacerles llegar información de productos nuevos y conocer las necesidades en tiempo real, como así también recibir de ellos información que pueda ayudar en el diseño y producción. Esto inclinaría la curva de tendencia de Jeans y cualquier otro producto que se pueda mejorar la capacidad de respuesta de la cadena de suministro.
4. Generar medidas de asesoramiento al cliente mayorista que sean trasladable al consumidor final, respecto de la calidad, el producto, los estándares y los talles.
5. Crear el talle 40 en el rubro Jeans, ya que se observó una importante demanda del mismo surgida de las entrevistas con los clientes. Realizar un estudio de costos y medir el desempeño de esta acción para replicarlos a los demás productos
6. En Concordancia con lo anterior: acortar los tiempos de entrega y los tiempos de espera. Ayudar a que el cliente se familiarice con el producto nuevo y tenga ventajas a la hora de ofrecerlo al consumidor final como así también aprovechar las oportunidades para generar demanda: utilizar la tecnología para generar nuevos canales de ventas.
7. Realizar reuniones de integración dentro de la empresa que traten aspectos vinculados a ventas y producción, a pesar de que ambos coincidieron en que sería sumamente importante. En este sentido se recomienda a la compañía establecerlas para permitir la transmisión de información uniforme.
8. Generar un registro de segmento de clientes por zona geográfica.

## C.2 BIBLIOGRAFÍA

Sunil Chopra y Peter Meindl. (2008). *Administración de la cadena de suministros, Estrategia Planeación y Operación*, México: Prentice Hall. 3º edición

Ballou Ronald (2004). *Logística Administración de la cadena de suministros...* México: Prentice Hall. 5º Edición

MIT Center for Transportation & Logistics. *Exponential Smoothing: Seasonality*

MIT Center for Transportation & Logistics. *Exponential Smoothing: Level & Trend Data*.

MIT Center for Transportation & Logistics. *Supply Chain Management: Tackling uncertainty (July 2011)*

John E. Hanke y Arthur G. Reitsch. (1996) *Pronósticos en los negocios, México:* Prentice Hall. 5º edición

David Anderson, Dennis J. Sweeney, Thomas A. Williams, Jeffrey D. Camm, Kipp Martin, *Quantitative Methods for Business*, 11a. Ed. South-Western Cengage Learning

Fundación Mediterránea: Instituto de Estudios sobre la Realidad Argentina y Latinoamericana (IERAL)

[http://www.trabajo.gob.ar/left/estadisticas/oede/estadisticas\\_provinciales.asp](http://www.trabajo.gob.ar/left/estadisticas/oede/estadisticas_provinciales.asp)

Algunas páginas web exploradas:

<http://www.gestiondeoperaciones.net/proyeccion-de-demanda/metodo-de-descomposicion-aplicado-para-un-pronostico-de-demanda/>

<http://www.gestiondeoperaciones.net/proyeccion-de-demanda/como-utilizar-el-modulo-predictor-en-crystal-ball-para-promedio-movil-simple-y-suavizado-exponencial-simple/>

<http://www.gestiopolis.com/caracteristicas-del-producto-el-product-mix/>

[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102508/Entorno\\_e\\_conocimiento\\_2016/Logistica Administracion de la cadena de suministro 5ta Edicion - Ronald H. Ballou.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102508/Entorno_e_conocimiento_2016/Logistica_Administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ta_Edicion_-_Ronald_H._Ballou.pdf)

<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/>

[http://www.inti.gob.ar/noticias/innovacionDesarrollo/estudio\\_antrop.htm](http://www.inti.gob.ar/noticias/innovacionDesarrollo/estudio_antrop.htm)

