

## ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA: UN ANÁLISIS DE MÉTODOS Y SUS APLICACIONES

### ESTIMATION OF THE DEMAND: AN ANALYSIS OF METHODS AND THEIR APPLICATIONS

Arturo Bofill Placeres, José A. Díaz Batista  
Escuela Superior de Cuadros del Estado y Gobierno, La Habana, Cuba  
[abofill@esceg.cu](mailto:abofill@esceg.cu); [diaztony@esceg.cu](mailto:diaztony@esceg.cu)

*Recibido: 22/07/2018*

*Aceptado: 28/08/2018*

#### Resumen

La estimación de la demanda es un elemento esencial para el buen funcionamiento de una empresa. Se han desarrollado numerosos métodos cualitativos y cuantitativos que permiten un adecuado pronóstico de la demanda, que unido al análisis del mercado donde opera la empresa, permite una buena estimación de esta. Se explican los métodos cualitativos más utilizados y los modelos de series de tiempo para el pronóstico cuantitativo. Se muestra un ejemplo de aplicación de la Serie de Tiempo (ST) utilizando el paquete estadístico Minitab 15.

**Palabras claves:** demanda, mercado, métodos de pronóstico

#### Abstract

The estimation of demand is an essential element for the proper functioning of a company. Numerous qualitative and quantitative methods have been developed that allow an adequate forecast of the demand, which together with the analysis of the market where the company operates, allows a good estimate of this. The most used qualitative methods and time series models for quantitative forecasting are explained. An example of application of the TS is shown using the Minitab 15 statistical package.

**Keywords:** demand, market, forecasting methods

#### Introducción

En la reciente actividad de capacitación a los cuadros de dirección de las OSDE y empresas del sector estatal relacionada con el Decreto-Ley 334<sup>1</sup> y los decretos 334<sup>2</sup>, 335<sup>3</sup> y 336<sup>4</sup>, recientemente publicados en la Gaceta Oficial de la República, se hace frecuente referencia a la necesidad que tienen las empresas de contar con información, lo más precisa posible, acerca de la magnitud de la demanda de bienes o servicios que las mismas proporcionan a sus clientes en un determinado horizonte de tiempo.

A partir de la demanda es que la empresa puede planificar sus procesos de producción o servicio, y determinar todos los recursos que se requieren para asegurar el cumplimiento de dicha planificación, así como el capital de trabajo necesario para dicho propósito.

La determinación de la demanda es una actividad esencial para la empresa, no exenta de complejidades e incertidumbres, que requiere de toda la creatividad, inteligencia y experiencia del colectivo de trabajadores y de la certera conducción y control de los directivos de la organización. Si la demanda está sobre estimada, entonces al final del período se tendrán inventarios sobrantes no deseados con la correspondiente afectación económica. Por otra parte, si la demanda se pronostica por debajo de la real, entonces la misma será incumplida y quedarán clientes insatisfechos en las cadenas de suministro en que esté involucrada la empresa, afectándose esta económicamente y en su prestigio.

La demanda depende de las características específicas del mercado, ya sea nacional como de exportación, de aquí que para pronosticar la demanda sea necesario disponer de información sobre los elementos que determinan el comportamiento del mercado para el o los productos y servicios que elabora la empresa.

Existen un grupo de métodos cualitativos y cuantitativos para poder estimar la demanda de próximos períodos y su utilización adecuada por los empresarios cubanos permitirá mayor precisión en conocer la demanda de sus productos. Hay que saber que todo pronóstico es imperfecto, pero siempre es mejor que nada. En la práctica los datos de la demanda de períodos anteriores nos sirven para algunos análisis cuantitativos y con esa información adicionamos los métodos cualitativos para precisar más el pronóstico de la demanda. El desarrollo de la informática ha ayudado en los últimos años a lograr mayor precisión y rapidez para la utilización de los métodos cuantitativos.

El objetivo de este artículo es divulgar a nuestros empresarios, los métodos de estimación de la demanda, tanto cualitativos como cuantitativos, que más se utilizan en la actualidad.

### **Desarrollo**

En el Anexo 1 de la Resolución 242<sup>5</sup> del 2013 el Ministerio de Comercio Interior (MINCIN) de Cuba, se plantea a las Empresas Comercializadoras Mayoristas realizar el proceso de captación de la demanda del mercado y para ello describe algunos elementos que se deben tomar en consideración. Plantea además que: “Las Empresas Comercializadoras Mayoristas realizarán estudios de mercado, con el objetivo de conocer la demanda potencial, la insatisfecha y las preferencias de los clientes.”

Las empresas cubanas que comercializan a través de Empresas Comercializadoras Mayoristas, deben conocer si estas han realizado dichos estudios de mercado y si cumplen lo planteado en la Resolución supra mencionada, indagando para sus productos los métodos e información utilizados, para poder conocer cuan cercana esta esa demanda estimada, de la demanda real. Es de suponer que, para realizar ese estudio, la Empresa Mayorista haya trabajado de conjunto con la Empresa. Este es un primer aspecto a tener en cuenta, la conformidad de las empresas, que la demanda de sus productos, es la que solicita la Empresa Mayorista y que está debidamente fundamentada.

## **Demanda del Mercado y de la Empresa**

Cualquier estudio que se quiera realizar de la demanda de los productos de una empresa, requiere de un análisis del mercado en que esos productos se venderán. Es necesario precisar la demanda del mercado y la demanda de la empresa.

Nuestros empresarios manejan ciertos elementos del mercado y así se menciona el mercado potencial de sus productos, los nichos de mercado, etc.

La demanda se puede medir en cuatro dimensiones: producto, localización geográfica, período de tiempo y tipo de cliente y esto es lo primero que se debe definir para poder cuantificar la demanda de un mercado o empresa. Para un producto dado, no es lo mismo un mercado local, nacional o internacional, cada uno de ellos tiene distintos requerimientos para la demanda.

Se puede definir la demanda del mercado “para un producto como la cantidad total que compraría un grupo de clientes definido, en un período de tiempo y en un área geográfica determinados” (Kinneer y Taylor<sup>6</sup>). La demanda del mercado, es un conjunto de números o una función que dependerá en un período específico del ambiente de mercado dado y del trabajo de mercadotecnia que realice las empresas en ese mercado. No resulta similar la demanda del mercado en períodos florecientes de la economía, que en períodos de recesión. De forma similar, la demanda del mercado dependerá de los canales de distribución, la divulgación del producto y el precio de venta.

El mercado potencial se define como la demanda del mercado en un ambiente de mercado dado, cuando la labor de mercadotecnia tiende al infinito. En el mercado hay una demanda potencial del producto que se elabora en una empresa. Este mercado potencial lo integran todos los clientes que desean adquirir el producto y tienen recursos financieros y un lugar para adquirirlo. De ese mercado potencial la empresa en cuestión debe lograr una porción. Según Acevedo, et al<sup>7</sup> la demanda de una empresa se define como:

$$D_E = P_E * Q$$

Dónde: Q es el mercado potencial y  $P_E$ , es la proporción de ese mercado que cubre la empresa.

Desde el siglo pasado se han desarrollado un grupo de modelos para estimar o pronosticar la demanda de períodos futuros. Una tabla resumen se muestra en el libro de Chase, Jacob y Aquilano<sup>8</sup>, de la cual se toma algunos de los más usados y se agregan otros.

Los métodos más utilizados para la estimación de la demanda se clasifican en cuatro grupos: cuantitativos, cualitativos, causales y de simulación. En la práctica generalmente se utiliza una combinación de estos métodos.

## **Métodos Cualitativos para la Estimación de la Demanda**

Son técnicas de pronósticos basados en juicio, criterios y opiniones de personas o grupos, con el grado de subjetivismo que esto conlleva. No obstante, son los métodos más populares y utilizados para hacer los pronósticos de la demanda en las empresas, mucho más en la actualidad, donde el mercado es sumamente variable y competitivo y el comportamiento de la demanda tendrá iguales características.

Para productos sin historia del comportamiento de la demanda son los métodos que se tienen que utilizar, incluyendo cuando se lanza un nuevo producto al mercado.

Estos métodos se resumen en una tabla en el libro de Chase, Jacobs y Aquilano<sup>8</sup>. De ellos se explican los más utilizados.

Grupos de consenso. Pronósticos realizados en base a grupos, con la idea que cualquier estimado colectivo debe ser mejor que uno individual. Estos grupos se conforman por personas conocedoras del comportamiento de la demanda, por ejemplo, los vendedores. Se puede utilizar cualquiera de los tipos de trabajo en grupo. La desventaja fundamental es la influencia que puede tener dentro del grupo determinadas personas en el momento de emitir los criterios.

Investigación de mercados. Se basa en la utilización de encuestas y entrevistas a clientes potenciales para conocer sus preferencias y nuevas necesidades sobre los productos que oferta una empresa. Se utiliza fundamentalmente para nuevos productos y estudios a largo plazo. Necesita de un buen diseño para lograr resultados confiables y un adecuado análisis de costo-beneficio.

Analogía histórica o relación entre productos. Se toma como base para el pronóstico del comportamiento de un producto similar que ya existe en el mercado. La relación entre productos es más utilizada. Por ejemplo, el crecimiento de la producción de cemento para la construcción debe llevar implícito el crecimiento de otros materiales de construcción.

Método Delphi. Técnica utilizando expertos de bastante utilización en distintos campos. El principio fundamental para su aplicación, es que los expertos sean anónimos y no tengan contacto entre ellos. Esto elimina una de la dificultad de los grupos de consenso, que es la influencia de algunas personas en los criterios que se emiten.

En este último método se solicita a cada experto que haga una propuesta del valor de la demanda para el producto, para un período de tiempo dado y en un mercado determinado y se le pide que fundamente su propuesta. El facilitador del grupo recoge la información de cada experto y las procesa estadísticamente. Se pasa a una segunda ronda con los expertos, en que se les envía los resultados estadísticos y las fundamentaciones, para que hagan una nueva valoración de la demanda. El proceso se repetirá hasta que se logre determinado consenso en el criterio de los expertos.

### **Métodos Cuantitativos para la Estimación de la Demanda**

Los métodos cuantitativos siempre utilizan información numérica para el pronóstico de la demanda y entre los más utilizados están: las Series de Tiempo, los modelos de regresión y la simulación. Los programas informáticos de estadísticas, tales como el MINITAB y el SPSS, tienen entre sus programas algunos de los métodos cuantitativos que serán estudiados y su utilización serán abordados en este trabajo, por lo que en el tratamiento de los modelos para el pronóstico sólo se tratarán aspectos generales y en qué casos son más recomendables su aplicación. De los métodos cuantitativos se muestran los relacionados con las Series de Tiempo, dejando los otros métodos para un próximo trabajo.

- Series de Tiempo (ST)

Si existen datos históricos de la demanda, se debe iniciar estudiando analizando el comportamiento histórico de esta. Para ello se utiliza una gráfica de serie de tiempo o de dispersión, que tiene en la abscisa las unidades de tiempo (días, semanas, meses, etc.) y en la ordenada la demanda en cada unidad de tiempo. Un ejemplo se muestra en la Figura 1.

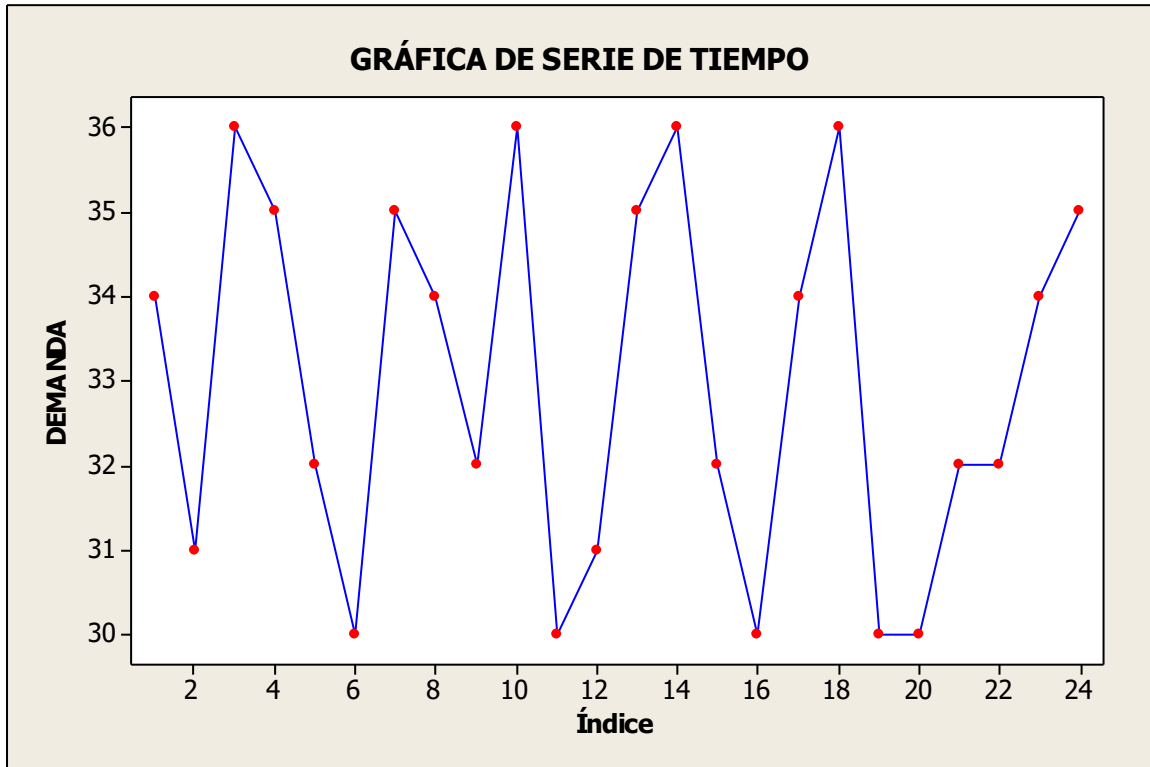


Figura 1. Serie de tiempo de dos años de la demanda de un producto (elaboración propia).

Las series de tiempo se caracterizan por tener un componente de nivel, un componente de tendencia (creciente o decreciente), un factor de estacionalidad y un componente aleatorio. Con el gráfico se pueden identificar esos componentes. En la Figura 1 el nivel es uniforme, estacionario o continuo alrededor de una línea horizontal en el valor de 33. Las desviaciones hacia arriba o hacia abajo de esta línea sería el componente aleatorio y en este caso no se observa un comportamiento de tendencia ni estacional de la serie. El componente estacional se identifica cuando hay picos hacia arriba o hacia abajo del nivel de la serie que se repiten en períodos de tiempo constantes. Esta última característica es propia de muchos productos y es un elemento importante a considerar en la estimación de la demanda. Por ejemplo, se debe esperar que el consumo de helados sea mayor en los meses de verano que en los de invierno, que los trajes de baño tengan mayor nivel de ventas en verano que en invierno y a esto es lo que se denomina estacionalidad de la demanda. En las Figuras 2 y 3 se presentan algunos ejemplos de características que puede tener la demanda.

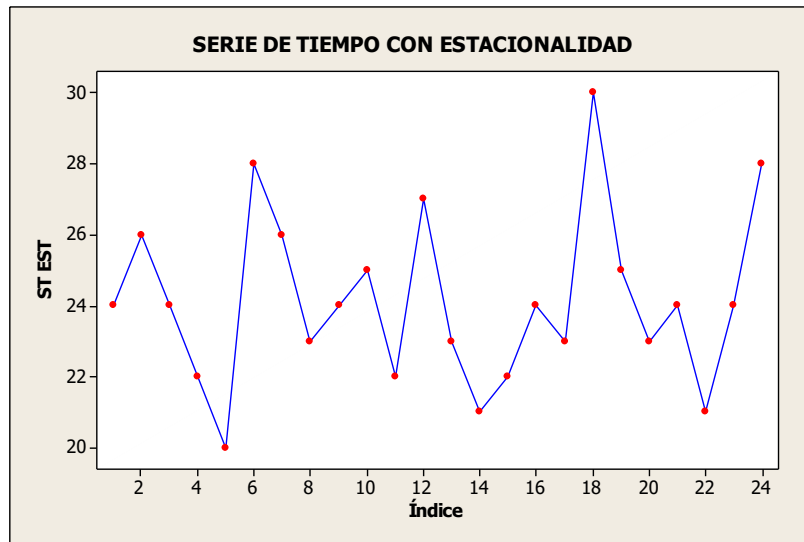


Figura 2. ST con nivel constante y estacionalidad (elaboración propia)

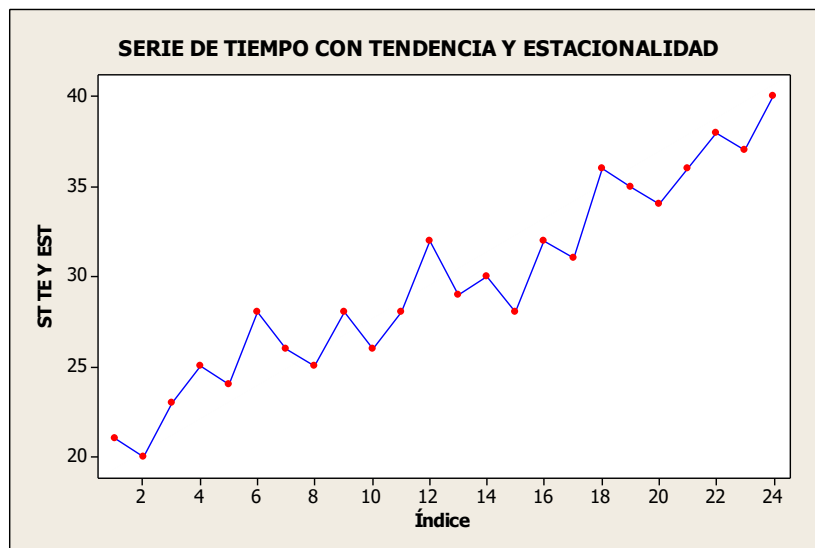


Figura 3. ST con tendencia creciente y estacionalidad (elaboración propia)

Note que en la Figura 2, los valores de la demanda se mueven aleatoriamente alrededor del valor 24. En este caso se dice que la ST es estacionaria, uniforme o constante. Además, puede observarse que la ST presenta estacionalidad cada 6 intervalos de tiempo (6,12,18,24)

En la Figura 3 la demanda es creciente para cada período de tiempo y además presenta un pico en los períodos 6,12,18, lo que implica también estacionalidad cada 6 períodos. Por tanto, esta ST tiene tendencia creciente y estacionalidad.

Cuando el número de datos es adecuado, los autores consideran al menos 24 datos, los métodos cuantitativos de Series de Tiempo pueden ayudar a realizar un buen estimado de la demanda a corto

plazo. Sólo se mencionan aquí los más utilizados, muchos desarrollados en el siglo pasado, pero que siguen siendo muy usados. No se explicará todo el desarrollo matemático de los modelos, sólo la expresión final y cuando se utilizan, pues ellos están incorporados a paquetes informáticos y su uso, con un ejemplo, se explica dentro de este artículo. El lector que requiera más detalles teóricos sobre los modelos puede consultar a Hillier y Hillier<sup>9</sup>.

- Modelo de Promedio Móvil

Se utiliza fundamentalmente cuando la serie de tiempo es estacionaria o uniforme en el tiempo y sin estacionalidad y cuando se quieren realizar pronósticos a corto plazo.

Su fundamento es calcular el promedio de las últimas  $m$  demandas, donde  $m$  es un valor que fija el que realiza el estudio. Por ejemplo, se puede decidir en un grupo de 24 datos de la demanda, realizar el promedio móvil con 3 observaciones, entonces  $m=3$ . El modelo cuando calcula cada promedio incluye un nuevo valor y elimina el más viejo. Si  $D(t)$  es la demanda para el período  $t$ , la fórmula matemática que utiliza para calcular el Promedio Móvil es:

$$PM(t) = [D(t) + D(t-1) + D(t-2) + D(t-2) + \dots + D(t-m+1)]/m$$

El pronóstico de la demanda para el próximo período se estima por:

$$Pr(t+1) = PM(t)$$

Para ilustrar un pequeño ejemplo: Hay 6 datos de la demanda de un producto y se aplicará el método del Promedio Móvil para estimar el pronóstico de la demanda para el período 7.

$N=6$  y  $m=2$

PERÍODO	1	2	3	4	5	6	7
DEMANDA	16	18	12	15	17	14	
PROMEDIO MÓVIL		(16+18) / 2 17	(18+12) / 2 15	(15+12) / 2 13.5	(17+15) / 2 16	(14+17) / 2 15.5	<b>15.5</b>

El pronóstico para la demanda en el mes 7 es de 15.5

Se puede probar distintos valores de  $n$  y seleccionar cual es la que mejor se ajusta a los valores pronosticados en base a los errores de estimación, que serán explicados posteriormente.

- Modelo Promedio Móvil Ponderado

Se utiliza para la misma situación que el Método del Promedio Móvil, o sea, series de tiempo estacionarias y sin estacionalidad, aunque también puede probarse en ST ascendentes o descendentes.

En este caso se le fija una ponderación a cada valor de la demanda y se calcula un promedio móvil ponderado. Si  $m=3$ , se dará un peso a cada valor de la demanda utilizada para calcular el promedio. Tiene que cumplirse que la suma de los pesos sea igual a la unidad.

Así en el ejemplo anterior, si se desea calcular el promedio móvil ponderado (PMP) para el período 6 con un peso de 0.30 para el 1er término y de 0.70 para el 2do término, entonces:

$$\text{PMP}(6) = 0.30 \cdot 17 + 0.70 \cdot 14 = 14.9 = \text{Pr}(7)$$

Y el pronóstico para el período 7 sería ahora de 14.9

Similarmente pueden probarse varios valores de  $m$  y de las ponderaciones para encontrar el que tiene menor error en la estimación de los valores pronosticados.

- Modelo de suavización exponencial simple

Este modelo brinda buenos resultados cuando la ST es uniforme o estacionaria y donde no exista tendencia ni estacionalidad y en muchas ocasiones resulta mejor que el promedio móvil. Se utiliza para realizar pronósticos a corto plazo.

Los métodos de suavización exponencial se basan en calcular el pronóstico considerando una ponderación de la demanda en un período y el promedio en los períodos anteriores. A la ponderación que se da a cada término se le denomina Coeficiente de suavización y es un valor que está entre 0 y 1.

El modelo de suavización exponencial simple, tiene las siguientes fórmulas para el cálculo del pronóstico:

$$\text{Pr}(t + 1) = \alpha D_t + (1 - \alpha)\text{Pr}(t)$$

$$\text{Pr}(t + 1) = \text{Pr}(t) + \alpha [(D_t - \text{Pr}(t))]$$

Donde:  $\alpha$  es el coeficiente de suavización exponencial y se cumple que  $0 \leq \alpha \leq 1$ . A medida que  $\alpha$  sea mayor, se le da más peso a las diferencias entre la demanda real y el pronóstico. Algunos autores recomiendan el valor de  $\alpha$  entre 0.1 y 0.3 Hillier y Hillier<sup>9</sup>.

- Modelo de suavización exponencial doble

El Modelo de suavización exponencial doble, también conocido como Método de Holts, agrega un nuevo término a la expresión del pronóstico, para considerar la tendencia y este se multiplica por un nuevo factor de suavización, denotado por  $\beta$ , que cumple la misma condición que el factor  $\alpha$ . Este modelo resulta efectivo en Series de Tiempo que tengan tendencia, sin estacionalidad.

Las expresiones utilizadas para calcular el pronóstico de la demanda serán Hillier y Hillier<sup>9</sup>:

$$S(t) = \alpha D(t) + (1 - \alpha)[S(t - 1) + B(t)]$$

Donde  $S(t)$  es un valor suavizado de la demanda para el período  $t$  y  $B(t)$  la pendiente de la tendencia.  $B(t)$  se calcula por:

$$B(t) = \beta[S(t) - S(t - 1)] + (1 - \beta)B(t - 1)$$



Y el pronóstico para el período  $m$  será:

$$Pr(t+m) = S(t) + mB(t)$$

Los valores recomendados para ambos factores ( $\alpha$  y  $\beta$ ) son entre 0.1 y 0.5 (Winston, 1991)

El procedimiento requiere la estimación de un valor inicial para la demanda suavizada y para la pendiente.

- Modelo de Winter

Este modelo se puede utilizar en ST que tengan tendencia y estacionalidad. También utiliza un método de suavización exponencial, pero adicionando un nuevo término relacionado con el factor de estacionalidad y por tanto tiene 3 factores de suavización,  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , todos con valores entre 0 y 1.

El modelo matemático para el cálculo del pronóstico puede verse en Winston<sup>10</sup>.

Cuando hay tendencia y estacionalidad, hay que definir si la estacionalidad es aditiva o multiplicativa. En el primer caso se asume que, aunque la demanda sea creciente la estacionalidad se mantiene con valores de crecimientos estables; en el caso multiplicativo se asume que, al crecer la demanda, también crece las cantidades que aparecen en los períodos de estacionalidad.

- Modelos de ajuste de tendencia

Este tipo de modelo ajusta los datos reales a una función lineal o de otro tipo, utilizando fundamentalmente los métodos de regresión.

Se utiliza cuando el patrón de los datos tiene tendencia, sin estacionalidad. Los modelos de ajuste más comunes (lineal, cuadrático, exponencial y logístico) están disponible en la mayoría de los paquetes informáticos.

- Modelos de descomposición

Estos métodos descomponen la ST en sus componentes de tendencia y estacionalidad y realizan el pronóstico utilizando ambos componentes, por tanto, será aplicado para ST que presente patrones de tendencia y estacionalidad. Como parámetro adicional para el uso de este modelo hay que definir si el patrón de estacionalidad es aditivo o multiplicativo, tal como se explicó anteriormente en el Modelo de Winter.

### **Errores del Pronóstico**

Todo modelo que se utiliza para pronosticar tiene un error de estimación. Este error mide la desviación o diferencia que existe entre el valor real de la demanda en un momento dado y el valor que estima el modelo para ese mismo momento. Este error para un momento  $i$ , se calcula por:

$$E(i) = D(i) - VED(i)$$

Donde:

$D(i)$ : Demanda en el momento  $i$

VED(i): Valor estimado de la demanda en el momento i.

Basado en este error puntual se han desarrollado varias expresiones para poder calcular el error promedio en una ST. Los más utilizados en la literatura y en los programas informáticos son:

MAD: (Mean Average Diference). Promedio de las diferencias absolutas

$$MAD = [\sum_{i=1}^t |E(i)|] / t$$

MSD: (Mean Square Diference). Promedio de las diferencias al cuadrado

$$MSD = [\sum_{i=1}^t E(i)^2] / t$$

MAPE: (Mean Absolute Percent Error). Promedio del porcentaje de error

$$MAPE = [\sum_{i=1}^t \frac{|E(i)|}{D(i)}] / t$$

Estos errores los calcula directamente los softwares de pronóstico y sirve para tomar la decisión sobre el mejor método o modelo de pronóstico de la demanda, así como para probar distintos valores de los parámetros que se utilizan en los distintos modelos. Se recomienda ver el anexo 1 de este trabajo.

### **La Informática y los Modelos de Series de Tiempo**

En la actualidad todos los modelos de ST descritos anteriormente, están contenidos en los paquetes informáticos de estadística o métodos cuantitativos, lo que permite su uso de una manera sencilla, rápida y poder inter actuar con distintos valores para poder escoger el mejor modelo. Se han desarrollado además software especializados para la realización de pronósticos más complejos (ForecastPRO, FOREPLANNER, DM Demand Planner, etc.) que no serán analizados en este trabajo.

Para utilizar las ST en pronósticos se realizarán los siguientes pasos:

1. Introducción de los datos en la hoja de datos del paquete que se utilice.
2. Seleccionar entre los distintos modelos que contiene el paquete el correspondiente a las ST.
3. Generar una gráfica de la ST que permita evaluar a priori sus características (nivel, tendencia, estacionalidad).
4. Seleccionar los modelos que mejor se ajustan a las características de la ST.
5. Utilizando cada modelo seleccionado, generar valores ajustados o pronosticados para los distintos valores de la ST. Se pueden en cada modelo variar sus parámetros y obtener varias series ajustadas.
6. Para los distintos modelos, observar el valor de los errores estimados, estos son calculados y mostrados en la salida de cada serie ajustada.
7. Seleccionar el modelo y sus parámetros correspondientes que tenga el menor error.
8. Con el modelo seleccionado, realizar el pronóstico deseado para próximos períodos. En las ventanas para la entrada de información de los parámetros del modelo aparece la variante de realizar los pronósticos.

Algunos de los paquetes para realizar pronósticos en base a ST, ajustan los valores de los parámetros ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ ) de los modelos seleccionados al valor óptimo. En las últimas versiones de algunos paquetes informáticos, como el SPSS o el MINITAB, se ha incorporado en la de Serie de tiempo, una variante que permite seleccionar el modelo que mejor se ajusta a los datos.

### EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL MINITAB A LA ESTIMACIÓN O PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

Los datos para el ejemplo corresponden a 24 meses del consumo de agua en un sector de la Habana, donde hay estabilidad en el abastecimiento de este líquido. Se utiliza el paquete estadístico MINITAB 15.

El gráfico de la ST para los datos se muestra en la Figura 4.

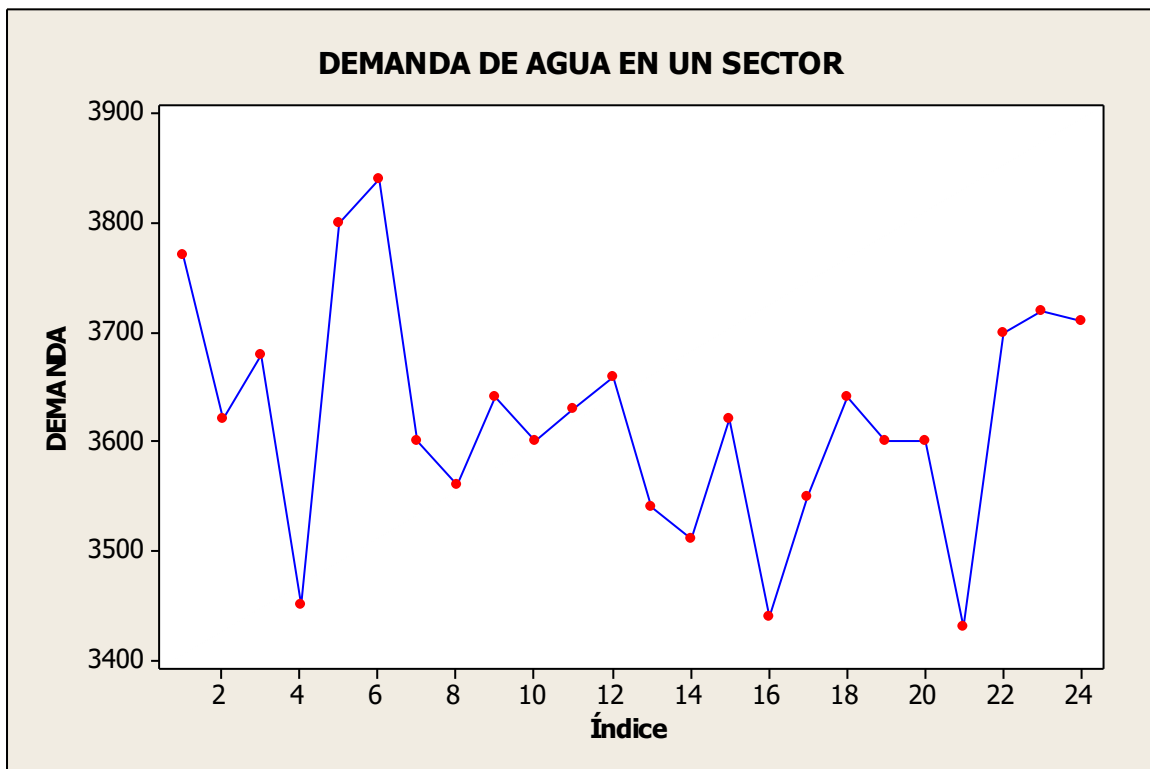


Figura 4. Consumo de agua en un sector de la Habana. (tomado de ejemplo de Aguas Habana)

A simple vista puede observarse que hay una ligera tendencia decreciente en la serie. Esto puede deberse a la instalación de metros contadores en el sector, unido a la campaña de ahorro de agua que se lleva a cabo en el país.

No está claramente definido un componente estacional, lo cual se hace difícil con sólo 24 datos y existe un evidente componente aleatorio que origina los picos alrededor de la línea decreciente imaginaria. Ante esta situación se probará el ajuste utilizando modelos que consideren sólo la tendencia y de tendencia con estacionalidad.

Considerando sólo la tendencia los modelos a utilizar son el de ajuste de la tendencia y el de alisamiento exponencial doble. La gráfica de los valores reales y los pronosticados utilizando estos modelos se muestran en la Figura 5.

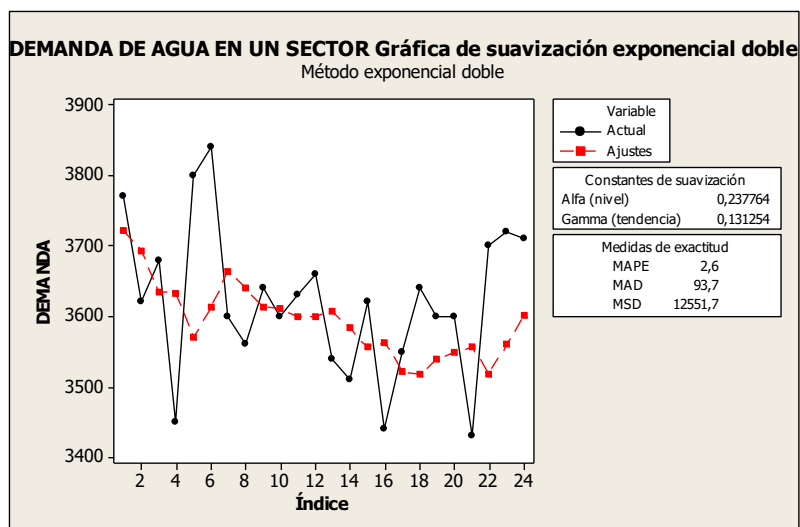
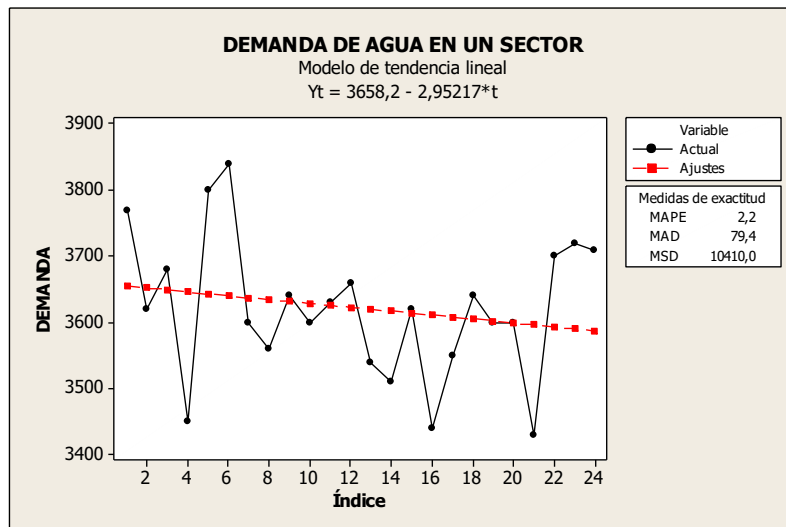


Figura 5 Gráfica de ST real y pronosticada usando métodos de tendencia y de suavizamiento exponencial doble

Ambos modelos brindan resultados con errores aceptables, donde el porcentaje promedio de error está por debajo del 3% y el error promedio absoluto está por debajo de 100 m<sup>3</sup> cuando las cifras de consumo están por arriba de 3 000 m<sup>3</sup>.

El modelo de ajuste de la tendencia resulta ligeramente mejor en base a los errores.

Como la estacionalidad no resulta clara, se probará un modelo que la considere, en este caso el modelo de Winter que tiene en cuenta la tendencia y la estacionalidad. La gráfica resultante utilizando el MINITAB 15 se muestra en la Figura 6.

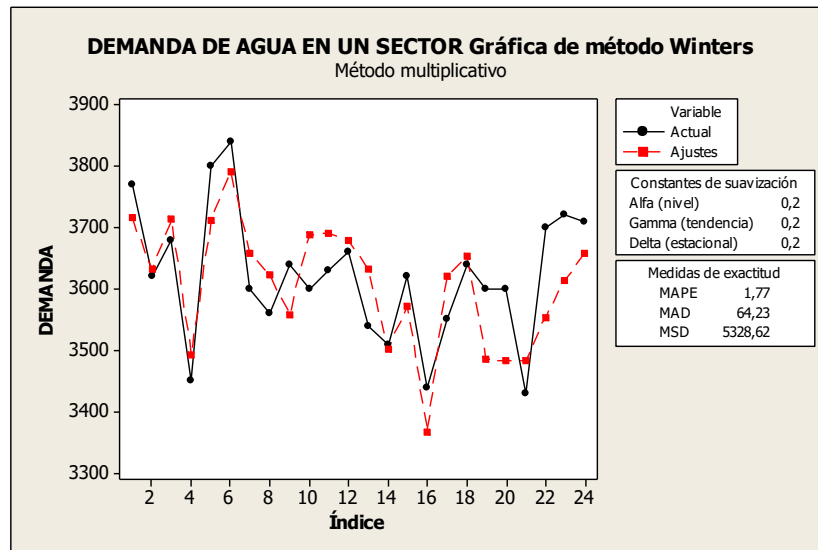


Figura 6 Gráfica de valores reales y pronosticados de la demanda de agua utilizando el Método Winter.

Como se observa el valor de los errores que da este modelo es menor que los dos anteriores, por lo que debe ser el utilizado para realizar el pronóstico. Utilizando nuevamente el MINITAB 15 se hará el pronóstico para los próximos 3 meses del consumo de agua en ese sector. El resultado se muestra en la Figura 7.

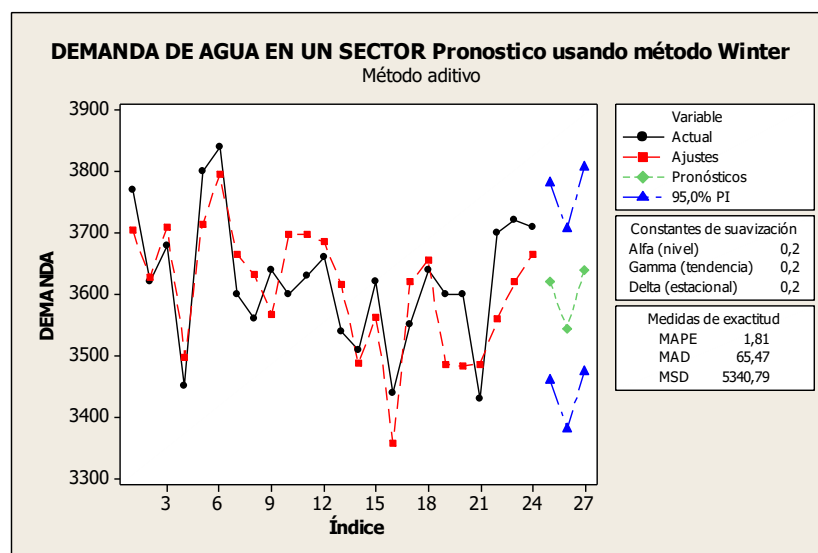


Figura 7. Gráfica de pronóstico de la demanda de agua para tres periodos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
25	3620,79	3460,39	3781,19
26	3544,34	3381,43	3707,26
27	3640,69	3474,97	3806,41

La salida del MINITAB muestra el pronóstico y un límite superior e inferior del mismo.

El uso de paquetes informáticos para la realización de pronósticos de la demanda facilita el trabajo y permite estudiar de forma rápida e interactiva varios modelos y valores de los parámetros hasta seleccionar el de mejor ajuste y utilizarlo para el pronóstico.

### **Consideraciones sobre la Estimación de la Demanda en Cuba**

Un primer problema a definir en el caso de nuestro país, donde las empresas generalmente no venden los productos a sus clientes finales, sino utilizan distintas cadenas de distribución, es determinar cuál eslabón de la cadena es el que tiene los datos más confiables de la demanda.

Tampoco puede asumirse, como en otros países, que el nivel de ventas es similar a la demanda, pues muchos productos tienen períodos de desabastecimiento en el mercado, donde el nivel de ventas está muy por debajo de la demanda real de dicho producto, presentándose también acaparamiento de productos en determinados momentos debido a la misma razón anterior.

Algunas empresas con experiencias positivas en el manejo de la demanda, como el caso de BRASCUBA, obtienen la información directamente de los puntos de ventas de sus productos. Resulta aconsejable que, al realizarse los pronósticos de la demanda, participen los involucrados directamente con los clientes finales.

A criterio de los autores, lo mencionado anteriormente limita el uso de los modelos de Serie de Tiempo para el pronóstico de la demanda, pues generalmente estas series no reflejan la real demanda del producto y sólo serían aplicables a productos que tengan estabilidad en el mercado. Incluso en el caso de aplicar ST, siempre sería necesario un procedimiento de análisis cualitativo en grupos de consenso para precisar mejor los resultados. No obstante, si hay información histórica de la demanda, aunque con los problemas señalados anteriormente, puede utilizarse las ST para obtener información inicial que sirva de apoyo a otros métodos.

### **Conclusiones**

La estimación o pronóstico de la demanda resulta un elemento esencial en la planificación de cualquier empresa. Para ello es necesario el análisis del mercado en que opera la empresa y la utilización de métodos cualitativos y cuantitativos para su estimación.

Los modelos de serie de tiempo pueden ser efectivos para el pronóstico de la demanda si existen datos confiables y si se espera que no haya grandes cambios futuros en la demanda a estudiar. El uso de las series de tiempo sirve como un paso inicial para poder estimar la demanda, aún con deficiencias en la información, si esto se complementa con el uso de métodos cualitativos para poder precisar mejor la estimación futura.

### Referencias bibliográficas

1. Decreto Ley 334/2015 del CONSEJO DE ESTADO. Sobre la continuidad y el fortalecimiento del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial Cubano. Gaceta Oficial de la República de Cuba, Extraordinaria, Año CXV, No. 58, 13 diciembre 2017.
2. Decreto 334/2017 del CONSEJO DE MINISTROS. Reglamento para la implantación y consolidación del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial Estatal. Gaceta Oficial de la República de Cuba, Extraordinaria, Año CXV, No. 58, 13 diciembre 2017.
3. Decreto 335/2017 del CONSEJO DE MINISTROS. Del Sistema Empresarial Estatal Cubano. Gaceta Oficial de la República de Cuba, Extraordinaria, Año CXV, No. 58, 13 diciembre 2017.
4. Decreto 336/2017 del CONSEJO DE MINISTROS. Del Sistema de relaciones de las organizaciones superiores de dirección empresarial. Gaceta Oficial de la República de Cuba, Extraordinaria, Año CXV, No. 58, 13 diciembre 2017.
5. Resolución 242/13 del Ministerio de Comercio Interior. Indicaciones para la comercialización mayorista de productos alimenticios, otros bienes de consumo e intermedios y de servicios. Gaceta Oficial de la República de Cuba, Extraordinaria, Año CXI, No. 17, 5 junio 2013.
6. Kinneer C. T. y Taylor R. J. Investigación de mercados. Editorial McGraw-Hill, México, 1998.
7. Acevedo et. al. La Logística Moderna en la Empresa. 3ra ed. La Habana: Editorial Universitaria Félix Varela; 2017.
8. Chase B., Jacob F. R., Aquilano N.J. Administración de Operaciones. Producción y cadenas de suministro. 12ma ed. México: Editorial Mc Graw Hill; 2009.
9. Hillier F. y Hillier M. Métodos Cuantitativos para Administración. 3ra ed. México: McGraw-Hill; 2008.
10. Winston W. L. Operations Research. Application and algorithms. 2da ed. Editorial PWS-Kent. Bostón, 1991.