

# LA ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA Y LOS MODELOS DE PRONÓSTICO

AUTOR: JHON CIFUENTES



San Marcos

Introducción . . . . .	3
La administración de la demanda y los modelos de pronóstico. . . . .	4
Administración de la demanda . . . . .	5
Definición de un proceso de pronóstico. . . . .	6
Análisis de series de tiempo . . . . .	7
Bibliografía . . . . .	26

¿Cómo se caracteriza y pronostica la demanda de un producto?


La administración de la demanda es un ejercicio que se debe desarrollar para el corto, mediano y largo plazo. En el largo plazo, se usan las proyecciones de demanda de los diferentes productos, con la idea de apoyar las decisiones de planeación estratégica como tipo de productos a comercializar, ubicación de instalaciones, políticas de inventarios, entre otros. En el mediano plazo, el propósito de la administración de la demanda, es proyectar nuevas demandas para la planeación agregada de la producción, en este ejercicio se definen elementos como tipos de proveedores, organización de la fuerza de ventas, fechas de recibo de materiales y entrega de productos terminados, gestión de órdenes y pedidos, producción directa o subcontratación, etc. En el corto plazo, se necesita la administración de la demanda para realizar todos los **procesos** de control de la producción y programación detallada (*scheduling*), unidades a producir en el sistema, control de capacidades de producción de las máquinas, preparación de pedidos, procesos de alistamiento, cumplimiento con fecha de entrega a clientes, balanceo de líneas y distribución de planta (*Layout*).



#### **Procesos**

Secuencia de pasos, tareas, operaciones y actividades que se caracterizan por tener una entrada y transformación, los cuales son controlados con indicadores.

# La administración de la demanda y los modelos de pronóstico



## Administración de la demanda

Como le expresan Croxton, Lambert y García (2002) y Chase et. ál. (2009), el proceso de gestión de la demanda se encarga de generar un equilibrio entre las necesidades de clientes y las capacidades del sistema de producción y la cadena de suministro en general. Esta dinámica incluye anticipar a la demanda de los clientes para posteriormente sincronizar todo el sistema producción, y de esta forma disparar los procesos de adquisición y distribución de capacidades. Un buen proceso en la gestión de la demanda, logra que una empresa sea más proactiva respecto a la demanda anticipada y más reactiva a la demanda imprevista.

Así mismo Croxton, Lambert y García (2002) y Chase et. ál. (2009), definen que uno de los elementos determinantes en este proceso de gestión, es reducir la variabilidad de la demanda, mejorar el funcionamiento y flexibilidad del sistema de producción. Reducir las variaciones de la demanda ayuda a mejorar la planificación y reduce los costos. Por su parte, aumentar la flexibilidad permite a la empresa responder de mejor manera a eventos internos y externos.

La variabilidad que generan los clientes es inevitable, sin embargo, uno de los objetivos de la gestión de la demanda es eliminar las malas prácticas de gestión que aumentan la variabilidad e introducir políticas que fomentan patrones de demanda que reduzcan los problemas (Croxton, Lambert y García, 2002).

Aunque existen varias clasificaciones, este documento se centra en estas dos clases de fuentes básicas para la demanda:

- **Demanda dependiente:** es la demanda de un producto o servicio que está sujeta o es causada por la demanda de otro producto o servicio.
- **Demanda independiente:** no está sujeta o relacionada con la demanda de otro producto o servicio, pero obedece a los requerimientos de una fuente externa (Chase et. ál., 2009) (Varian, 2000).

Para efectos de este eje se hará especial énfasis en los modelos orientados a atender los procesos de demanda independiente.

## Definición de un proceso de pronóstico

Como lo indica Helms (2000), en este proceso se desarrolla una parte crítica de la gestión de la demanda, es decir, la previsión. Para ello, la empresa debe seleccionar los enfoques de pronóstico apropiados. Esta selección debe incluir y determinar los niveles y los plazos de los pronósticos necesarios en toda la empresa, revisar las fuentes de datos más fiables para definir los procedimientos de pronóstico según el propósito requerido.

En complemento Helms (2000) y Marien (1999), también expresan que es posible que dentro de la organización las necesidades de pronóstico sean diferentes, por ejemplo, en los procesos de programación detallada se puede necesitar un pronóstico de nivel de SKU (*Stock Keeping Unit*). Por su parte La planificación del transporte puede requerir una previsión agregada a nivel de producto-familia (Marien, 1999). Sugirió cinco niveles de pronóstico, todos basados en el marco temporal del pronóstico. En complemento, aparecen otros factores como los que indica Robeano (1991), el cual propone que las necesidades de previsión de toda la empresa podrían cumplirse con tres pronósticos, uno para operaciones, uno para marketing y otro para finanzas. Sin embargo, para el caso del presente eje, nos centraremos en los procesos de pronóstico de las operaciones.

Es posible clasificar los modelos de pronósticos en dos tipos básicos:

- **Métodos cualitativos:** las técnicas cualitativas son subjetivas y se basan en estimados y opiniones, es decir, que presentan altos componentes basados en el conocimiento y la experiencia.
- **Métodos cuantitativos:** estos son basados en información numérica y a su vez estos se pueden clasificar en:
  1. **Series de tiempo:** el análisis de series de tiempo, parte de la idea de que es posible utilizar información relacionada con la demanda pasada para predecir la demanda futura.
  2. **Métodos causales:** se analiza utilizando la técnica de la regresión lineal, supone que la demanda se relaciona con algún factor subyacente en el ambiente.
  3. **Los modelos de simulación:** permiten al encargado del pronóstico manejar varias suposiciones acerca de la condición del pronóstico (Chase et. ál., 2009).

En la siguiente tabla, podemos ver una representación de los cuatro tipos básicos de pronóstico, resaltando las técnicas que estudiaremos en este módulo.

Métodos cualitativos	Métodos cuantitativos		
	Análisis de series de tiempo	Causales	Simulación
Técnicas acumulativas	Promedio móvil simple.	Análisis de regresión.	Modelos dinámicos.
Investigación de mercados	Promedio móvil ponderado.	Modelos econométricos.	
Grupos de consenso	Suavización exponencial.	Modelos de entrada/salida.	
Analogía histórica	Análisis de regresión.	Principales indicadores.	
Método de <i>Delphi</i>	Técnica Box Jenkins.		
	Series de tiempo Shiskin.		
	Proyecciones de tendencias.		

Tabla 1. Clasificación de los métodos de pronóstico  
Fuente: (Chase et. ál., 2009)

## Análisis de series de tiempo

Se desarrollan a partir de la exploración de patrones de comportamiento, que permitan una caracterización más específica de la misma. Una serie de tiempo consta de datos que se registran a través de distintos períodos en el tiempo, los principales componentes de una serie de tiempo son:

- **Componente de tendencia:** es el componente de una serie de tiempo de largo plazo que representa el crecimiento o disminución en la serie sobre un período amplio.
- **Componente cíclico:** es la fluctuación en forma de onda alrededor de la tendencia, los patrones cíclicos tienden a repetirse en los datos en grandes períodos de tiempo (años).
- **Componente estacional:** es un patrón de cambio que se repite a sí mismo año tras año o en períodos determinados.
- **Componente aleatorio o estacionario:** mide la variabilidad de las series de tiempo, después de que se retiran los otros componentes (Hanke y Arthur, 1996).

La siguiente figura muestra la descripción gráfica de estos componentes:

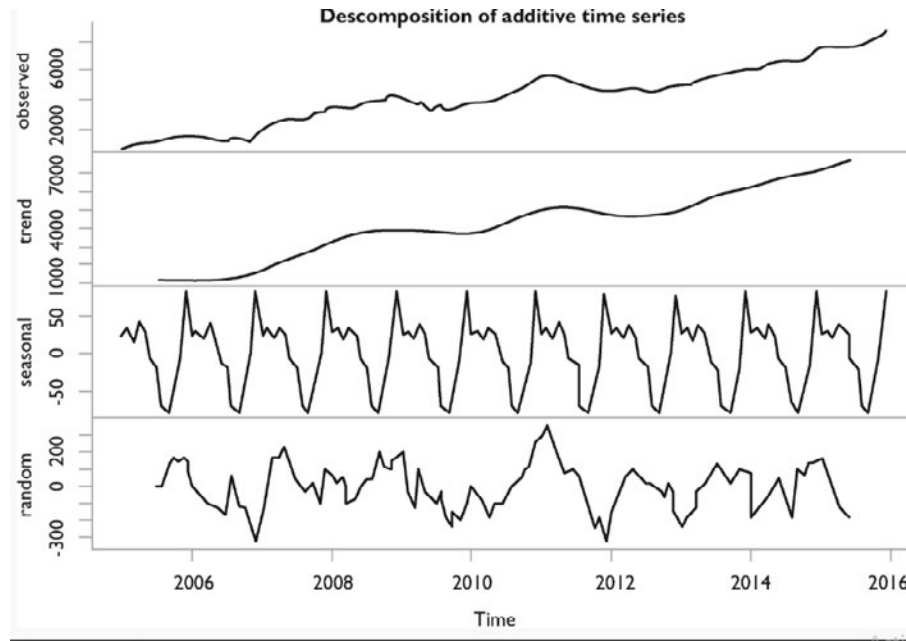


Figura 1. Componentes de las series de tiempo  
Fuente: Guerrero y Medina, 2006

A continuación, revisaremos algunos de los métodos de series de tiempo, que se desarrollan para los componentes antes mencionados.

### **Promedio móvil simple**

Es una herramienta útil cuando la serie tiempo no presenta variaciones crecientes o decrecientes entre períodos, además, cuando no existe estacionalidad en la variable, el promedio móvil es muy práctico cuando se desean eliminar las fluctuaciones aleatorias del pronóstico. La mayoría de estos métodos son centrados, por lo anterior, es conveniente utilizar datos históricos para predecir el periodo siguiente de manera directa.

La fórmula básica de un promedio móvil es la siguiente:

$$F_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{k}$$



Dónde:

$F_{t+1}$  = pronóstico en el período  $t+1$

$Y_t$  = valor en el período  $t$

$K$  = orden (número de períodos utilizados para calcular el pronóstico del promedio móvil)



## Ejemplo

Se asume que un producto presenta el siguiente comportamiento en sus ventas, para las últimas 8 semanas.

t	Ventas ( $Y_t$ )
1	124
2	125
3	122
4	130
5	127
6	125
7	128
8	124

Tabla 2.  
Fuente: propia

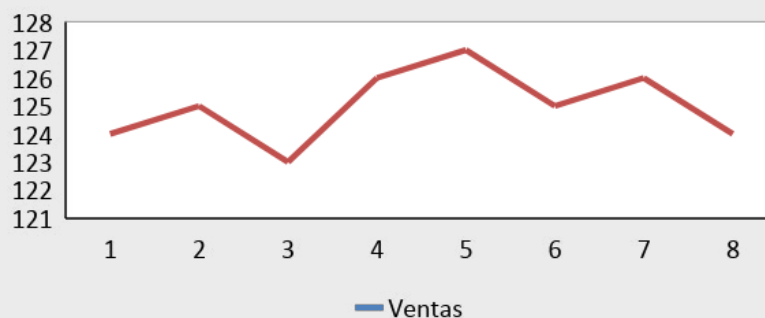


Figura 2.  
Fuente: propia

Si se desea pronosticar las ventas de la semana número 9 y teniendo en cuenta que los datos históricos no presentan variaciones crecientes o decrecientes entre períodos y además no existe estacionalidad, entonces es posible utilizar método de promedio móvil para realizar el pronóstico.

Para ello, lo primero que se debe definir es el orden  $K$ , este valor nos indica el número de datos históricos que se desean tener en cuenta para el cálculo del pronóstico.

Para este ejemplo se trabajará con un  $K$  con valor igual a "3", esto quiere decir que se utilizarán 3 datos históricos para calcular el pronóstico del período posterior al último dato usado en el promedio móvil, con base a esto el desarrollo es el siguiente:

t	Ventas	Ft+1	
1	124		Nótese que como $K$ es igual a 3, es posible calcular pronósticos a partir del período 4, tal como se desarrollará:
2	125		
3	123		
4	126	124,0	Pronóstico del período 4 = $F_4$ $F_{3+1} = Y_1 + Y_2 + Y_3$ (datos de ventas)
5	127		$K$
6	125		$F_4 = 124 + 125 + 123 = 124$
7	126		3
8	124		

Tabla 3.  
Fuente: propia

El procedimiento se continúa calculando los pronósticos para los períodos siguientes:

t	Ventas	Ft+1	
1	124		Nótese que para el caso del período 9, el cálculo del pronóstico se desarrollaría de la siguiente forma:
2	125		
3	123		
4	126	124,0	Pronóstico del período 9 = $F_9$
5	127	124,7	$F_{8+1} = Y_6 + Y_7 + Y_8$
6	125	125,3	$K$
7	126	126,0	$F_9 = 125 + 126 + 124 = 125$
8	124	126,0	3
9		125,0	

Tabla 4.  
Fuente: propia

## Promedio móvil ponderado

El promedio móvil simple asigna a cada uno de los componentes de la serie de tiempo la misma importancia, por su parte, un promedio móvil ponderado permite asignar cualquier importancia a cada elemento de la serie de tiempo.

La importancia del valor dentro de la serie de tiempo se expresa en términos de una ponderación (porcentaje) y se denota como  $W_t$ , es decir, que representa el valor ponderado para un dato del período "t". Dicho valor se mueve entre "0" y "1", mientras más cerca esté la ponderación a "0", esto indica que el dato de la serie de tiempo es de baja importancia, sin embargo, mientras más cerca esté el valor de la ponderación a "1" se entiende que el dato de la serie de tiempo es más importante para calcular el pronóstico.

Es común que, en muchos casos, se asignen mayores valores ponderados, a los datos más recientes de la serie. El valor de  $W_t$  en cada período se asigna de manera aleatoria, o con base al conocimiento y experiencia del decisor o pronosticador.

La fórmula general del promedio móvil ponderado es la siguiente:

$$F_{t+1} = W_t Y_t + W_{t-1} Y_{t-1} + W_{t-2} Y_{t-2} + \dots + W_{t-k} Y_{t-k}$$

K

Dónde:

$F_{t+1}$  = pronóstico en el período t+1

$Y_t$  = valor en el período t

$W_t$  = ponderación asignada a  $Y_t$

$$\sum_{t=1}^n W_t = 1$$

t = períodos

n = total de períodos ponderados y que se utilizarán para calcular el pronóstico.

Para explicar este método se desarrollará el siguiente ejercicio, para ello se asume que tenemos las ventas de una empresa durante sus últimas 4 semanas, y que con esta información se pronosticarán las ventas de la semana 5:

t	Ventas (Yt)	Ponderación (Wt)
1	124	0.1
2	125	0.1
3	122	0.3
4	130	0,5

Tabla 5.  
Fuente: propia

Nótese que la suma de todos los Wt en cada período es igual a 1

$$0.1 + 0.1 + 0.3 + 0.5 = 1$$

Ya con la información disponible, se procede a aplicar el método de promedio móvil ponderado para calcular el pronóstico:

t	Ventas	Wt	El cálculo del pronóstico se desarrolla de la siguiente forma:  $F4 = (0.1*124) + (0.1*125) + (0.3*123) + (0.4*126)$  $F4 = 124,8$
1	124	0.1	
2	125	0.1	
3	123	0.3	
4	126	0,5	
5		124,8	

Tabla 6.  
Fuente: propia

### **Suavización exponencial simple**

Este es uno de los métodos más sencillos de desarrollar, para ello se necesitan los siguientes elementos:

$$F_{t+1} = \alpha F_t + (1-\alpha)Y_t$$

$F_{t+1}$  = pronóstico calculado en el período t+1

$F_t$  = pronóstico calculado en el período t

$Y_t$  = valor en el período t

$\alpha$  = constante de suavización exponencial

Esta constante define la uniformidad y la velocidad de reacción a las diferencias entre los pronósticos y las ocurrencias reales, el valor de la constante se mueve en el siguiente rango  $0 < \alpha < 1$ , un valor de  $\alpha$  cercano a "0" indica que para el cálculo del pronóstico  $F_{t+1}$  es más importante el valor del parámetro  $Y_t$ , por otro lado, un valor de  $\alpha$  cercano a "1" indica que es más importante para el cálculo del pronóstico  $F_{t+1}$  el valor pronosticado  $F_t$ .

Este método se desarrolla de la siguiente forma:

Asumamos un valor de  $\alpha = 0,7$

Un producto presenta el siguiente comportamiento en sus ventas, para las últimas 8 semanas.

t	Ventas (Yt)
1	124
2	125
3	122
4	130
5	127
6	125
7	128
8	124

Tabla 7.  
Fuente: propia

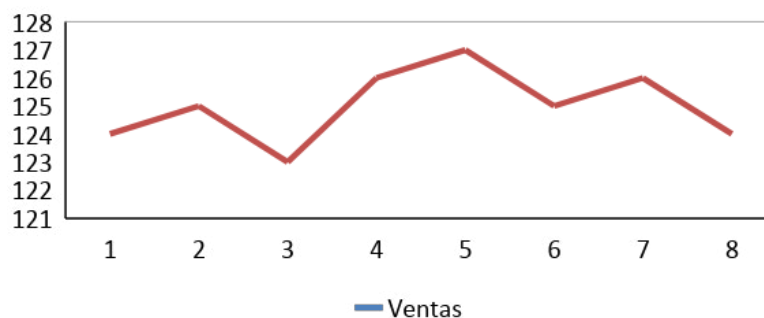


Figura 3.  
Fuente: propia

## Inicialización del método

t	Ventas	Ft	
1	124	124	Para inicializar el método, debemos calcular el valor pronosticado en el período t = 1.
2	125		
3	123		Sin embargo, este valor no es posible hallarlo con la fórmula tradicional debido a que no contamos con el valor del pronóstico del período anterior a t = 1, el cual sería el período t = 0
4	126		
5	127		
6	125		Entonces, para el periodo t=1,
7	126		$F_t = Y_t$
8	124		$F_1 = Y_1 = 124$

Tabla 8.  
Fuente: propia

## Siguientes pasos:

t	Ventas	Ft	
1	124	124	Una vez obtenidos los valores para el periodo t = 1, se procede a calcular los valores para t =2
2	125	124	
3	123		La forma de desarrollo es la siguiente:
4	126		
5	127		
6	125		$F_{t+1} = \alpha F_t + (1-\alpha)Y_t$
7	126		$F_2 = \alpha F_1 + (1-\alpha)Y_1$
8	124		$F_2 = 0,7*124 + (1-0,7)*124$
			$F_2 = 124$

Tabla 9.  
Fuente: propia

t	Ventas	Ft	
1	124	124,0	El procedimiento se repite hasta calcular todos los valores del ejercicio:
2	125	124,0	
3	123	124,3	
4	126	123,9	Como se calcula el pronóstico para el período t = 9:
5	127	124,5	$F_{t+1} = \alpha F_t + (1-\alpha)Y_t$
6	125	125,3	$F_9 = \alpha F_8 + (1-\alpha)Y_8$
7	126	125,2	$F_9 = 0,7*124 + (1-0,7)*125,4$
8	124	125,4	$F_9 = 125$
9		125,0	

Tabla 10.  
Fuente: propia

### Suavización exponencial doble (método de Brown)

Este método consiste en realizar dos suavizaciones exponenciales, con la idea de lograr encontrar el pronóstico deseado. La primera suavización se aplica a los valores observados en la serie de tiempo, mientras que la segunda se aplica al valor pronosticado hallado en la primera suavización.

Las fórmulas del método son las siguientes:

$$F_{t+p} = a_t + b_t P$$

$$A_t = \alpha Y_t + [(1-\alpha) (A_{t-1})]$$

$$A'_t = \alpha A_t + [(1-\alpha) (A'_{t-1})]$$

$$a_t = 2 A_t - A'_t$$

$$b_t = \alpha (A_t - A'_t)$$

$$(1-\alpha)$$

Dónde:

$F_{t+p}$  = pronóstico calculado en el período  $t+p$

$n$  = períodos con información

$\alpha$  = constante de suavización =  $(1/n)$  o un valor entre 0 y 1

$p$  = número de períodos a pronosticar a futuro

Para inicializar la fórmula  $A_1 = Y_1$ , y  $A'_1 = A_1$

### Ejemplo de aplicación 1

Retomemos el mismo ejercicio de las 8 semanas que hemos venido trabajando, y apliquemos el método de Brown; para ello, calcularemos la constante de atenuación exponencial  $\alpha$  de la siguiente manera:

Debido a que son 8 los períodos en los cuales tenemos información, utilizamos este valor como "n", para el cálculo de la constante de atenuación:

$$\alpha = 1/n \text{ entonces, } \alpha = 0,125$$

$$n = 8$$

Adicionalmente, sólo vamos a pronosticar un período a futuro, eso quiere decir que el valor de  $P = 1$

Con base en la información disponible y teniendo como referente que  $P = 1$ , utilizaremos la información disponible en el período  $t = 1$ , para calcular es el pronóstico para el período  $t = 2$ .

Según esto, primero se deben calcular los valores de  $A_t$  y  $A'_t$

$$A_t = \alpha Y_t + [(1-\alpha) (A_{t-1})], \text{ entonces } A_1 = \alpha Y_1 + [(1-\alpha) (A_0)] \text{ donde finalmente}$$

$$A_1 = \alpha Y_1 + [(1-\alpha) (A_0)],$$

Nótese que esta expresión necesita del valor  $A_0$  para ser calculada, sin embargo, no se cuenta con ese dato, lo anterior, debido a que toda la información que tenemos está disponible para el período  $t = 1$ , y no para el período  $t = 0$ , por consiguiente, para iniciar el método utilizaremos  $A_1 = Y_1$ , esta asignación sólo aplica cuando  $t = 1$ , para valores mayores, se debe utilizar la fórmula regular de  $A_t$ .

$$A_1 = 124$$



En el caso de  $A^t$  pasa algo similar

$A^t = \alpha A_t + [(1 - \alpha) (A^t - 1)]$ , entonces  $A^1 = \alpha A_1 + [(1 - \alpha) (A^1 - 1)]$  donde finalmente

$$A^1 = \alpha A_1 + [(1 - \alpha) (A^0)]$$

Esta expresión necesita del valor  $A^0$  para ser calculada, pero como no lo tenemos, utilizaremos  $A^1 = A_1$  esta asignación sólo aplica cuando  $t = 1$ , para valores mayores, se debe utilizar la fórmula regular de  $A^t$

$$A^1 = 124$$

Según esto tenemos los siguientes parámetros:

t	Ventas	$A_t$	$A^t$	$a_t$	$b_t$	$F_t$
1	124	124	124	124	0	
2	125					124,0
3	123					
4	126					
5	127					
6	125					
7	126					
8	124					

Tabla 11.  
Fuente: propia

Una vez calculados  $A_t$  y  $A^t$ , se deben hallar los valores de  $a_1 + b_1$ , esto se hace de la siguiente forma:

$$a_t = 2 A_t - A^t, \text{ entonces } a_1 = 2 A_1 - A^1$$

$$a_1 = 2 * (124) - (124) = 124$$

Mientras que:

$$b_t = \alpha (A_t - A^t) \text{ entonces } b_1 = \alpha (A_1 - A^1)$$

$$(1 - \alpha) (1 - \alpha)$$

$$b_1 = \alpha (124 - 124) = 0$$

$$(1 - 0,125)$$

Con los valores de  $a_1 + b_1$ , es posible ya calcular el pronóstico deseado

$F_{t+p}$  = pronóstico calculado en el período  $t+p$

Nótese que, para este caso, sólo vamos a pronosticar 1 período a futuro, es decir, que  $P = 1$ , así pues, la fórmula del pronóstico se desarrollaría de esta forma:

$F_{1+1} = a_1 + b_1 \cdot 1$ , lo que nos daría que  $F_2 = a_1 + b_1 \cdot 1$

$F_2 = 124 + 0 \cdot 1 = 124$

t	Ventas	At	A't	at	bt	Ft
1	124	124,0	124,0	124	0	
2	125					124,0
3	123					
4	126					
5	127					
6	125					
7	126					
8	124					

Tabla 12.  
Fuente: propia

Repitiendo el procedimiento para todos los demás períodos, el resultado sería el siguiente:

t	Ventas	At	A't	at	bt	Ft
1	124	124,0	124,0	124,0	0,00	
2	125	124,1	124,0	124,2	-0,03	124,0
3	123	124,0	124,0	124,0	0,01	124,2
4	126	124,2	124,0	124,4	-0,06	124,0
5	127	124,6	124,1	125,1	-0,14	124,4
6	125	124,6	124,2	125,1	-0,13	124,9
7	126	124,8	124,3	125,4	-0,16	125,0
8	124	124,7	124,3	125,1	-0,11	125,2
9						125,0

Tabla 13.  
Fuente: propia

Revisemos como se calculó el pronóstico para el período 9

Primero se debe calcular  $A_8$  y  $A'_8$

$$A_8 = \alpha Y_8 + [(1-\alpha) (A_7)]$$

$$A_8 = 0,125*(124) + [(1-0,125) (A_7)] = 124,7$$

$$A'_8 = \alpha A_8 + [(1-\alpha) (A'_7)]$$

$$A'_8 = 0,125*(124,7) + [(1-0,125) (124,3)] = 124,3$$

Posteriormente se calcula  $a_8$  y  $b_8$

$$a_8 = 2 A_8 - A'_8,$$

$$a_8 = 2*(124,7) - 124,3 = 125,1$$

$$b_8 = \alpha (A_8 - A'_8)$$

$$(1-\alpha)$$

$$b_8 = 0,125*(124,7 - 124,3) = -0,11$$

$$0,125)$$

Por último, se halla pronóstico para el período 9

$$F_{8+1} = a_8 + b_8*1$$

$$F_9 = 125,1 + (-0,11) *1 = 125,0$$

### **Suavización exponencial simple doble (Holt)**

Es un método muy práctico cuando la serie presenta tendencia positiva o negativa, pero no tiene signos de estacionalidad. El sistema de ecuaciones de este método es el siguiente:

$$F_{t+p} = A_t + T_t P$$

$$A_t = \alpha Y_t + [(1-\alpha) (A_{t-1} + T_{t-1})]$$

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + [(1-\beta) (T_{t-1})]$$

Donde:

$n$  = períodos con información

$\alpha$  = constante de suavización =  $(1/n)$  o un valor entre 0 y 1

$\beta$  = constante de suavización de la tendencia =  $|1/(1-n)|$  o un valor entre 0 y 1

$p$  = número de períodos a pronosticar a futuro

$A_1 = Y_1$

$T_1 = 0$

### Ejemplo de aplicación 2

La siguiente serie de tiempo cuenta con información para 8 semanas (períodos), de las ventas de un producto, nótese que, según la gráfica, la serie muestra una tendencia positiva, es decir, que a medida que pasa el tiempo aparentemente las ventas tienden a crecer semana tras semana.

T	Ventas (Yt)
1	124
2	125
3	127
4	129
5	132
6	136
7	140
8	142

Tabla 14.  
Fuente: propia

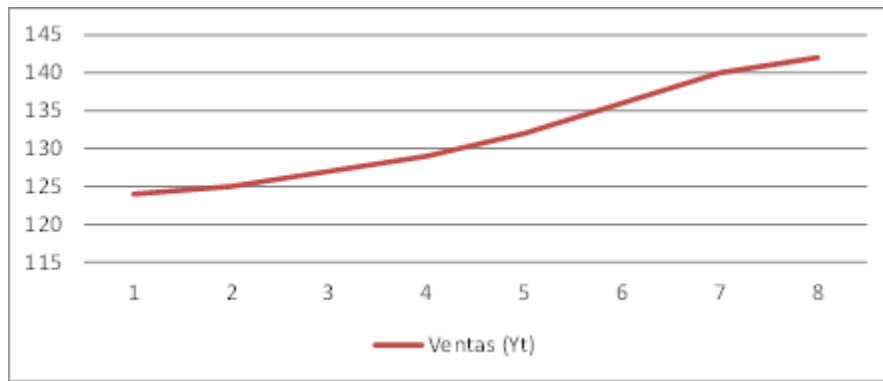


Figura 4.  
Fuente: propia

Lo primero que se debe hacer es definir los valores de las constantes  $\alpha$  y  $\beta$ , para ello sabemos que:

$$\alpha = (1/n) \text{ o puede tomar un valor entre } 0 \text{ y } 1$$

$$\alpha = 1/n = 0,125$$

8

$$\beta = |1/(1-n)| = |1/-7| = 0,143$$

Así mismo, definimos  $P = 1$

Con base a la información que se tiene, se deben tomar los datos del período  $t = 1$ , y con base a estos, calcular el pronóstico para el período 2

Para esto, lo primero que debemos hacer es calcular el valor de  $A_t$

$$A_t = \alpha Y_t + [(1-\alpha) (A_{t-1} + T_{t-1})]$$

$$A_1 = \alpha Y_1 + [(1-\alpha) (A_0 + T_0)]$$

Nótese que, para el desarrollo de la fórmula, es necesario conocer los valores de  $A_0$  y  $T_0$ , sin embargo y debido a que estamos inicializando el método, estos valores aún no se conocen, por lo anterior, se realiza una asignación directa en donde  $A_1 = Y_1$  y  $T_1 = 0$

Para este caso,  $A_1 = 124$

Posteriormente debemos hacer el cálculo del valor de  $T_t$ , donde:

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + [(1-\beta) (T_{t-1})]$$

$$T_1 = \beta(A_1 - A_0) + [(1-\beta) (T_0)]$$

Para el desarrollo de esta fórmula también es necesario conocer los valores de  $A_0$  y  $T_0$ , para esto, ya mencionamos que  $A_1 = Y_1$  y  $T_1 = 0$

Para este caso,  $T_1 = 0$

Esta asignación directa sólo aplica cuando  $t = 1$ , para valores mayores, se debe utilizar la fórmula regular de  $A_1$  y  $T_1$ .

t	Ventas (Yt)	At	Tt	Ft	
1	124	124	0		Ahora se debe calcular el valor de pronóstico:  $F_{t+p} = A_t + T_t P$ $F_{1+1} = A_1 + T_1 P$ $F_2 = 124 + 0 \cdot 1 = 124$
2	125			124	
3	127				
4	129				
5	132				
6	136				
7	140				
8	142				

Tabla. 15  
Fuente: propia

Repitiendo el procedimiento para todos los demás períodos, el resultado sería el siguiente:

t	Ventas (Yt)	At	Tt	Ft
1	124	124	0	
2	125	124,13	0,018	124,00
3	127	124,50	0,069	124,14
4	129	125,12	0,148	124,57
5	132	126,11	0,268	125,27
6	136	127,58	0,440	126,38
7	140	129,52	0,654	128,02
8	142	131,65	0,865	130,17
9				132,52

Tabla 16.  
Fuente: propia

Revisemos como se calculó el pronóstico para el período 9

Primero debemos hallar A8 y T8

$$A_t = \alpha Y_t + [(1-\alpha) (A_{t-1} + T_{t-1})]$$

$$A_8 = \alpha Y_8 + [(1-\alpha) (A_7 + T_7)]$$

$$A_8 = 0,125*(142) + [(1-0,125) (129,52 + 0,654)] = 131,65$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + [(1-\beta) (T_{t-1})]$$

$$T_8 = \beta(A_8 - A_7) + [(1-\beta) (T_7)]$$

$$T_8 = 0,143*(131,65 - 129,52) + [(1- 0,143) (0,654)] = 0,865$$

Por último, el pronóstico del período 9

$$F_{t+p} = A_t + T_t P$$

$$F_{8+1} = A_8 + T_8 P$$

$$F_9 = 131,65 + 0,865*1 = 132,52$$

### **Método de Winters**

Este método se utiliza cuando además de presentarse un componente de tendencia, existen en los datos componentes estacionales o periódicos. Por lo anterior, este método incluye una ecuación que sirve para calcular una estimación del componente estacional.

Las fórmulas del modelo son las siguientes:

$$F_{t+p} = (A_t - P T_t) E_{t-L+P}$$

$$A_t = (Y_t / E_{t-L}) + [(1-\alpha) (A_{t-1} + T_{t-1})]$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1-\beta) T_{t-1}$$

$$E_t = \gamma(Y_t / A_t) + (1-\gamma) E_{t-L}$$

Donde:

$\alpha$  = constante de suavización =  $(1/n)$  o un valor entre 0 y 1

$\beta$  = constante de suavización de la tendencia =  $|1/(1-n)|$  o un valor entre 0 y 1

$\gamma$  = constante de suavización de la estacionalidad, valor entre 0 y 1

$p$  = número de periodos a pronosticar

$L$  = factor de estacionalidad

$A_t = Y_t$  hasta que sea posible calcular  $A_t$

$T_1 = 0$

$E_t = 1$



#### Instrucción

Para mayor información del método, se recomienda consultar el capítulo 5 del libro "Pronósticos en los negocios", escrito por John Hanke, el cual se encontrará próximamente en la base de datos de la Fundación Universitaria del Área Andina.

Por otro lado, revise en los recursos de aprendizaje de este eje, la infografía titulada errores de pronóstico y el videoresumen método de Winters.

Y resuelva la actividad de aprendizaje: juego de roles.

### Análisis de regresión

Esta metodología se define como la relación funcional entre dos o más variables correlacionadas, es una herramienta utilizada para pronosticar una variable con base en una o más variables. La relación entre dichas variables se da con base a la observación de datos, para esto, inicialmente es necesario graficar los datos y evaluar su linealidad para todos o la mayoría de ellos. La regresión lineal es una clase especial de regresión en donde la relación entre las variables genera una recta. Como su nombre lo indica, es viable su utilización sólo cuando los datos presenten tendencias lineales.



La técnica de mínimos cuadrados para regresión lineal tiene los siguientes componentes:

$$Y = a + bx$$

Donde:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum_{i=1}^n x^2 - n\bar{x}^2}$$

$\bar{y}$  = secante Y

b = pendiente de la recta

$\bar{y}$  = promedio de las y

$\bar{x}$  = promedio de las x

x = valor de x en cada punto de datos

y = valor de y en cada punto de datos

n = número de datos

Y = valor de la variable dependiente calculada con la ecuación de regresión



### Instrucción

Para profundizar en este tema revise la infografía titulada regresión lineal y resuelva la actividad de aprendizaje: videopreguntas.

También es necesario leer el capítulo 15 del libro "Administración de producción y operaciones" de Richard B. Chase, el cual se encontrará próximamente en la base de datos de la Fundación Universitaria del Área Andina.

Para finalizar, es necesario entender los procesos de medición de errores y cómo estos son útiles para la selección de un pronóstico, por lo anterior, se recomienda consultar el capítulo 2 del libro "Pronósticos en los negocios" escrito por John Hanke el cual se encontrará próximamente en la base de datos de la Fundación Universitaria del Área Andina

Como conclusión podemos mencionar que los procesos de administración de la demanda, se desarrollan a través del uso de técnicas de pronóstico, las cuales permiten prever el comportamiento de una variable, en aras de lograr realizar todo el proceso de gestión de las operaciones, a niveles estratégicos, tácticos y operativos.

Chase, R., Jacobs, R. y Aquilano, N. (2006). *Operations management for competitive advantage*. Boston, EE.UU.: McGraw-Hill.

Chase, R. et. ál. (2009). *Administración de operaciones*. México, México: McGraw Hill.

Croxton, K., Lambert, D. y García, S. (2002). The demand management process. *The International Journal of Logistics Management*, 13(2) 51-66.

Guerrero, M. y Medina, S. (2006). Time series models applied to the records of the human rights commission of the federal district. *Economía Informa*, 89-99.

Hanke, J. y Arthur, R. (1996). *Pronósticos en los negocios*. Nueva Jersey, EE.UU.: Prentice Hall.

Helms, M. (2000). Supply chain forecasting - collaborative forecasting supports supply chain management. *Business Process Management Journal*, 392.

Marien, E. (1999). Demand planning and sales forecasting: a supply chain essential. *Supply Chain Management Review*, 76-86.

Méndez, G. y López, E. (2014). Metodología para el pronóstico de demanda. *Tecnura*, 18(40), 89-102.

Robeano, S. (1991). *Unpublished speech at the national management science roundtable*. Nashville, EE.UU.

Sánchez, J. y Poveda, G. (2006). Aplicación de los métodos Mars, Holt-Winters y Arima generalizado. *Meteorología Colombiana*, 36-46.

Varian, R. (2000). *Microeconomía intermedia*. Barcelona, España: Antoni Bosch.



[www.usanmarcos.ac.cr](http://www.usanmarcos.ac.cr)

San José, Costa Rica