

## **APLICACIÓN DEL PREDICTOR DE CRYSTAL BALL CON EXCEL EN LOS PRONÓSTICOS<sup>1</sup>**

*Carlos E. Azofeifa<sup>2</sup>*

### **Resumen**

Se presenta y se analiza el software @Crystal Ball como una herramienta eficaz, rápida y versátil en la elaboración de pronósticos en presencia de incertidumbre, mostrando además sus beneficios en tiempo y exactitud con respecto a los métodos clásicos.

**Palabras claves:** pronóstico, series de tiempo, estadística, riesgo, incertidumbre.

### **Introducción**

Uno de los grandes problemas de los administradores es realizar buenos pronósticos a futuro de sus eventos en presencia de riesgo e incertidumbre, precisamente al encontrarnos en un mundo altamente globalizado y cambiante se hace más difícil encontrar pronósticos confiables. Por tanto al hacerse más complejo el mundo de los negocios, ha aumentado la necesidad de asegurar, sobre cierta base racional, el futuro. Se necesita planear ventas, tasas de interés para futuras inversiones, indicadores económicos para planeamiento financiero, niveles de ingreso, inventarios, tasas de natalidad desempleo, etc. Por ejemplo el análisis de la regresión lineal múltiple fue concebido por estadísticos y economistas matemáticos, para auxiliar en el pronóstico de la actividad económica de diferentes segmentos de la economía.

Por lo tanto es necesario pronosticar porque la mayoría de organizaciones operan en una atmósfera de incertidumbre, pero a pesar de ello, se deben tomar decisiones que afectan el futuro de la organización. Existen técnicas de pronóstico que se pueden emplear para completar el sentido común y la capacidad administrativa de los que toman las decisiones.

En los últimos años el pronóstico basado en el juicio ha cambiado debido en parte a la llegada de técnicas modernas de pronóstico y del poder de las computadoras, sin embargo creemos que la persona que pronostica de manera eficaz debe ser capaz de realizar una hábil mezcla de buen juicio y de técnicas de pronóstico cuantitativas adecuadas. Así, en aquellos puntos donde estas técnicas han proporcionado sus resultados deben aplicarse el buen juicio, el sentido común y la experiencia empresarial con un buen conocimiento del entorno político, social y económico.

---

<sup>1</sup> Este artículo fue financiado por el Proyecto No 820-A2-115, inscrito en la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

<sup>2</sup> Escuela de Matemática Universidad de Costa Rica y Universidad Nacional.

Muchas de las técnicas de pronóstico usadas actualmente se iniciaron en el siglo XIX, como por ejemplo el análisis de regresión. El advenimiento de la computadora benefició a la mayoría de administradores, ingenieros, científicos, investigadores, etc, pues pueden utilizar técnicas complejas para fines de pronóstico en sus computadoras personales con un intento de que los errores cometidos al pronosticar sean cada vez lo más pequeños posibles.

### Desarrollo

En esta primera parte queremos exponer brevemente el uso del Predictor de @Crystal Ball como una herramienta poderosa en la elaboración de la obtención de pronósticos altamente confiables. No se trata pues de realizar un estudio exhaustivo de todos los modelos para pronosticar, para ese fin existen en la literatura muchos y excelentes libros, sino el objetivo es observar la rapidez y versatilidad para lograr buenos y confiables pronósticos usando la hoja electrónica Excel con la ayuda de @Crystal Ball.

El tipo de modelo que utilizaremos, y quizás el más común, será el modelo de series de tiempo. Las series de tiempo tienen dos factores importantes: la serie de datos que se va a pronosticar<sup>3</sup> y el periodo de tiempo a utilizarse. Este modelo supone que algún patrón o combinación de patrones es recurrente a través del tiempo. Por tanto un modelo de series de tiempo es apropiado para predecir factores ambientales, niveles de actividad como patrones de costo, la economía en general, etc; pero es inapropiado para querer pronosticar por ejemplo aquellas ventas mensuales que hallan sido consecuencia de cambios de precio por ejemplo o de publicidad.

Para apreciar todo esto, tomemos los siguientes datos que corresponden a datos trimestrales de ventas de televisores<sup>4</sup>

#### Datos trimestrales para la venta de televisores

Año	Trimestre	Ventas (miles)
1	1	4.8
	2	4.1
	3	6
	4	6.5
2	1	5.8
	2	5.2
	3	6.8
	4	7.4

<sup>3</sup> Como las reglas básicas de contabilidad se orientan hacia periodos de tiempo secuenciales, en la mayoría de las empresas los datos se encuentran disponibles inmediatamente con base en estos periodos de tiempo.

<sup>4</sup> Anderson, Sweeney & Williams. Métodos cuantitativos para los negocios. Thomson. México. 1999. Cap VI.

3	1	6
	2	5.6
	3	7.5
	4	7.8
4	1	6.3
	2	5.9
	3	8
	4	8.4

La intención ahora es que el lector observe como se resuelve en detalle el problema, es decir, utilizando el modelo multiplicativo  $Y=T \times S \times I$ , donde T es la componente de tendencia, S es la componente de estacionalidad e I es la componente irregular.

Se puede observar el procedimiento para calcular los índices estacionales: primeramente observamos el comportamiento de los datos en la figura 1, luego utilizamos promedios móviles para suavizar tanto las fluctuaciones estacionales como las irregulares en la serie de tiempo, enseguida se tiende a identificar los valores estacionales irregulares en la figura 2, posteriormente se calculan los índices estacionales con el fin de desestacionalizar la serie de tiempo, una vez eliminada la estacionalidad se identifica la tendencia, finalmente con el pronóstico de la tendencia y usando el índice estacional se calculan los pronósticos trimestrales.

Como se ve es un procedimiento largo, laborioso, tedioso y de mucho cuidado. Se pretende además de calcular los índices estacionales de una serie de tiempo interpretarlos, para ello expresaremos resumidamente los procedimientos anteriores en los siguientes cuadros:

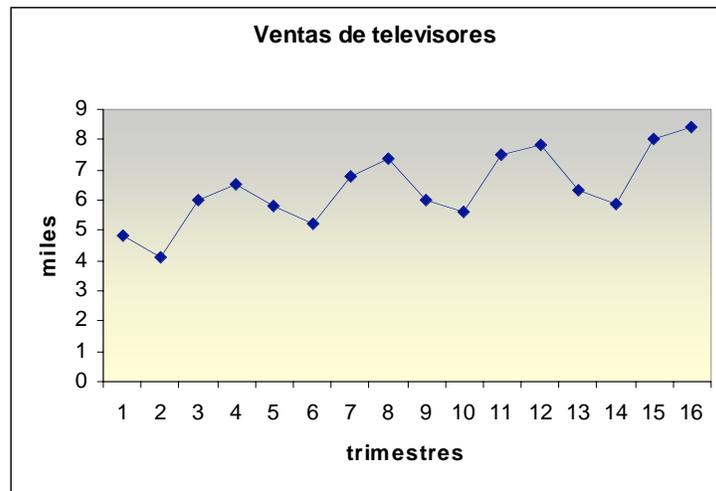


Figura 1.

En el gráfico anterior podemos observar el comportamiento histórico de las ventas de televisores, en donde observamos a la vez componentes de tendencia y estacionalidad. Tanto en los negocios como en la economía se presentan este tipo de situaciones en donde se requieren comparaciones de periodo a periodo.

Posteriormente veremos los cálculos para el valor promedio centrado y el valor estacional irregular.

**Cálculos del promedio móvil, del promedio móvil centrado y del valor estacional para las ventas de televisores**

Año	Trim	Ventas	Promedio móvil de 4 trimestres	Promedio móvil centrado	Valor estacional Irregular
1	1	4.8	} 5.35 } 5.6 } 5.875	} 5.475 } 5.7375	1.0959 1.1329 0.9707 0.8404
	2	4.1			
	3	6			
	4	6.5			
2	1	5.8	6.075	5.975	1.0751
	2	5.2	6.3	6.1875	1.1563
	3	6.8	6.35	6.325	0.9178
	4	7.4	6.45	6.4	0.8390
3	1	6	6.625	6.5375	1.1091
	2	5.6	6.725	6.675	1.1408
	3	7.5	6.8	6.7625	0.9081
	4	7.8	6.875	6.8375	0.8339
4	1	6.3	7	6.9375	
	2	5.9	7.15	7.075	
	3	8			
	4	8.4			

Figura 2.

Se usó promedio móvil sobre cuatro trimestres para suavizar, en efecto para el primer promedio móvil se tiene:  $(4.8 + 4.1 + 6 + 6.5)/4 = 5.35$  y para el primer móvil centrado:  $(5.35 + 5.6)/2 = 5.475$ , posteriormente el valor estacional irregular será  $5.35/5.475 = 1.0959$  y así sucesivamente los demás cálculos. Como mencionamos antes, los valores de los promedios móviles centrados tienden a suavizar tanto las fluctuaciones estacionales como las irregulares en la serie de tiempo, en realidad cada valor del promedio móvil centrado representa cuál sería el valor de la serie de tiempo en caso de que no hubiera habido influencia estacional irregular.

El fin primordial de determinar los índices estacionales es eliminar aquellos efectos estacionales de una serie de tiempo y este proceso de la eliminación del efecto estacional en una serie de tiempo se conoce como desestacionalización de la serie de tiempo.

Cálculo del índice estacional

trimestre	valores del componente estacional e irregular (S*)	Índice estacional
1	$= (0.971 + 0.918 + 0.908) / 3$	0.932
2	$= (0.8404 + 0.839 + 0.833) / 3$	0.837
3	$= (1.096 + 1.075 + 1.109) / 3$	1.09
4	$= (1.113 + 1.156 + 1.141) / 3$	1.133

Figura 3.

Algunas veces es necesario realizar algunos ajustes para obtener los índices estacionales pues el modelo multiplicativo requiere que el índice estacional promedio sea igual a 1, esto es, los efectos estacionales se deben equilibrar a lo largo del año. Como la suma de los cuatro índices es cuatro (3,99), entonces no debemos realizar ningún ajuste.

Valores desestacionalizados para la venta de televisores

Año	Trim	Ventas (Y)	índice estacional (S)	ventas desestacionalizadas (Y/S=T*)
1	1	4.8	0.932	5.1502146
	2	4.1	0.837	4.8984468
	3	6	1.09	5.5045872
	4	6.5	1.133	5.7369815
2	1	5.8	0.932	6.223176
	2	5.2	0.837	6.2126643
	3	6.8	1.09	6.2385321
	4	7.4	1.133	6.5313327
3	1	6	0.932	6.4377682
	2	5.6	0.837	6.6905615
	3	7.5	1.09	6.8807339
	4	7.8	1.133	6.8843778
4	1	6.3	0.932	6.7596567
	2	5.9	0.837	7.0489845
	3	8	1.09	7.3394495
	4	8.4	1.133	7.4139453

Figura 4.

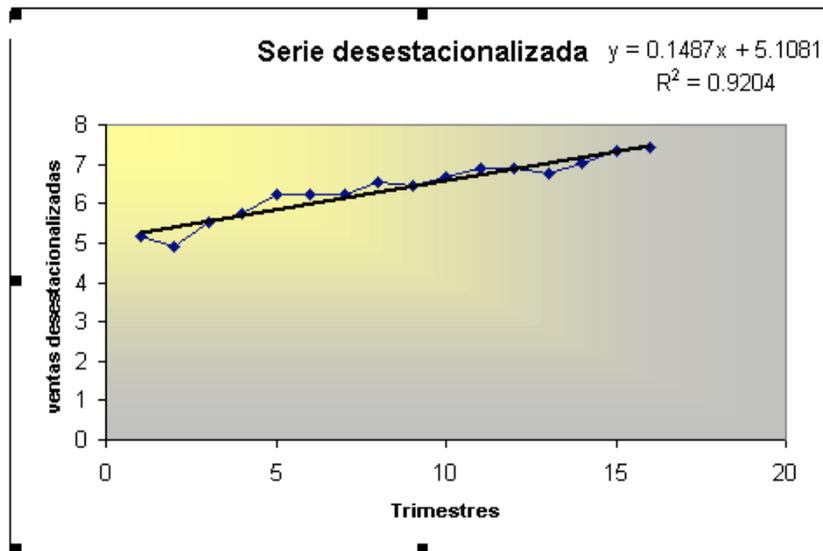


Figura 5.

En la figura 5 observamos el uso de la regresión lineal como instrumento para realizar los pronósticos de la tendencia utilizando la ecuación de la recta de mejor ajuste obtenida utilizando **Dispersión de Excel**. Finalmente multiplicando el pronóstico de tendencia por su respectivo índice estacional obtenemos el pronóstico para el año cinco como vemos en la figura 6.

Pronósticos trimestrales para las ventas de TV

Año	Trimestre	Pronóstico de tendencia	índice estacional	pronóstico trimestral
5	1	7.636	0.932	7.116752
	2	7.7847	0.837	6.515794
	3	7.9334	1.09	8.647406
	4	8.0821	<u>1.133</u>	9.157019

Figura 6.

Notamos que hemos realizado un trabajo laborioso solamente para encontrar el pronóstico del próximo año sin realizar en realidad ninguna validación estadística. Veamos ahora el caso en que aplicamos @Crystal Ball.

Queremos pronosticar el próximo año usamos @Crystal Ball de la siguiente manera: en **CBtools** hacemos clic en **CB Predictor** mostrándose el siguiente menú:

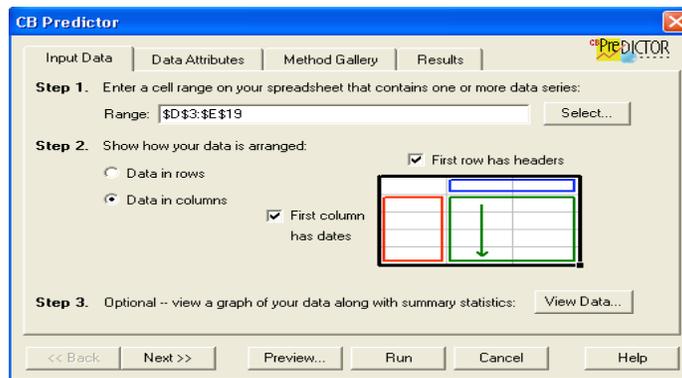


Figura 7.

Observe en la figura anterior como debemos indicar que introducimos fechas y encabezados en los datos después de seleccionar los datos, luego hacemos clic en *Next* y llenamos la siguiente hoja así:

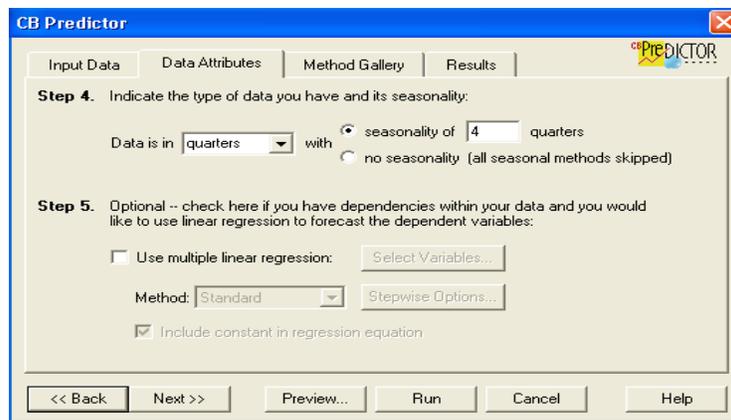


Figura 8.

Note que debemos declarar que los datos son dados trimestralmente, luego hacemos clic de nuevo en *Next* y obtenemos la galería de métodos para realizar pronósticos: en efecto

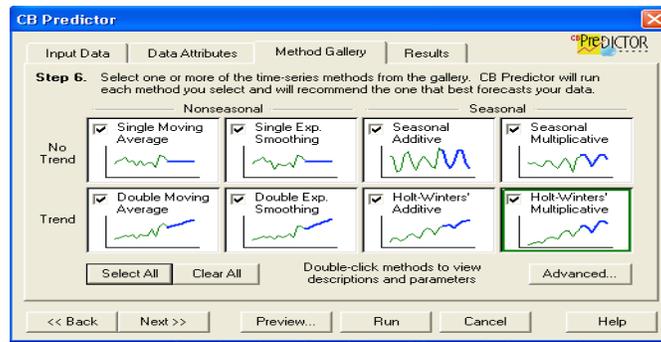


Figura 9.

Si sabemos previamente que los datos presentan estacionalidad y tendencia podemos marcar Holt-winter aditivo y Holt-Winter multiplicativo, sin embargo podemos seleccionar todos los métodos marcando *Select All* y dejamos que @Crystal Ball seleccione el método adecuado usando pruebas estadísticas, luego hacemos clic en *Next* para obtener:

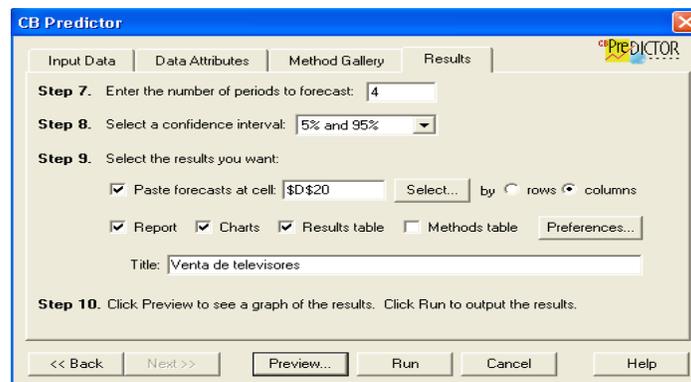


Figura 10.

Para marcar donde queremos colocar los pronósticos solamente marcamos una celda (debajo de la fecha seleccionada), posteriormente el software pondrá los pronósticos a partir de dicha celda. En caso de marcar *Preview* observamos que el mejor método para el pronóstico es Holt-Winter multiplicativo, haciendo clic en ▼ se pueden observar en el ranking el resto de los métodos en orden descendiente, esto nos sirve de marco comparativo para observar la bondad de cada método, en efecto:

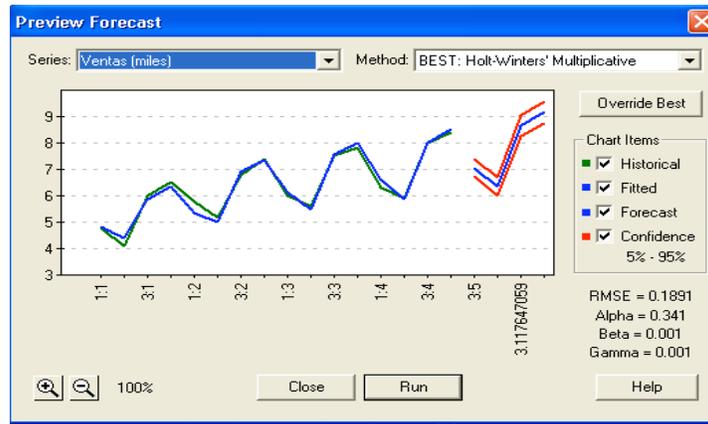


Figura 11.

Posteriormente @Crystal Ball coloca los pronósticos de la siguiente manera y en un color verde tierno. Al marcar reporte, @Crystal Ball coloca en una hoja aparte el reporte y el gráfico de la siguiente manera:

**Datos trimestrales para la venta de televisores**

Año	Trimestre	Ventas (miles)
1	1	4.8
	2	4.1
	3	6
	4	6.5
2	1	5.8
	2	5.2
	3	6.8
	4	7.4
3	1	6
	2	5.6
	3	7.5
	4	7.8
4	1	6.3
	2	5.9
	3	8
	4	8.4
5	1	<b>7.052057765</b>
	2	<b>6.350963383</b>
	3	<b>8.628920454</b>
	4	<b>9.151691714</b>



Report for Venta de televisores			
Created: 16/08/2005 at 10:34:47 p.m.			
<b>Summary:</b>			
Number of series: 1			
Periods to forecast: 4			
Seasonality: 4 quarters			
Error Measure: RMSE			
<b>Series: Ventas (miles)</b>			
Method: Holt-Winters' Multiplicative			
Parameters:			
Alpha: 0.341			
Beta: 0.001			
Gamma: 0.001			
Error: 0.1891			
Series Statistics:			
Mean: 6.38125			
Std. Dev.: 1.204557318			
Minimum: 4.1			
Maximum: 8.4			
Ljung-Box: 30.9083			
Forecast:			
Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
1	6.720299966	7.052057765	7.383815564
2	5.995508598	6.350963383	6.706418168
3	8.246122994	8.628920454	9.011717915
4	8.736994465	9.151691714	9.566388963

Figura 12.

Method Errors:

Method	RMSE	MAD	MAPE
Best: Holt-Winters' Multiplicative	0.1891	0.1501	2.57%
2nd: Holt-Winters' Additive	0.2131	0.1531	2.54%
3rd: Seasonal Additive	0.2787	0.2152	3.54%
4th: Seasonal Multiplicative	0.307	0.2338	3.85%
5th: Single Moving Average	0.9276	0.8521	12.26%
6th: Double Moving Average	0.9348	0.9215	13.52%
7th: Double Exponential Smoothing	1.0636	0.9656	15.06%
8th: Single Exponential Smoothing	1.0751	0.9643	14.60%

Method Statistics:

Method	Durbin-Watson	Theil's U
Best: Holt-Winters' Multiplicative	1.376	0.147
2nd: Holt-Winters' Additive	1.634	0.141
3rd: Seasonal Additive	1.335	0.19
4th: Seasonal Multiplicative	1.868	0.246
5th: Single Moving Average	1.52	0.741
6th: Double Moving Average	1.678	0.714
7th: Double Exponential Smoothing	1.556	0.894
8th: Single Exponential Smoothing	1.591	0.897

Method Parameters:

	Method	Parameter	Value
Best:	Holt-Winters' Multiplicative	Alpha	0.341
		Beta	0.001
		Gamma	0.001
2nd:	Holt-Winters' Additive	Alpha	0.647
		Beta	0.001
		Gamma	0.001
3rd:	Seasonal Additive	Alpha	0.999
		Gamma	0.001
4th:	Seasonal Multiplicative	Alpha	0.999
		Gamma	0.001
5th:	Single Moving Average	Periods	4
6th:	Double Moving Average	Periods	4
7th:	Double Exponential Smoothing	Alpha	0.263
		Beta	0.255
8th:	Single Exponential Smoothing	Alpha	0.408

Figura 13.

Series: Ventas (miles)					
Date	Data	Fitted	Forecast	Upper: 95%	Lower: 5%
1:1	4.8	4.854451891			
2:1	4.1	4.393967468			
3:1	6	5.886881506			
4:1	6.5	6.338136712			
1:2	5.8	5.359922706			
2:2	5.2	4.989339396			
3:2	6.8	6.910735601			
4:2	7.4	7.324464407			
1:3	6	6.141596669			
2:3	5.6	5.504092217			
3:3	7.5	7.544276779			
4:3	7.8	8.00755017			
1:4	6.3	6.620183668			
2:4	5.9	5.872871848			
3:4	8	8.004154776			
4:4	8.4	8.500110789			
1:5			7.052057765	7.383815564	6.720299966
2:5			6.350963383	6.706418168	5.995508598
3:5			8.628920454	9.011717915	8.246122994
4:5			9.151691714	9.566388963	8.736994465

Figura 14.

Si comparamos los pronósticos obtenidos por @Crystal Ball realmente difieren poco de los obtenidos anteriormente, pero ellos tienen el fundamento y confianza de las pruebas estadísticas realizadas por el Predictor de @Crystal Ball dadas en el Reporte pedido.

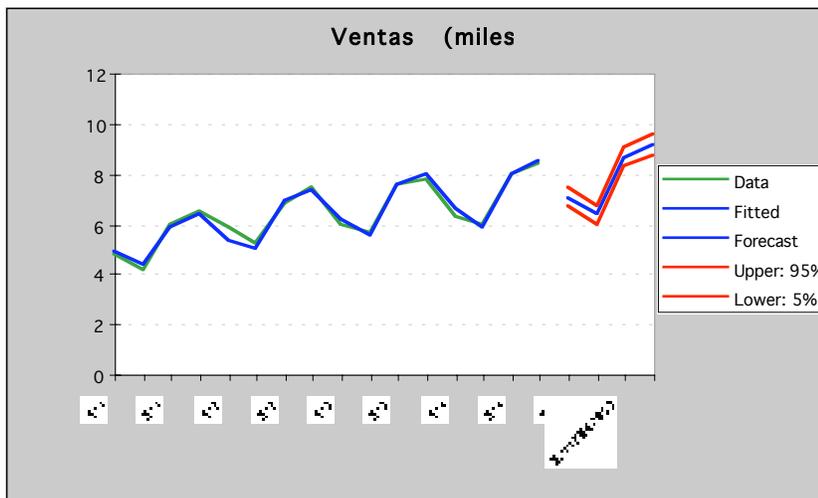


Figura 15.

Todo lo anterior es posible debido a la flexibilidad y capacidad estadística de la hoja de cálculo Excel y al poder de @Crystal Ball como complemento idóneo de Excel en la resolución problemas de encontrar el mejor modelo de pronóstico que se adapte a los datos.

### Conclusión

Para escoger el modelo adecuado de pronóstico de manera rápida y fácil tenemos un aliado: @Crystal Ball, además una gran ventaja al usar este software es que él nos proporciona los estudios estadísticos necesarios que respaldan la escogencia del método adecuado. Mencionamos además el hecho que aunque @Crystal Ball haya escogido un método adecuado para la resolución de un problema, siempre debemos establecer si está de acuerdo por ejemplo, con el horizonte predictivo, así vemos que los métodos de suavizamiento exponencial y de promedio móvil se emplean más para corto plazo que para mediano y largo plazo. Sin embargo, el contar con un método adecuado para pronosticar, nos ayuda a observar y comprender mejor el entorno, y tomar decisiones racionalmente.

Bien sabemos que un buen punto de partida para mejorar los pronósticos de una organización consiste en revisar los problemas y oportunidades existentes. Algunas veces se quiere lograr precisión y se trata de reemplazar los métodos existentes por otros con más rigor matemático, sin embargo la evidencia empírica no respalda el supuesto de que los métodos complejos funcionan mejor que los sencillos. Sin embargo, como toda tarea administrativa, la predicción se puede beneficiar significativamente con el desarrollo de un plan efectivo de acción, en esta área se pueden aplicar algunos pasos claves para obtener pronósticos útiles: 1- Objetivo y

propósito, 2- Selección de variables de predicción, 3- Criterios de desempeño, 4- Metodología de predicción, Requerimientos de datos y 6- Estrategia organizacional. Lo anterior sumado al uso de un buen Software puede ayudarnos en la difícil tarea de obtener buenos pronósticos.

## **Bibliografía**

1. Anderson, Sweeney, Williams. *Métodos cuantitativos para los negocios*. Séptima edición. México. Editorial Thomson.1999.
2. Bierman, Bonini, Hausman. *Análisis cuantitativo para la toma de decisiones*. Editorial McGraw-Hill. México. 2000.
3. Eppen, F/ Gould, G/ Schmidt, C.P/ Moore, J/ Weatherford, L. *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. Prentice Hall. México. 2000.
4. Evans J-Olson D. *Introduction to Simulation and Risk Analysis*. Prentice Hall. New Jersey. 2002.
5. Hanke / Reitsch. *Pronósticos en los negocios*. Prentice Hall. México.1996.
6. Hillier /Hillier/Lieberman. *Métodos cuantitativos para administración*. Un enfoque y casos de estudio, con hoja de cálculo. McGraw-Hill, Inc. México. 2000.
7. Lind D/ Marchal W/ Wathen S. *Estadística aplicada a los negocios y a la economía*. Mc Graw Hill. México. 2005
8. Makridakis.S/ Wheelwright, S. *Métodos de pronósticos*. Limusa. México. 2000.
9. Makridakis.S. *Forecasting in the 21st Century*, International Journal of forecasting, 7(2)(1991): 123-126.
10. Mathur, K/ Solow, D. *Investigación de operaciones. El arte de la toma de decisiones*. Prentice Hall. México. 1996.
11. López Paulo. *Probabilidad & Estadística, conceptos, modelos, aplicaciones con Excel*. Prentice Hall. México.2000.