

*Métodos Modernos de Series de Tiempo y sus Aplicaciones*  
María de las Mercedes Abril

**Revista de Investigaciones del Departamento de Ciencias Económicas de  
La Universidad Nacional de La Matanza**

**Recensión bibliográfica:**

**Autora de la recensión:** María de las Mercedes Abril.

**Título de la obra reseñada:** Métodos Modernos de Series de Tiempo y sus Aplicaciones.

**Apellido y nombre de los autores de la obra:** María de las Mercedes Abril y Juan Carlos Abril.

**Editorial:** Editorial Académica Española.

**Número de edición:** 1ra.

**Año de edición:** 2018.

**Lugar de edición:** Alemania.

**Número de ISBN:** 978-620-2-14563-3

### **Desarrollo de la recensión de la obra**

Este trabajo muestra la evolución de los métodos de análisis de series de tiempo desde los estudios de Newton, pasando por las propuestas de la década de 1950, hasta llegar al enfoque ARIMA, también llamado de Box y Jenkins. Posteriormente, con la introducción del enfoque de espacio de estado y el filtro de Kalman estos métodos fueron superados. Se discuten las razones por las que los métodos ad-hoc, como el X-11, X-12 o sus variantes, producen resultados cuyas propiedades son difíciles o imposibles de conocer desde un punto de vista de rigurosidad estadística. Un especial énfasis se pone en mostrar que el enfoque de espacio de estado asociado al filtro y suavizador de Kalman resuelve una gran cantidad de situaciones complejas que suelen ocurrir con mucha frecuencia en el estudio de las series de tiempo, especialmente cuando uno se enfrenta con observaciones irregulares. Finalmente se muestra cómo este enfoque es adecuado para el tratamiento de problemas como la volatilidad.

Se inicia esta obra presentando, de manera compacta, la evolución de los métodos de análisis de las series de tiempo desde Newton, los aportes de aproximadamente fines del siglo XIX hasta nuestros días. Luego se introducen procesos estocásticos estacionarios, sus características y propiedades. Definimos las funciones de autocovarianzas y autocorrelaciones de esos procesos junto con la función de autocorrelación parcial correspondiente. Se enuncia el concepto de ergodicidad y su relación con los procesos estocásticos estacionarios. Después se presentan ejemplos de series de tiempo estacionarias. El siguiente paso es el estudio de la correlación serial, de los estimadores de los coeficientes de autocorrelación y de autocorrelación parcial, de sus distribuciones y de los tests respectivos.

A continuación, se estudian los modelos autorregresivos estacionarios, de promedios móviles y mixtos (o modelos ARMA), más un tratamiento adecuado del teorema de la descomposición de Wold. Luego se estudian los métodos de ajuste de modelos y las propiedades de los estimadores logrados. Se analiza el problema de predicción tanto de modelos ARMA estacionarios como de los ARIMA, poniendo

*Métodos Modernos de Series de Tiempo y sus Aplicaciones*  
María de las Mercedes Abril

énfasis en el llamado enfoque de tipo Box y Jenkins. Se incluyen en esta parte ejemplos prácticos completos usando el software específico.

A continuación, se enfoca el análisis de las series de tiempo en el dominio de las frecuencias. Se discuten los métodos de estimación de la densidad y distribución espectral. En ese sentido, se presenta al periodograma, sus propiedades, ventajas y desventajas como estimador de la densidad espectral. Se estudia la estimación consistente del espectro, con indicaciones de algunas de las ventanas. También se estudia la forma en que opera la transformada rápida de Fourier. A continuación, se analizan algunos tests de periodicidades en el dominio de las frecuencias. El siguiente paso trata de las estimaciones de los parámetros de procesos estocásticos en el dominio de las frecuencias. Después se presenta el análisis espectral bivariado.

Luego se realiza el estudio econométrico de las series de tiempo. Aquí el énfasis está puesto en formular una relación de comportamiento entre la serie a estudiar y otras asociadas que puedan servir para explicar a la primera. Muchas de las técnicas usadas en el estudio de las series de tiempo son aquellas basadas en el análisis de regresión o bien son adaptaciones o análogas de ellas. Las variables independientes o explicativas pueden ser funciones del tiempo en este caso. Se inicia esta parte resumiendo primero los procedimientos estadísticos cuando los términos aleatorios o errores son no correlacionados. Después esos procedimientos son modificados para considerar los casos de términos aleatorios, errores o disturbios con matriz de varianzas arbitraria, estudiando en esas circunstancias las cualidades (en relación a eficiencia y sesgo) de la estimación por mínimos cuadrados y la teoría asintótica bajo la presencia de correlación serial. También se consideran los casos en que algunos de los regresores son variables dependientes rezagadas con errores autocorrelacionados. Posteriormente se estudian los tests de correlación serial en regresión con series de tiempo, comenzando con el test  $d$  de Durbin-Watson, siguiendo con el test  $h$  de Durbin y culminando con tests en el dominio de las frecuencias. A renglón seguido se presenta el problema de ajustar modelos de regresión con errores autocorrelacionados. Para ello, se consideran tres técnicas, una en el dominio del

*Métodos Modernos de Series de Tiempo y sus Aplicaciones*  
María de las Mercedes Abril

tiempo y dos en el dominio de las frecuencias, todas basadas en las ideas de máxima verosimilitud, discutiéndose las propiedades de cada una de ellas.

De ahí, el estudio se centra en el enfoque de espacio de estado de las series. Este enfoque puede ser considerado como una generalización de los tratamientos dados en la primera parte con el agregado que incluye también los casos multivariados. Se pone énfasis en destacar que los modelos puestos en la forma de espacio de estado son en realidad equivalentes a modelos de regresión lineal con parámetros estocásticos que varían en el tiempo. Se discute también cómo los modelos estructurales de series de tiempo pueden ser puestos en la forma de espacio de estado y así encarar el análisis respectivo basado en el filtro y suavizador de Kalman. La presentación continúa con la estimación de los hiperparámetros. En todo momento se hacen comparaciones entre este enfoque y el denominado ARIMA o de Box y Jenkins. Posteriormente se analizan las formas en que este enfoque puede resolver problemas de series de tiempo irregulares, tales como la presencia de observaciones atípicas, cambios estructurales, espaciado irregular, observaciones no Gaussianas, etc. Finalmente, se concluye esta parte con un conjunto de ejemplos resueltos con el software respectivo que cubren los temas considerados hasta ese punto.

En último lugar se estudia el problema de la volatilidad en las series de tiempo. Se inicia con una presentación de los tipos de datos que pueden tener esta característica. Se muestran los modelos del tipo ARCH-GARCH y sus variaciones que se usan para su tratamiento y se presentan varios ejemplos prácticos resueltos con el software respectivo. Se estudian los modelos para tratar la volatilidad estocástica, se los relaciona con el enfoque de espacio de estado estudiado anteriormente y se dan ejemplos de aplicación práctica utilizando el software respectivo.

*Métodos Modernos de Series de Tiempo y sus Aplicaciones*  
María de las Mercedes Abril

### **Valoración personal de la obra:**

La presente investigación se centra en presentar y aplicar por medio de ejemplos, técnicas propias y en algunos casos inéditas del análisis de series de tiempo aplicadas a un conjunto de datos.

Es necesario destacar que esta área del saber tuvo sin duda un crecimiento explosivo durante las últimas décadas. Dicho crecimiento fue el resultado de una fusión de conocimientos que hasta este momento eran empíricos, provenientes de áreas tan disímiles como la física, la ingeniería, la matemática, las finanzas, la econometría, aplicada al análisis de las series de tiempo y la estadística. Un hecho sumamente significativo para el desarrollo de dichas técnicas se centra en el avance en la recolección y almacenamiento de grandes cantidades de información y el aumento sustancial en la velocidad de procesamiento gracias a los nuevos paquetes informáticos disponibles.

El contenido de esta obra corresponde a una presentación sistemática y detallada de cada uno de los métodos que hacen al estudio de las series de tiempo sin ahondar en los desarrollos matemáticos que lo sustentan, los cuales pueden ser encontrados en detalle en la bibliografía que se encuentra al final de este trabajo. Con respecto a las explicaciones, el principio ha sido de mantener los argumentos informales pero cuidadosos y certeros, mostrando los ejemplos de aplicación en todos los casos en que es posible hacerlo en una obra literaria como esta.

### **Referencias bibliográficas resumidas:**

ABRIL, JUAN CARLOS (1999). *Análisis de Series de Tiempo Basado en Modelos de Espacio de Estado*. EUDEBA: Buenos Aires.

ABRIL, MARÍA DE LAS MERCEDES (2014). *El Enfoque de Espacio de Estado de las Series de Tiempo para el Estudio de los Problemas de Volatilidad*. Tesis Doctoral en Estadística. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.

*Métodos Modernos de Series de Tiempo y sus Aplicaciones*  
María de las Mercedes Abril

BOLLERSLEV, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-27.

BROCKWELL, P. J. Y DAVIS, R. A. (2000). *ITSM 2000: Interactive Time Series Modelling Package for the PC*, version 6.0, Springer-Verlag: New York.

DURBIN, J. Y KOOPMAN, S. J. (2012). *Time Series Analysis by State Space Methods* (2nd Edition). Oxford University Press: Oxford.

ENGLE, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of the United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50, 987-1007.

KOOPMAN, S. J., HARVEY, A. C., DOORNIK, J. A. Y SHEPHARD, N. (2010). *STAMP 8.3: Structural Time Series Analyser, Modeller and Predictor*. Timberlake Consultants: London.

LAURENT, S. (2013). *Estimating and Forecasting ARCH Models Using G@RCH 7*. Timberlake Consultants: London.

Datos de la autora de la recensión:

Apellido y nombre: Abril, María de las Mercedes

Ciudad y país de residencia: San Miguel de Tucumán, Argentina

Correo electrónico de contacto: [mabrilblanco@hotmail.com](mailto:mabrilblanco@hotmail.com)

Afiliación institucional: Universidad Nacional de Tucumán. CONICET

Área de conocimiento/ejercicio profesional: Estadística, Análisis de Series de Tiempo.