

MODELOS ESTOCASTICOS ARIMA PARA PREDICCION DE VARIABLES ENERGETICAS

Salomé Gonzáles Chávez

Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Ingeniería

RESUMEN

El análisis univariante de series temporales ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), basado en que una serie temporal obedece a un proceso estocástico, se ha utilizado para describir y predecir el comportamiento futuro de las series energéticas de mayor representatividad dentro la oferta y consumo de energía en el Principado de Asturias- España. En primer lugar, cada una de estas variables se han contabilizado mensualmente desde 1980 hasta 1996. De acuerdo a las características de cada serie - poseen tendencia, estacionalidad y el tamaño muestral suficiente - se procede a calcular qué modelo ARIMA univariante describe mejor a cada una de ellas. La aplicación de esta metodología consiste en calcular las predicciones de las principales variables energéticas de Asturias. Los resultados obtenidos han alcanzado un alto nivel de aproximación predictiva los cuales sirven como elementos de referencia en el proceso de Planificación Energética de Asturias.

ABSTRACT

ARIMA univariate time series analysis, were used for modeling and forecasting future energy production and consumption in Asturias - Spain. Initially, each series was recorded monthly from 1980 to 1996. These data include trend and seasonal variations which allow the use of ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) univariate models for predictions of future behavioral patterns. The optimum forecasting models obtained for each energetic series, have a satisfactory degree of statistical validity (low approximation errors) and are suitable for use as reference inputs in the Regional Energetic Plan of Asturias.

INTRODUCCION

Una serie temporal, llamada también serie histórica o serie cronológica, es una sucesión de valores observados de una variable referidos a períodos de tiempo generalmente regulares. El análisis univariante de una serie temporal consiste en hacer uso de estos datos para elaborar un modelo que describa adecuadamente el comportamiento de esta variable en el pasado, y permita realizar predicciones satisfactorias. La metodología estocástica ARIMA [1,4,5] resulta ser uno de los métodos cuantitativos modernos de predicción más sofisticados, cuando se opera con variables temporales con marcada tendencia y estacionalidad.

En un proceso de Planificación Energética de una región o país, uno de los puntos de gran importancia viene a ser la realización de un adecuado estudio de las variables de mayor

representatividad energética, ello mediante el análisis del comportamiento histórico y el pronóstico del comportamiento futuro de cada una de estas variables seleccionadas.

Para el estudio de caso, mostrado en este trabajo, las variables de mayor importancia en el mercado energético del Principado de Asturias- España son la producción de carbón (hulla y antracita) y el consumo sectorial de electricidad, para los que se ha realizado un estudio predictivo minucioso con el objetivo de establecer el comportamiento futuro de cada una de estas series, con vistas a una adecuada Planificación Energética Regional [2,3]. El período de predicción se realiza para los años 1997 y 1998.

PROCESO DE CALCULO

Una vez cuantificada la serie energética histórica se procede a determinar qué modelo óptimo ARIMA

es susceptible de haber generado dicha serie, el cual servirá para determinar las predicciones [2]. Este

proceso de cálculo se resume en el diagrama de flujo mostrado en la figura 1.

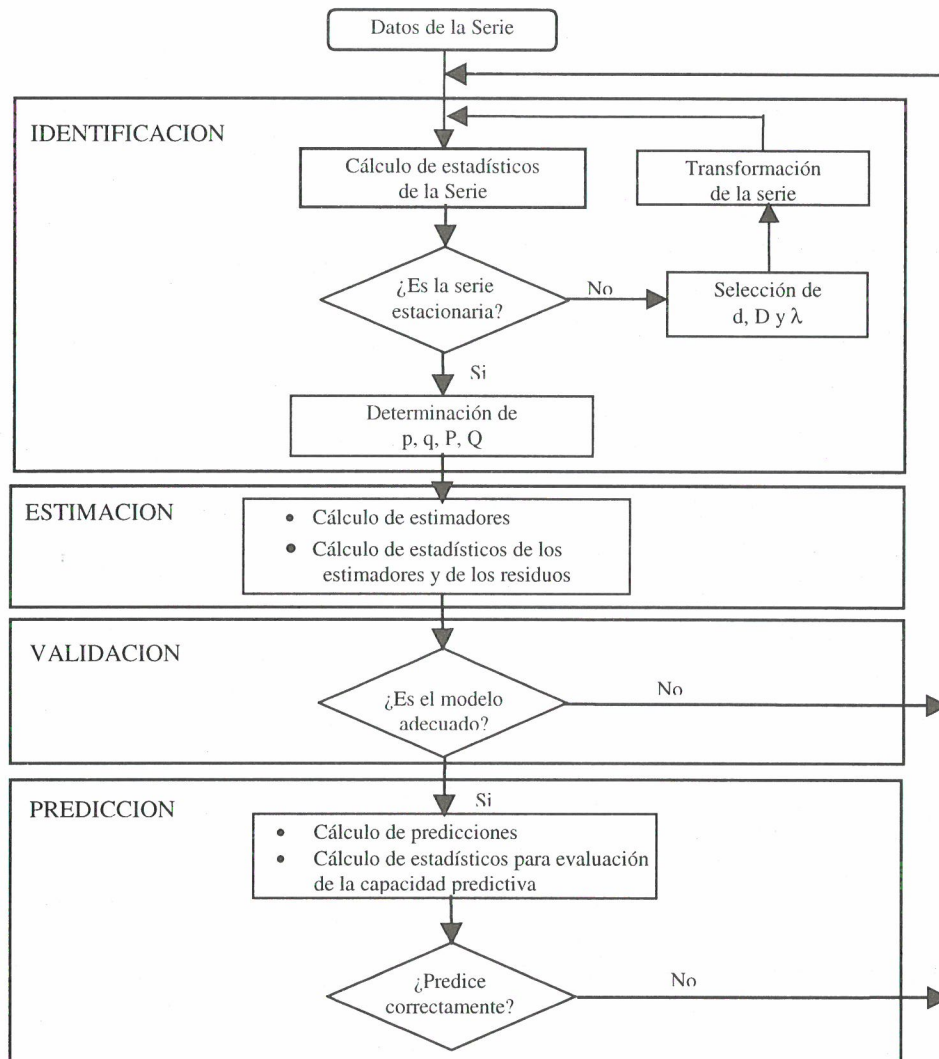


Fig. 1 Diagrama de flujo para la elaboración de un modelo ARIMA

Los programas de cómputo utilizados han sido los siguientes: Statistical Package for Social Sciences [6]- SPSS, Statistical Graphics System - STATGRAPHICS [7] y Scientific Computing Associates - SCA [8].

RESULTADOS

CONSUMO ELECTRICO DEL SECTOR RESIDENCIAL

Esta serie se caracteriza por poseer tendencia creciente y estacionalidad anual [2]. El cálculo de predicciones se inicia con la identificación del

modelo ARIMA que pudiera haber generado dicha serie; en primer lugar se procede a la estacionarización de la serie, mediante la estabilización de la varianza y de la tendencia, y la eliminación de la estacionalidad; luego, se identifican las posibles componentes autorregresivas y de medias móviles.

Posteriormente se realiza la fase de estimación de los coeficientes paramétricos del modelo generado [1]. A esta fase le sigue el de la validación o chequeo del modelo calculado y, en caso afirmativo, se pasa a la fase de predicción. Para esta serie, el modelo óptimo calculado resulta ser el siguiente

$$\begin{aligned} \ln X_t - \ln X_{t-1} - \ln X_{t-2} + \ln X_{t-3} &= u_t - \\ 0.78u_{t-1} - 0.76u_{t-2} + 0.59u_{t-3} \end{aligned} \quad (1)$$

donde X es la variable modelada (en este caso el consumo de electricidad del sector residencial de Asturias), u es el término de error [9] y t es el tiempo. Por tanto, las predicciones vendrán dadas por la siguiente expresión

$$\begin{aligned} \ln X_t &= \ln X_{t-1} + \ln X_{t-2} - \ln X_{t-3} - \\ 0.78 u_{t-1} - 0.76 u_{t-2} + 0.59 u_{t-3} \end{aligned} \quad (2)$$

a partir de $t = T+1$, siendo T el instante correspondiente a la última observación de la serie histórica. De esta forma se han calculado las predicciones desde Enero de 1997 hasta Diciembre de 1998. En la figura 2(a) se ilustra el consumo histórico residencial anual de energía eléctrica en comparación con las predicciones obtenidas, y en la figura 2(b) se representan los resultados mensuales.

El error predictivo medio porcentual alcanzado es de 1.2%. Este reducido valor indica que el modelo ARIMA calculado describe y predice con un alto grado de precisión a la serie del consumo eléctrico residencial.

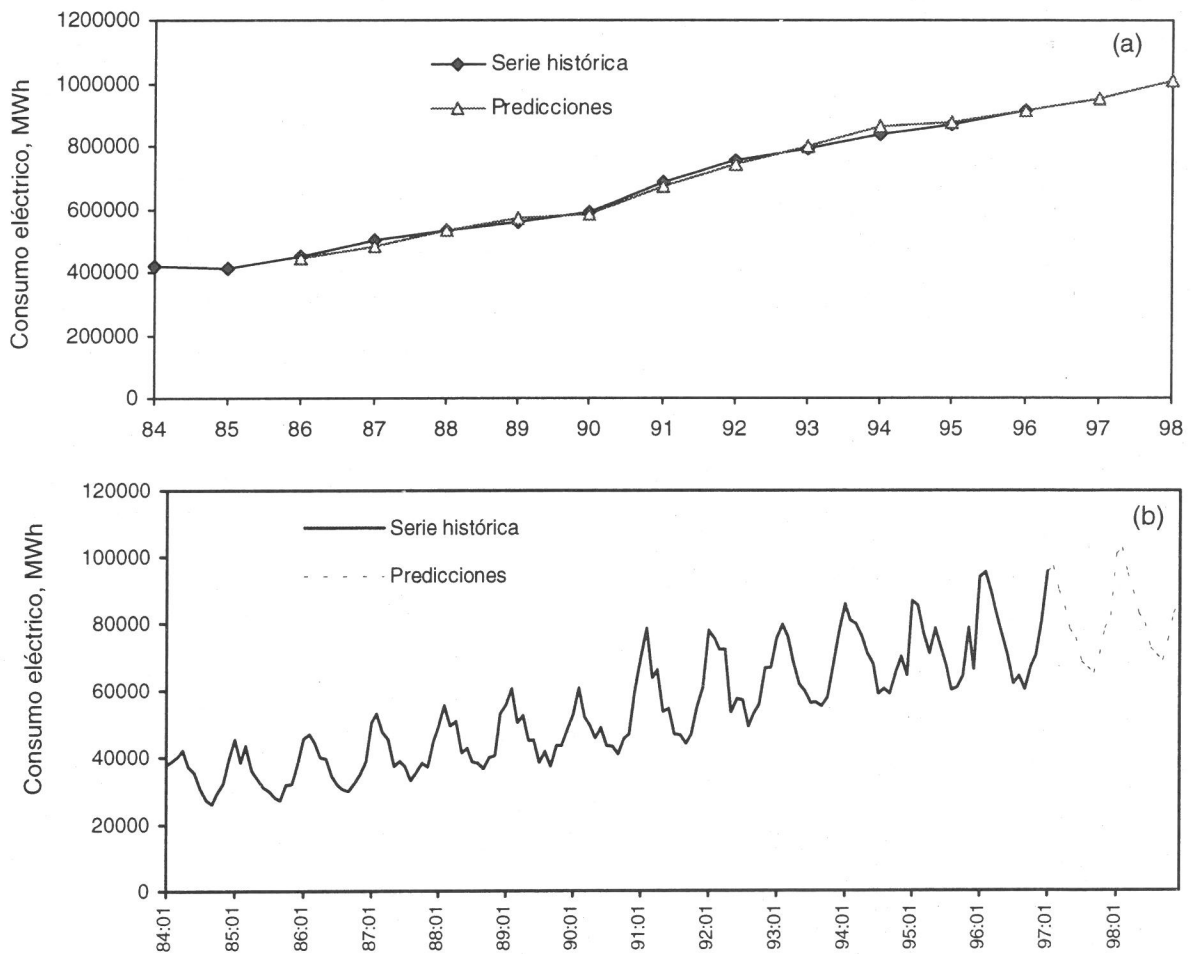


Fig. 2 Gráfico de la serie histórica y predicciones del consumo eléctrico residencial de Asturias: (a) consumo anual, (b) consumo mensual

CONSUMO ELECTRICO DEL SECTOR INDUSTRIAL

Esta serie [2] se caracteriza por ser estable en varianza y poseer tendencia y estacionalidad; se logra estacionarizarla para un retardo regular y una diferenciación estacional de primer orden [1,4,9]. Seleccionados los componentes de las partes autorregresivas y de medias móviles, se estiman los coeficientes autorregresivos y los de medias móviles. Tras su validación mediante el análisis de residuos y contrastes estadísticos, el modelo predictivo obtenido es

$$X_t - 0.66X_{t-1} - 0.34X_{t-2} - X_{t-12} + 0.66X_{t-13} + 0.34X_{t-14} = u_t - 0.79u_{t-12} \quad (3)$$

Por tanto, las predicciones a partir de Enero de 1997, cuyos resultados se ilustran en las figuras 3(a) y 3(b), se calculan con la siguiente expresión

$$X_t = 0.66 X_{t-1} + 0.34 X_{t-2} + X_{t-12} - 0.66 X_{t-13} - 0.34 X_{t-14} - 0.79 u_{t-12} \quad (4)$$

El error predictivo medio porcentual alcanzado para esta serie es de apenas 0.52%.

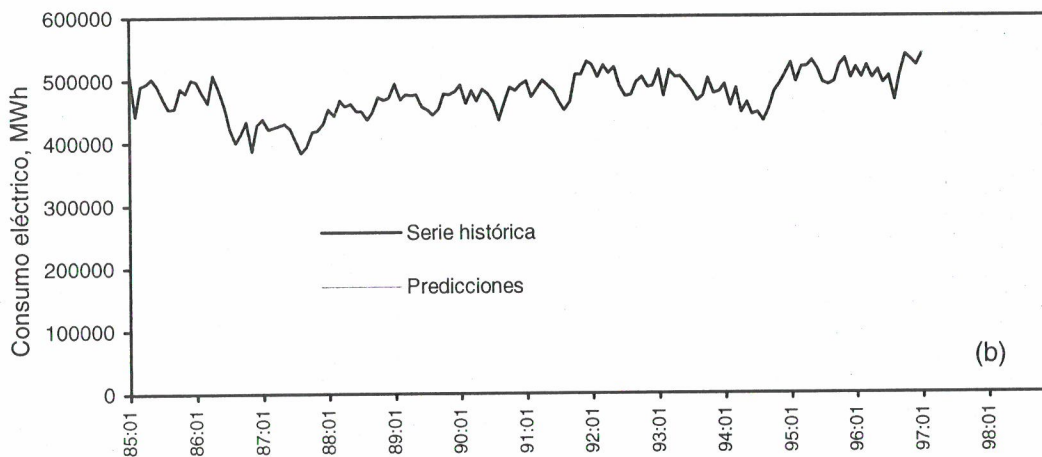
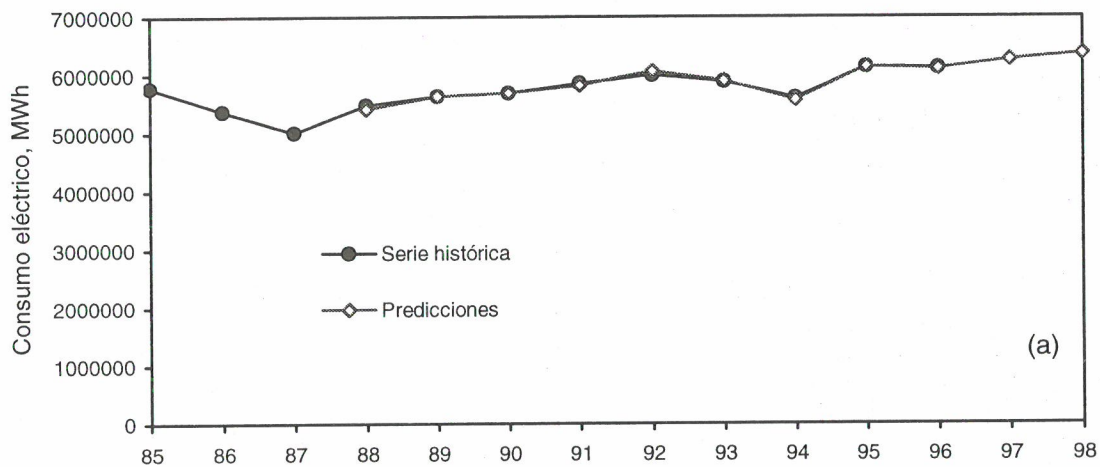


Fig. 3 Gráfico de la serie histórica y predicciones del consumo eléctrico industrial de Asturias: (a) consumo anual, (b) consumo mensual

PRODUCCION DE HULLA

Esta serie energética [2,3] posee tendencia y una estacionalidad aproximadamente homogénea.

Siguiendo la metodología ARIMA, tal como en los anteriores casos, se obtiene que el modelo óptimo que describe la producción de hulla es el siguiente:

$$X_t - 0.9 X_{t-1} - X_{t-12} + 0.9 X_{t-13} = u_t - 0.68 u_{t-1} - 0.8 u_{t-12} + 0.54 u_{t-13} - 12,598 \quad (5)$$

$$X_t = 0.9 X_{t-1} + X_{t-12} - 0.9 X_{t-13} - 0.68 u_{t-1} - 0.8 u_{t-12} + 0.54 u_{t-13} - 12,598 \quad (6)$$

con lo que las predicciones de la producción de hulla, vienen dadas por la siguiente ecuación

En la figura 4 se ilustran las predicciones para los años 1997 y 1998, en donde también se muestra la serie histórica. En este caso, el error predictivo medio porcentual alcanzado es de 1.25%.

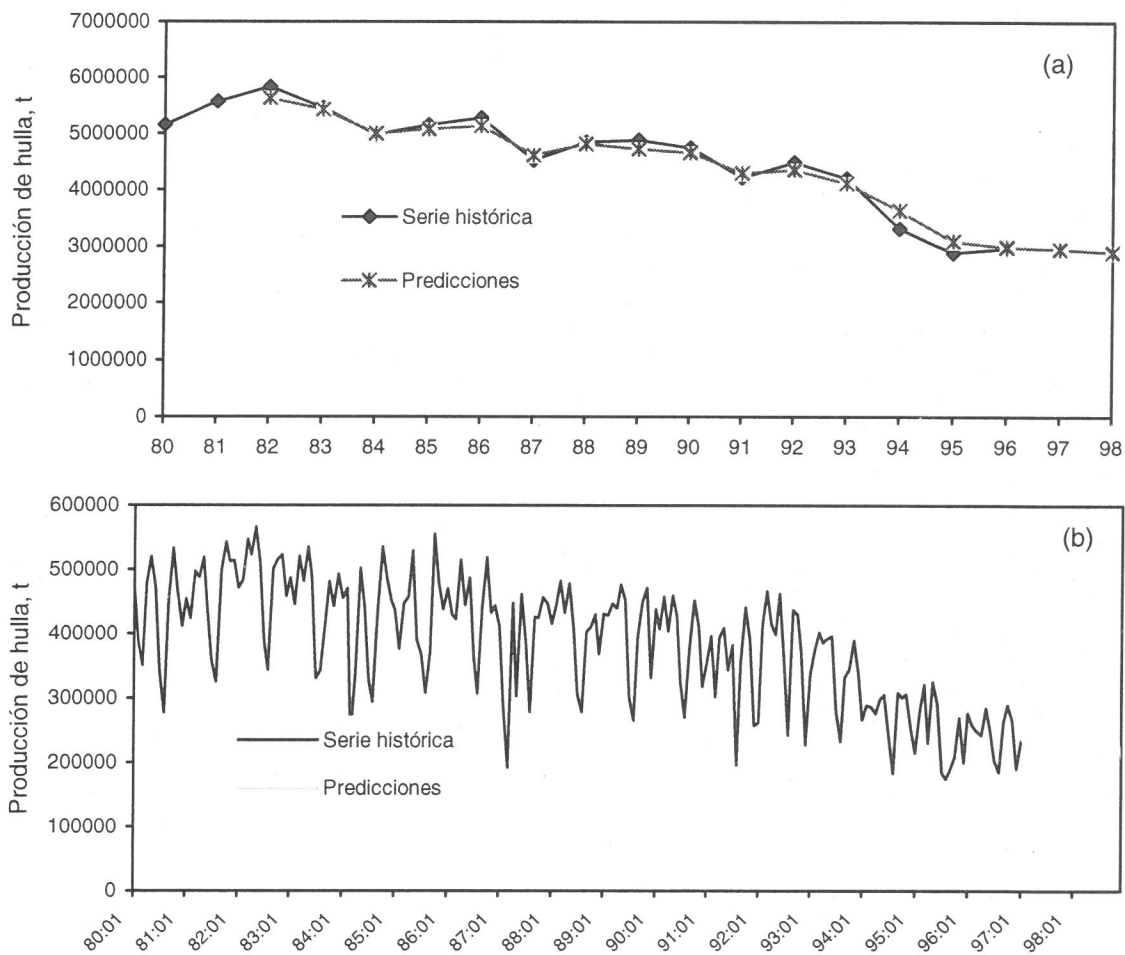


Fig. 4 Gráfico de la serie histórica y predicciones de la producción de hulla de Asturias: (a) producción anual, (b) producción mensual.

PRODUCCION DE ANTRACITA

Si siguiendo las fases de identificación, estimación de coeficientes y validación, correspondientes a la metodología ARIMA, se obtiene el modelo predictivo para la producción de antracita [2,3], el cual tiene la siguiente expresión

$$X_t - X_{t-1} - X_{t-12} + X_{t-13} = u_t - 0.49 u_{t-1} - 0.77 u_{t-12} + 0.37 u_{t-13} \quad (7)$$

Las predicciones a partir de Enero de 1997 (cuyos resultados se muestran en la figura 5) se calculan con la siguiente ecuación

$$X_t = X_{t-1} + X_{t-12} - X_{t-13} + 0.49 u_{t-1} - 0.77 u_{t-12} + 0.37 u_{t-13} \quad (8)$$

El error predictivo medio porcentual que se obtiene es de 1.12%.

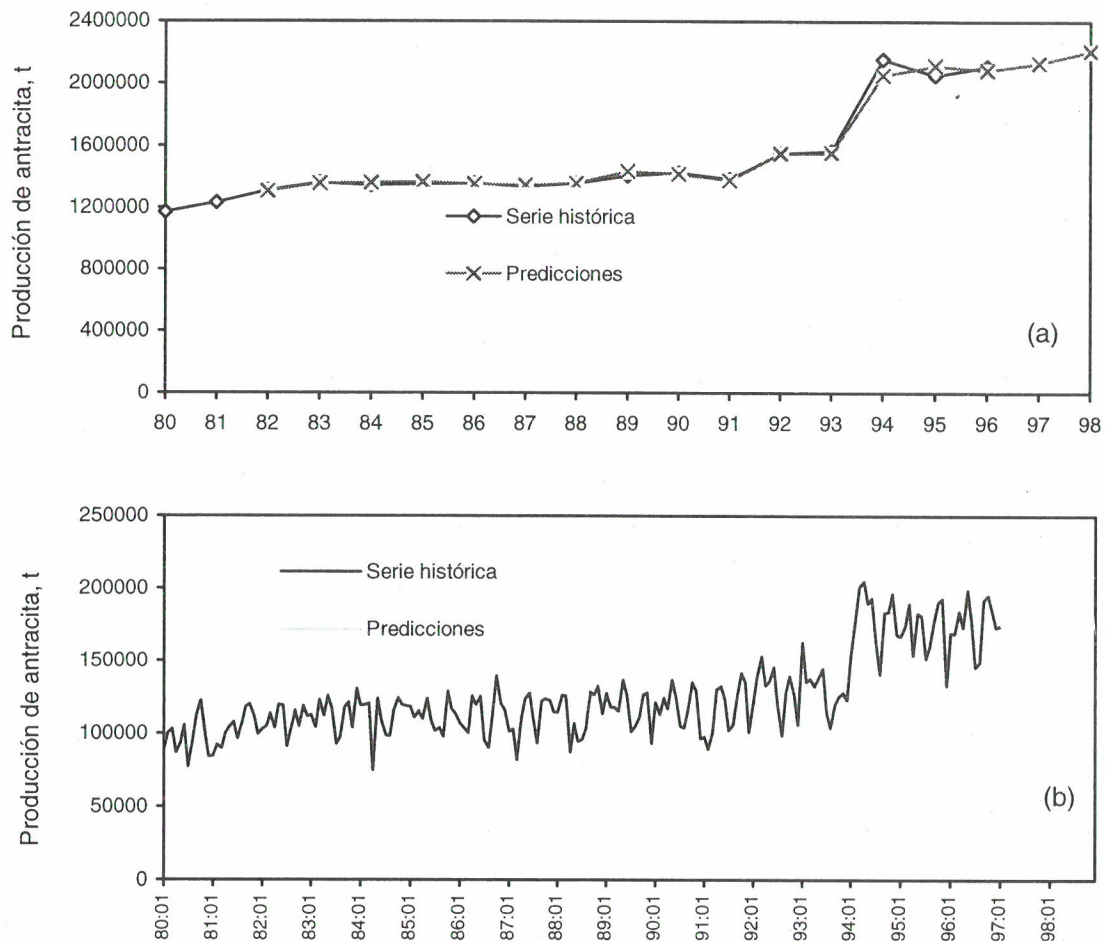


Fig. 5 Gráfico de la serie histórica y predicciones de la producción de antracita de Asturias: (a) producción anual, (b) producción mensual.

CONCLUSIONES

En un proceso de planificación energética de una región o país, en lo que concierne al estudio de las variables históricas de oferta y consumo de energía, el análisis univariante ARIMA de series temporales proporciona una alternativa altamente eficaz para describir y predecir el comportamiento futuro de dichas variables.

En este caso, los errores predictivos medios porcentuales alcanzados se encuentran por debajo de 1.3%, valores que son indicativos de un alto grado de precisión.

REFERENCIAS

1. Box, G.E.P. and Jenkins, G.M. Time Series Analysis: Forecasting and Control, Holden Day, San Francisco (1976).
2. Gonzáles Chávez, S. Análisis Histórico y Perspectiva del Carbón para Uso Energético en Asturias, Universidad de Oviedo, España (1997).
3. Gonzáles Chávez, S. El Carbón como Fuente de Energía y su Influencia en los Balances Energéticos de Asturias, Universidad de Oviedo, España (1995).

4. Jenkins, G.M. Practical Experiences with Modelling and Forecasting time Series, Gwilym Jenkins and Partners, San Francisco (1979).
5. Parzen, E. Procesos Estocásticos, Paraninfo, Madrid (1972).
6. Statistical Package for Social Sciences, SPSS Trends, Chicago (1996).
7. Statistical Graphics System, STATGRAPHICS User Guide. Cambridge (1993).
8. Scientific Computing Associates, SCA Reference Manual for Forecasting and Time Series Analysis. Chicago (1996).
9. Vandaele, W. Applied Time Series and Box-Jenkins Models, A .Press, N.Y. (1983).

