

ECONOMETRÍA EMPRESARIAL II

ADE

TEMA 7

SERIES TEMPORALES: INTRODUCCIÓN

(VERSIÓN PRELIMINAR)

Valencia, Marzo 2005

Bernardí Cabrer Borrás

(Análisis Económico)

SERIES TEMPORALES INTRODUCCIÓN.

7.1. Predicción y series temporales.

7.2. Concepto de serie temporal.

7.3. Componentes no observables de una serie temporal.

Práctica. Análisis descriptivo de una serie: representación gráfica, diferenciación, representación gráfica de la serie diferenciada, test de normalidad, función de autocorrelación, contraste de significabilidad de la función de autocorrelación.

7.1 Predicción y serie temporal.

La mayoría de agentes económicos (administración pública, corporaciones, empresas, etc.) precisan realizar predicciones sobre las condiciones del entorno en que actúan. Estas predicciones sirven para tomar decisiones estratégicas de los agentes económicos. En particular, la toma de decisiones es una de las tareas más importantes en el mundo de la empresa. Para ello, es necesario enmarcarlas dentro del contexto de incertidumbre que existe respecto al futuro: tanto en los aspectos macroeconómicos, que condicionan el propio proceso de decisión, como en los aspectos microeconómicos de la empresa, que confieren una cierta problemática a la toma de decisiones.

En efecto, el conocimiento de acontecimientos futuros está afectado por un grado de incertidumbre, lo que requiere la asignación de una probabilidad al proceso de predicción a través de modelos estadísticos y econométricos.

Así, la finalidad de la predicción económica es obtener las pautas de una medida sobre el comportamiento futuro de las variables económicas y, por lo tanto, está íntimamente ligada al problema de la toma de decisiones. En la práctica, las decisiones de los agentes económicos están asociadas a un proceso de predicción más o menos fundamentado en modelos económicos. La econometría, y más concretamente la modelización econométrica, proporciona una herramienta de ayuda a la toma de decisiones, estudiando el pasado y extrayendo pautas de comportamiento para el futuro.

No obstante, los métodos y técnicas actuales de predicción están lejos de resolver de forma mecánica los problemas planteados. En este sentido, se puede afirmar que la predicción es un arte y que las técnicas y métodos estadísticos son herramientas que pueden ayudar a fijar los valores de la extrapolación.

No es de extrañar, pues, que cuando la predicción se realiza mediante un modelo econométrico se conciba a ésta como un marco de referencia o de trabajo, en donde las técnicas y métodos estadísticos se consideran instrumentos o herramientas (con mayor o menor uso de aplicaciones informáticas debido a que se tratan de métodos intensivos cálculo). Así pues, la predicción a través de los modelos econométricos se debe entender como una dialéctica entre los resultados obtenidos a través del modelo y la realidad.

En este contexto, se considera que una predicción económica es adecuada o satisfactoria si contribuye a dar una respuesta coherente sobre las pautas de comportamiento futuro de la economía. La predicción no es un fin en sí mismo, sino que está inmersa en el proceso más complejo de toma de decisiones.

Las técnicas de predicción se pueden clasificar según su objetividad y según la información utilizada:

- Según el grado de objetividad se pueden distinguir entre:

Métodos objetivos: Basados en una reflexión teórica y fundamentados por algún tipo de modelo básico que explica el proceso de la toma de decisiones.

Métodos subjetivos: Basados en la intuición y experiencia de algún agente.

- Según la información utilizada se puede diferenciar entre:

Métodos de predicción cuantitativos: Basados en la información estadística que proporcionan los datos, los cuales necesitan un mecanismo más o menos sofisticado de manipulación. Los resultados que proporciona son, fundamentalmente, cuantitativos. Esta exposición se centra en aquellos algoritmos de toma de decisiones que impliquen, en cierta forma, procesos cuantitativos. El proceso de tratamiento de la información en estos tipos de modelos hace que su elaboración los convierta en modelos caros o baratos, así como más o menos sofisticados en su proceso de aplicación.

Métodos de predicción cualitativos: basados en la información proveniente u obtenida a través de encuestas de opinión. Por ejemplo, si se encuesta a una población analizando comparativamente la situación económica a través de cuestiones o preguntas cuya respuesta sea: mejor, igual o peor.

Además, dentro de los métodos objetivos se puede distinguir a su vez entre los modelos causales y no causales (también conocidos por métodos estadísticos o históricos):

Modelos causales: Son aquellos que están basados en el conocimiento de las selecciones estructurales de las variables en el pasado, con el fin de predecir el comportamiento futuro de las variables objetivo. Es decir, se fundamentan en la interrelación entre variables a través de un modelo econométrico. Además, en su especificación algunas variables son causa de las variaciones de otras que se pueden utilizar como predictores. En este contexto, los Modelos Econométricos se pueden concebir como un sistema de ecuaciones con variables interdependientes que describen el sistema económico a estudiar, representan la idea de causalidad y son una representación simplificada de la estructura económica. La especificación del modelo econométrico a utilizar estará condicionada por las características específicas del proyecto que se ha de realizar, por el entorno de incertidumbre en el que está envuelto y por los objetivos concretos que se quiera establecer.

Modelos estadísticos (no causales o históricos): Son los utilizados en la predicción basada en la modelización de las observaciones *históricas* y actuales de las variables. La información pasada o histórica junto con la actual permite construir una serie con soporte temporal, que es la base del análisis de las predicciones futuras. Dentro de las técnicas de estudio de las series temporales se pueden distinguir esencialmente dos grandes grupos: los métodos clásicos o de descomposición (métodos no paramétricos) y los modelos Autorregresivos Integrados con Medias Móviles (ARIMA) de series temporales (métodos paramétricos) propuestos por Box y Jenkins (1976). Un enfoque alternativo, y en

cierta forma complementario, de análisis de series temporales es el propuesto por A. Maravall y V. Gomez (1996) que tiene como objetivo identificar el modelo ARIMA de la serie que cumpla las hipótesis teóricas de partida.

En la actualidad, el análisis de series temporales no sólo abarca el tratamiento de una serie aislada, sino que también contempla técnicas multivariantes que analizan y estudian conjuntamente más de una serie. Tradicionalmente las técnicas de predicción mediante series temporales se utilizan para efectuar previsiones a corto plazo, mientras que para efectuar predicciones a largo medio y plazo se recurre a modelos causales.

Finalmente, hay que señalar que la dinámica compleja inherente en los procesos de elección de los agentes económicos provoca que los procedimientos de predicción que se apliquen sea una combinación de métodos, más que a la utilización de una sola técnica o método de forma individual. Esto supone un valor añadido dentro del proceso de decisión, así como una complejidad superior en el tratamiento de toda la información.

7.2 Concepto de serie temporal

Granger y Newbold definen las series temporales "como una secuencia de valores ordenados por un parámetro temporal". Es, por consiguiente, un conjunto de observaciones de una variable Y_t medidas en orden cronológico (por ejemplo, las ventas de una empresa mensuales a lo largo de tres años). La ordenación de los elementos de este conjunto es no accidental^(*), ya que el tiempo es una variable que implica un orden natural. Las observaciones de las variables se toman siguiendo este orden, de ahí proviene la denominación de serie. El mantenimiento de este orden es esencial para poder analizar los fenómenos económicos desde la perspectiva temporal.

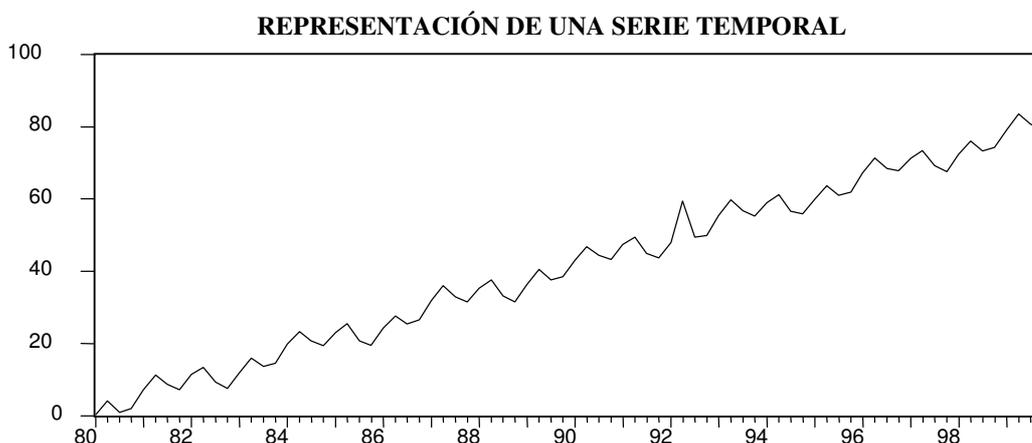
Las series temporales pueden ser continuas o discretas. Son continuas aquéllas en las que se pueden considerar infinitas medidas de la variable. Sin embargo, y dada la disponibilidad de la información estadística, con una periodicidad determinada, en el campo económico históricamente ha tenido mayor interés el estudio de las series en el campo discreto. Las series temporales discretas, están definidas en puntos equidistantes en el tiempo. El estudio de este tipo de series es mucho más asequible y más aplicable en el campo de la economía. Una vez que se ha elegido el intervalo de tiempo entre dos observaciones, es conveniente que todos ellos sean iguales para que puedan proporcionar una secuencia homogénea y cronológicamente ordenada de la variable.

El objetivo del análisis de las series temporales es, en definitiva, llegar a un conocimiento más profundo del mecanismo que las genera con fines descriptivos y/o predictivos.

(*) Si bien es cierto que no figura el factor tiempo de forma explícita no es menos cierto que el tiempo tiene una gran importancia de cara a la ordenación de las observaciones.

El estudio de las series temporales propuesto parte de la observación gráfica de una serie temporal que permite distinguir diferentes componentes o fuentes de variación, ver Gráfico 7.1.

Gráfico 7.1



En efecto, históricamente el análisis de las series temporales se fundamenta en la concepción de la serie temporal Y_t como la composición de cinco componentes distintos, que son:

- P_t Son las variaciones a largo plazo o tendencia. Las series pueden presentar un crecimiento o decrecimiento sostenido a lo largo del tiempo. Es un movimiento específico, es decir, no repetitivo que incluye los efectos a largo plazo de la serie temporal.
- C_t Son las variaciones o fluctuaciones cíclicas que se presentan con una frecuencia de 3 a 11 años. Son movimientos libres y rítmicos, medidos entre dos momentos cresta ⁽¹⁾.
- S_t Son las variaciones o fluctuaciones estacionales recurrentes con una periodicidad igual o inferior al año, generalmente la recurrencia o repetición del acontecimiento se produce cada s periodos, es decir, el acontecimiento se va a producir en los momentos temporales siguientes: $t, t-s, t-2s, t-3s, \dots$. Generalmente s va a tomar el valor doce para datos mensuales y el valor cuatro para datos trimestrales. El factor estacional surge por factores climatológicos, institucionales o convencionales. Ejemplo sería la demanda de productos estacionales como bebidas refrescantes, helados, turrone, juguetes, etc.
- I_t Es un factor sistemático no periódico o irregular, que vendría determinado por fenómenos ocasionales que provocan observaciones anómalas y

(1) (o momentos de auge) o entre dos momentos de depresión. Un ejemplo sería la representación de los ciclos de los negocios. Factores que causarían un efecto cíclico serían, por ejemplo, las ventas de una determinada prenda de ropa, que marcaría los estilos de moda y diseños cíclicos de ésta.

valores atípicos en la serie temporal. Hechos causados por: catástrofes, huelgas, fiestas, la Pascua, etc.

- u_t Es una variable aleatoria con esperanza matemática igual a cero, varianza igual a σ_u^2 y covarianza nula.

Gráfico 7.2

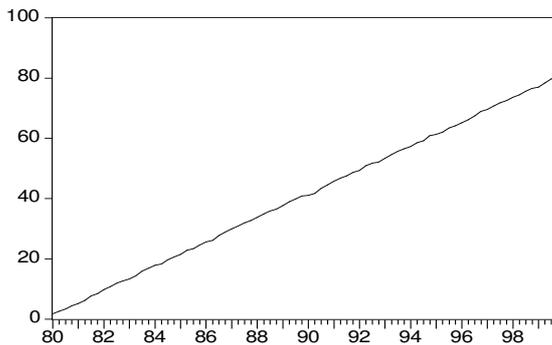
REPRESENTACIÓN DE LA TENDENCIA

Gráfico 7.3

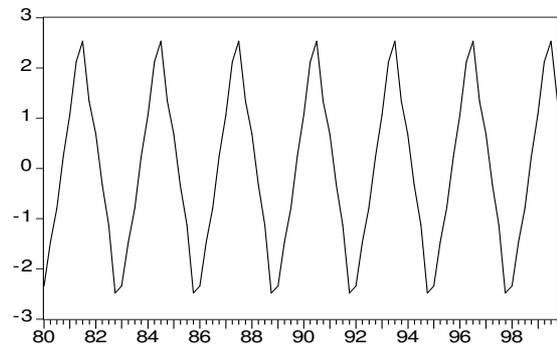
REPRESENTACIÓN DEL CICLO

Gráfico 7.4

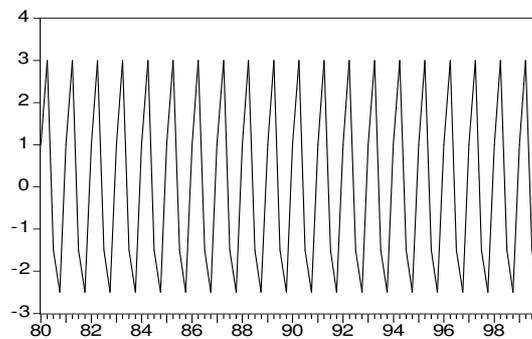
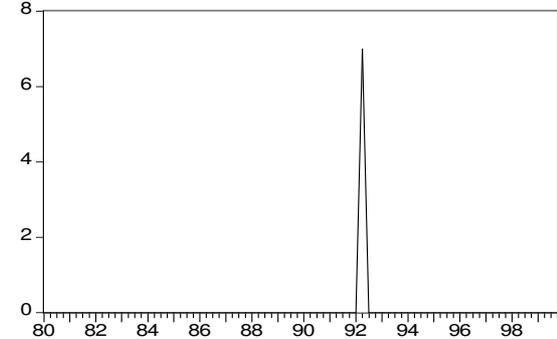
REPRESENTACIÓN DE LA ESTACIONALIDAD

Gráfico 7.5

REPRESENTACIÓN DE LA C. IRREGULAR

Estas componentes descritas permiten desagregar la serie temporal en una parte sistemática y otra no sistemática. La parte sistemática está formada por la tendencia, el ciclo, la estacionalidad y el factor sistemático no periódico.

El esquema de composición de estas componentes puede adoptar distintas expresiones, siendo la más usual el aditivo:

$$Y_t = P_t + C_t + S_t + I_t + u_t \quad (7.1)$$

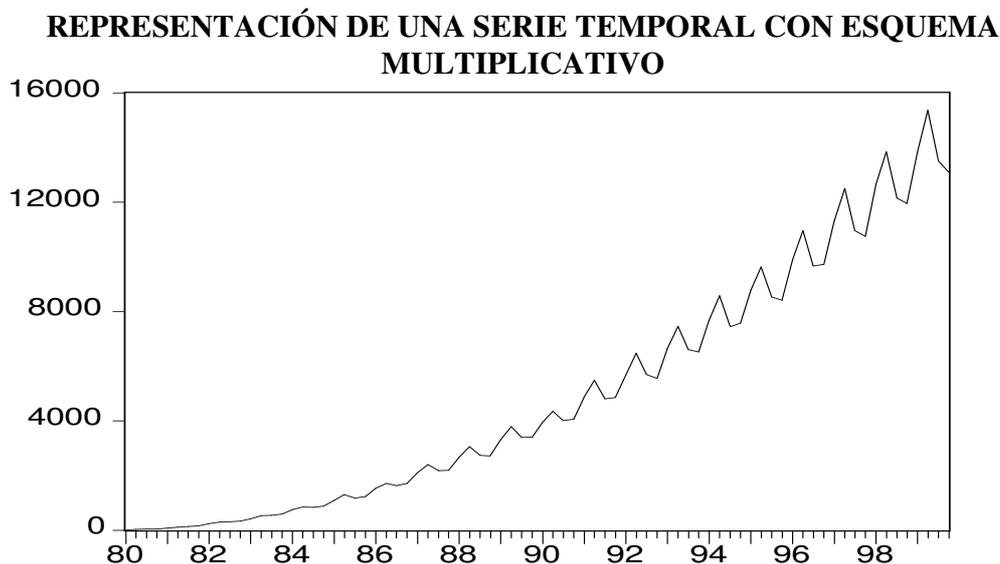
o el multiplicativo:

$$Y_t = P_t C_t S_t I_t u_t$$

donde, en este caso, S_t es la estacionalidad del período.

Para las series que presentan un crecimiento exponencial, el esquema multiplicativo parece ser más adecuado, ver Gráfico 7.6. Mientras que las que presentan un crecimiento lineal se adecuan mejor al esquema aditivo, ver Gráfico 7.1. Ahora bien, ambos esquemas están relacionados, ya que el aditivo se puede derivar del multiplicativo aplicando logaritmos.

Gráfico 7.6



En efecto, tomando logaritmos en la expresión:

$$Y_t = P_t C_t S_t I_t u_t$$

se obtiene:

$$\ln Y_t = \ln P_t + \ln C_t + \ln S_t + \ln I_t + \ln u_t$$

Los esquemas antes expuestos no son únicos ya que la combinación de los componentes puede ser mixta, incluyendo la adición y la multiplicación. Pero, además, los componentes antes descritos no necesariamente tienen que intervenir todos simultáneamente. Así, se podrían ir obteniendo distintos esquemas de las series temporales, dependiendo de los componentes que intervienen en cada caso y de la forma en que se combinan.

Se podría realizar una clasificación de las series temporales según los componentes que configuran la serie temporal, de forma que si se consideran nulos todos los componentes a excepción de la tendencia, entonces un primer esquema de la serie (7.1) quedaría reducido a la siguiente expresión:

$$Y_t = P_t \quad (7.2)$$

o bien:

$$Y_t = P_t + u_t \quad (7.3)$$

dependiendo de si se tiene en cuenta o no la variable aleatoria u_t o parte no sistemática de la serie temporal.

Un segundo esquema se podría obtener a partir del componente estacional y la variable aleatoria. En este caso la ecuación (7.1) se transforma en:

$$Y_t = S_t + u_t$$

dando origen a los modelos estacionales.

Un tercer esquema a considerar es cuando intervienen los componentes estacional y tendencial. La ecuación (7.1) quedaría en este caso como:

$$Y_t = P_t + S_t + u_t \quad (7.4)$$

dando origen a los modelos de estacionalidad y tendencia.

Aznar y Trivez (1993) clasifican las series atendiendo a los componentes que intervienen, es decir, tendencia-ciclo ($P_t C_t$), estacionalidad S_t y perturbación aleatoria u_t , en cuatro categorías o tipos que se resumen en el Cuadro 7.1.

Cuadro 7.1

CLASIFICACIÓN DE LAS SERIES SEGÚN AZNAR Y TRIVEZ

		ESTACIONALIDAD	
		NO	SI
T E N D E N C I A	NO	TIPO I $Y_t = \beta_0 + u_t$	TIPO II $Y_t = S_t + u_t$
	SI	TIPO III $Y_t = (P_t C_t) + u_t$	TIPO IV $Y_t = (P_t C_t) + S_t + u_t$ $Y_t = (P_t C_t) S_t u_t$

En este mismo sentido es de destacar la clasificación de las series temporales propuesta por Pagels, atendiendo a los posibles esquemas (aditivo o multiplicativo) y a los componentes que intervienen, que se resume en el Cuadro 7.2.

Cuadro 7.2

CLASIFICACIÓN DE LAS SERIES TEMPORALES SEGÚN PAGELS

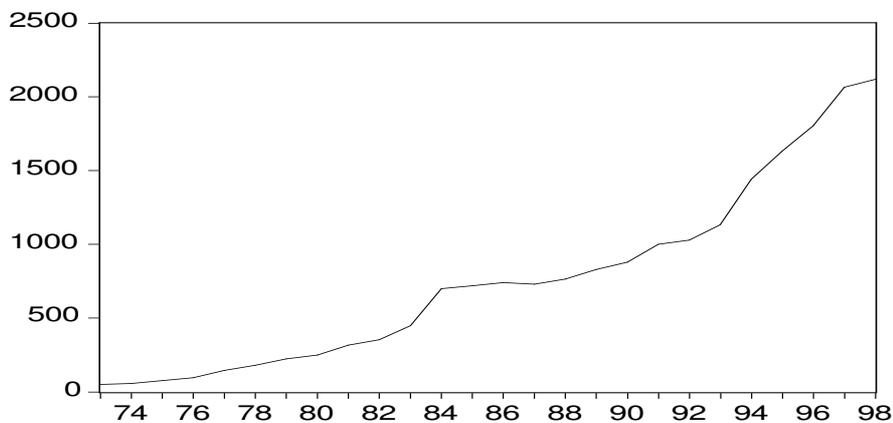
		ESTACIONALIDAD		
		NO	ADITIVA	MULTIPLICATIVA
T E N D E N C I A	NO	$Y_t = \beta_0 + u_t$	$Y_t = S_t + u_t$	$Y_t = S_t u_t$
	ADITIVA	$Y_t = (P_t + C_t) + u_t$	$Y_t = (P_t + C_t) + S_t + u_t$	$Y_t = (P_t + C_t) S_t u_t$
	MULTIPLICATIVA	$Y_t = (P_t C_t) + u_t$	$Y_t = (P_t C_t) + S_t + u_t$	$Y_t = (P_t C_t) S_t u_t$

La mayoría de los métodos de análisis de las series temporales utilizados en la práctica son univariantes, ya que lo habitual es estudiar una serie de forma independiente de las otras.

La consideración conjunta de series temporales o tratamiento multivariante es más adecuada para el análisis de las series económicas, puesto que los fenómenos económicos aparecen interrelacionados entre sí. En el mundo empresarial, las aplicaciones de los modelos causales son escasas, ya que aumenta considerablemente su complejidad y el coste de su realización. Con el fin de simplificar esta exposición únicamente se hará referencia al contexto univariante.

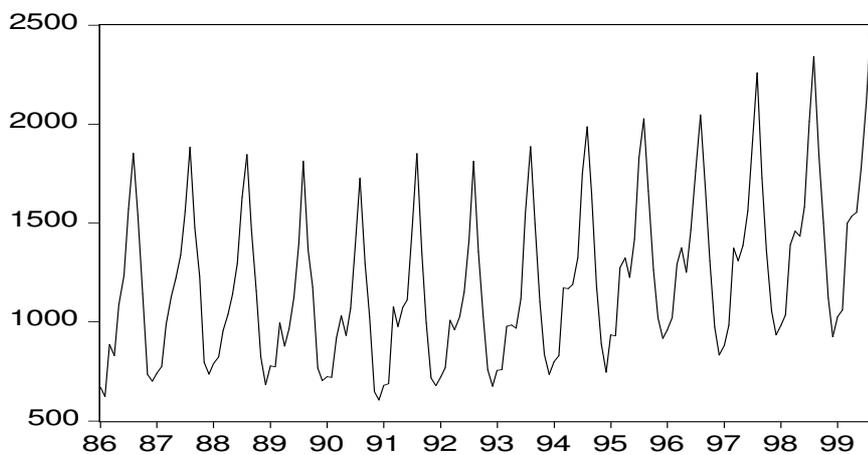
Ejemplo 7.1

EXPORTACIONES ANUALES DE BIENES DE LA ECONOMÍA VALENCIANA



Ejemplo 7.2

PERNOCTACIONES MENSUALES EN ESTABLECIMIENTOS HOTELEROS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA



Como hemos apuntado antes, dentro del estudio de las series temporales destaca el enfoque clásico que pretende, esencialmente, estimar cada uno de los componentes de la serie temporal por separado con el fin de conocer mejor la estructura de la misma y con la finalidad última de efectuar predicciones. Así pues, el análisis de las series a través de este enfoque se centra en el estudio de los distintos componentes que intervienen, así como la forma de combinarlas, bien de forma aditiva o bien multiplicativa.

El análisis clásico de las series temporales se caracteriza por:

1. Utilizar principalmente información histórica o del pasado de la propia serie.
2. Ser métodos no paramétricos ya que, cuando se formula un predictor, se presta poca atención a la estructura estocástica de la población a partir de la cual se supone que se han extraído las observaciones de la serie temporal.

Las series temporales, desde el punto de vista estadístico, se pueden desagregar en dos componentes: uno determinista (tendencia, ciclo, estacionalidad, irregular) y otro estocástico (variable aleatoria). Así, los modelos clásicos de series temporales dan preponderancia al estudio del componente o componentes deterministas. Además, los métodos clásicos de análisis de las series temporales utilizan principalmente las técnicas siguientes: regresión, alisado exponencial y medias móviles. Dichas técnicas, a su vez, se pueden agrupar en métodos de estructura fija (o tendencia global) y métodos de estructura cambiante (o tendencia local). Mientras que en los métodos más modernos se hace mayor hincapié en la parte no sistemática.

Así pues, los dos posibles enfoques de modelización de una serie temporal, desde el punto de vista clásico, son:

Modelos de estructura fija o global, donde la predicción se realiza con una función determinista que depende del tiempo. Se utilizan generalmente métodos de regresión lineal o no lineal para estimar el proceso generador de los datos.

Modelos basados en una estructura variable o local, donde se construye la predicción teniendo en cuenta la información histórica o pasada. Los coeficientes del modelo van cambiando en cada momento del tiempo.

Las técnicas de estructura fija definen el predictor a partir de toda la información disponible de la serie temporal, mientras que las técnicas de tendencia local lo definen mediante un proceso iterativo dando entrada sucesivamente a cada una de las observaciones de la serie.

Un hecho a tener en cuenta es que las técnicas de estructura fija utilizan como criterio de evaluación del modelo la bondad del ajuste, mientras que en los métodos de estructura cambiante se utiliza generalmente como medida de bondad su capacidad predictiva.

Además, al tratarse de métodos no paramétricos, la evaluación de las técnicas para obtener las predicciones hay que hacerla mediante el cálculo de estadísticos que traten de medir alguna propiedad deseable de la predicción, pero sin que la valoración requiera ninguna

característica estocástica de la población. Por su parte, el enfoque clásico de las series temporales no exige un estudio o tratamiento previo de los componentes que intervienen y que definen la serie o variable.

Desgraciadamente el estudio de las series temporales es algo más complejo que una simple agregación (o composición de algún otro modo) de los distintos componentes. Lo que realmente se tiene en la práctica es precisamente el resultado de los componentes. El trabajo consistirá, por lo tanto, en aislar cada uno de estos factores. El problema así planteado es muy difícil y tiene parte importante de arbitrariedad, empezando, precisamente, por la elección de la especificación que se considere.

Las ventajas de estos métodos de predicción, frente a otros más sofisticados, radican por su sencillez fundamentalmente en:

1. El coste de aplicación es más barato que otros métodos o técnicas más sofisticadas.
2. El cálculo de nuevas predicciones es generalmente mecánico (automático).
3. La utilización de estos métodos de predicción no requiere para su aplicación personal especializado.

Las principales limitaciones de estas técnicas de predicción provienen del hecho de que las estimaciones de las predicciones tan solo son adecuadas si la serie objeto del análisis viene definida por un esquema determinado, lo cual ha sido solucionado, en parte, por el análisis moderno de las series cronológicas donde se concibe a la serie temporal como una realización de un proceso estocástico.

En definitiva, se puede afirmar que el objetivo del análisis clásico de las series temporales es llegar al conocimiento profundo del mecanismo que las generan con fines descriptivos y/o predictivos.

7.3. Componentes no observables de una serie temporal.

La idea actual de una serie temporal es que los movimientos observados (valores observados de la serie temporal) medidos a través de las series históricas son el resultado de la superposición de los movimientos teóricos de diferente naturaleza, se denominan: tendencia, ciclo, estacionalidad y componente irregular (outliers, observaciones anómalas, efectos calendario, efecto Pascua, etc).

La idea subyacente es que el efecto temporal se pone de manifiesto a través de un desplazamiento de las funciones estáticas que se corrigen mediante la eliminación de la tendencia. Ahora bien el desplazamiento de la función estática en si mismo va a suponer un desequilibrio entre las relaciones de las variables. Así pues, en el caso de especificar una relación causal entre series libres de tendencia lo que realmente se pretende establecer es una correspondencia entre los ciclos de ambas series. En este caso la relación causal no se

contempla en toda su esencia ya que no se toman en consideración los efectos que subyacen en la tendencia.

Aunque lo habitual es distinguir cuatro movimientos o componentes de acuerdo a la diferente duración, este criterio no es riguroso muchas veces no se puede distinguir entre las componentes y se opta por utilizar componentes conjuntas, por ejemplo ciclo-tendencia. Por su parte, el criterio cualitativo que diferencia la tendencia del ciclo, es la recurrencia o regularidad de los movimientos. Así pues, el análisis del ciclo va suponer el estudio de la existencia de movimientos recurrentes a medio plazo en economía, mientras que el análisis de la tendencia consiste en el estudio de la inercia. En este caso hay que insistir que la tendencia y el ciclo no necesariamente tienen que ser estables a lo largo de la historia ya que al ampliar el horizonte temporal (introducir nuevas observaciones) de una serie la componente tendencial y cíclica pueden sufrir alteraciones significativas.

Además del ciclo y la tendencia pueden existir otros movimientos y fenómenos que pueden contribuir a la explicación del comportamiento de los fenómenos económicos. Entre ellos destacan la estacionalidad y el efecto calendario. Así, por ejemplo, el efecto calendario laboral se manifiesta en una serie mensual a través de la incidencia que tiene el distinto número de días laborables de cada mes en la producción. De esta forma el efecto calendario se convierte en un elemento o factor explicativo adicional del comportamiento de algunas series temporales. Un ejemplo concreto de este tipo de series es concreto es el Índice de Producción Industrial (IPI).

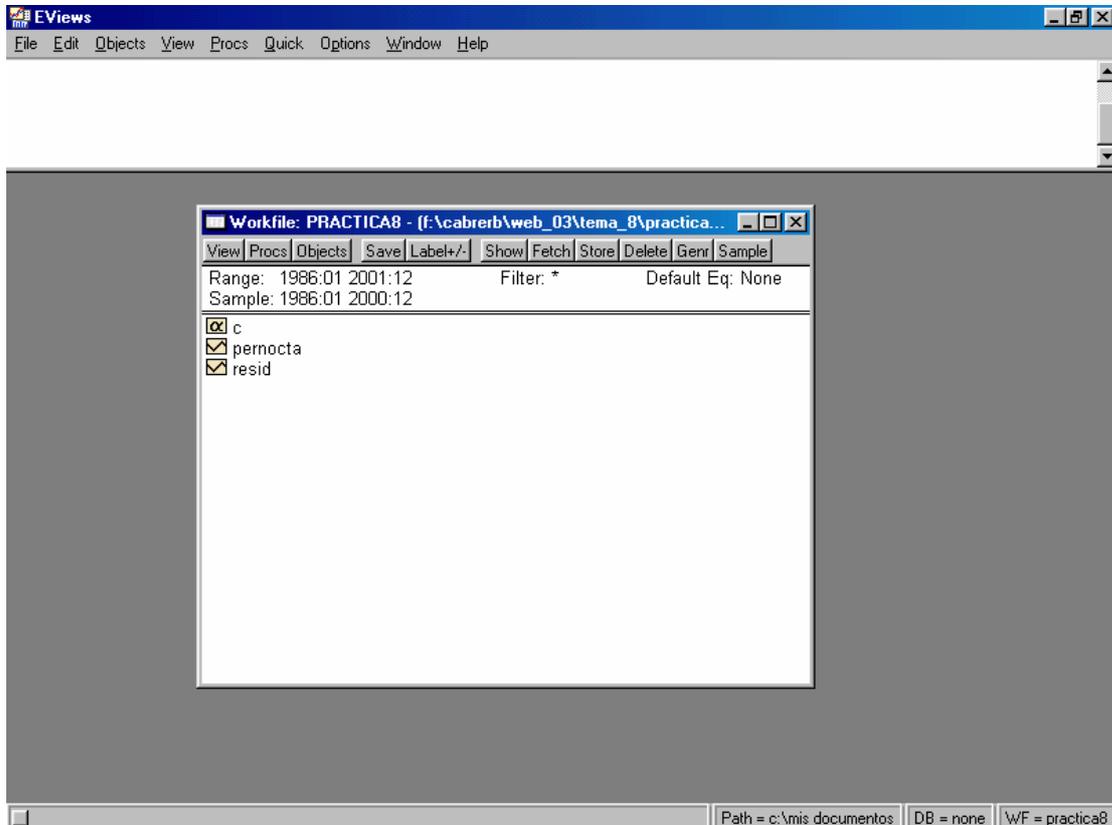
Practica 7. Análisis descriptivo de una serie:

- **Representación gráfica**
- **Diferenciación y representación gráfica de la serie original y de las series diferenciadas**
- **Test de normalidad**
- **Función de autocorrelación y contraste de significatividad de la función de autocorrelación**

El interés del análisis de las series temporales es doble: por una parte describir la evolución de una variable y por otra proporcionar un instrumento capaz de ofrecer predicciones con un nivel de precisión elevado, sin que para ello se recurra a otra información adicional que la proporcionada por la serie temporal. Así pues, el objetivo del análisis de las series temporales es, en definitiva, llegar a un conocimiento más profundo del mecanismo causal o generativo de la serie con el fin de obtener los valores estimados, generalmente extramuestrales de las series.

Uno de los pasos primeros en el análisis es la representación gráfica de la serie con el fin de visualizar su comportamiento a lo largo del tiempo. En esta practica se va a trabajar con la variable PERNOCTA del fichero **PRACTICA7**. Se trata de una serie de datos mensuales de las pernoctaciones registradas en la Comunidad Valenciana en el periodo 1986.01 a 2001.12. que se puede visualizar a través de la Figura P.7.1.

Figura P.7.1



Representación gráfica

La instrucción para representar gráficamente la serie PERNOCTA es:

PLOT PERNOCTA

El resultado es el Gráfico P.7.1 adjunto.

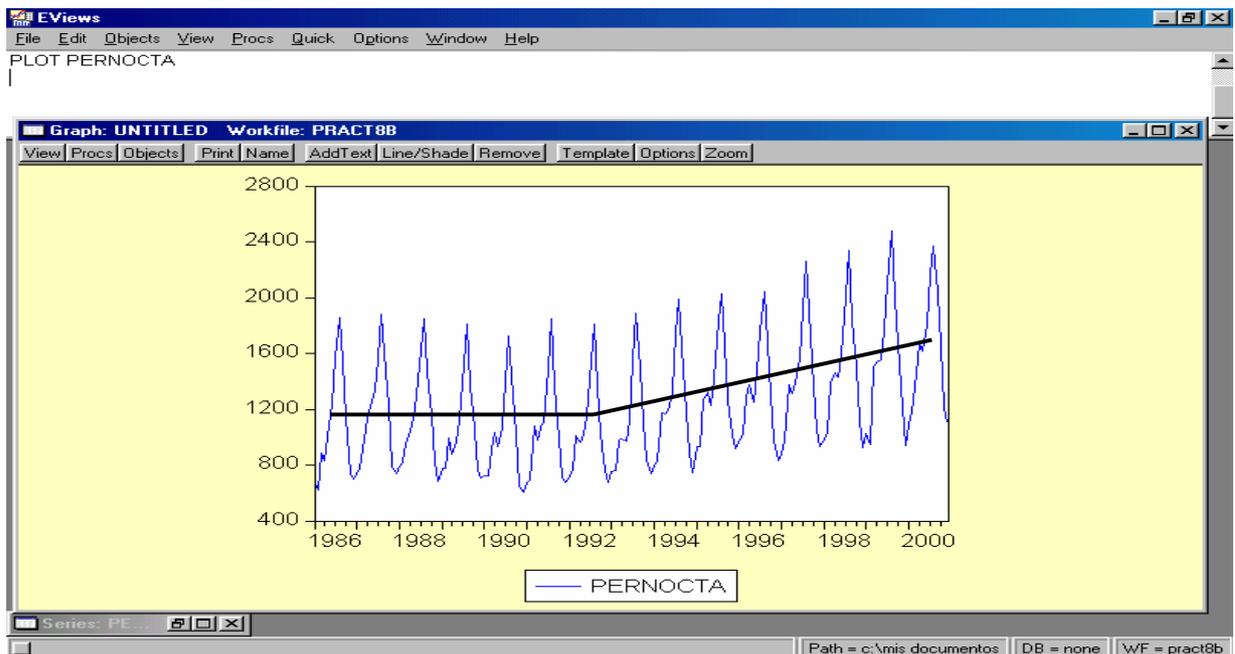


Gráfico P.7.1

En el Gráfico P.7.1 se puede comprobar que la serie presenta dientes de sierra que son indicativos de la presencia de estacionalidad, pero además se puede comprobar que la serie PERNOCTA presenta una evolución ascendente que es indicativa de la presencia de tendencia.

Diferenciación y representación gráfica de la serie original y de las series diferenciadas.

Con el fin de eliminar la tendencia de una serie temporal se acostumbra tomar diferencias ordinarias, mientras que para suavizar la estacional se aplican las diferencias estacionales. Se entiende por diferencia ordinaria de la serie Y_t a la operación siguiente:

$$Y_t - Y_{t-1} = \Delta Y_t$$

en nuestro caso vamos a llamar a la serie diferenciada una vez de forma ordinaria Y1. La serie transformada se puede obtener a través de la siguiente instrucción:

GENR Y1= PERNOCTA-PERNOCTA(-1)

La diferencia estacional de una serie se obtiene a través de la siguiente transformación:

$$Y_t - Y_{t-s} = \Delta_s Y_t$$

que para el caso de datos mensuales $s=12$ se tiene:

$$Y_t - Y_{t-12} = \Delta_{12} Y_t$$

en nuestro caso vamos a llamar a la serie diferenciada Y12 que se puede obtener a través de la siguiente instrucción:

GENR Y12= PERNOCTA-PERNOCTA(-12)

La serie transformada a través de una diferencia ordinaria y posteriormente una diferencia estacional se puede obtener mediante la siguiente operación:

GENR Y1_12= Y1 - Y1(-12)

La representación gráfica de las series obtenidas se pueden visualizar a través de la siguiente instrucción:

PLOT PERNOCTA Y1 Y1_12

El resultado es el Gráfico P.7.2 adjunto.

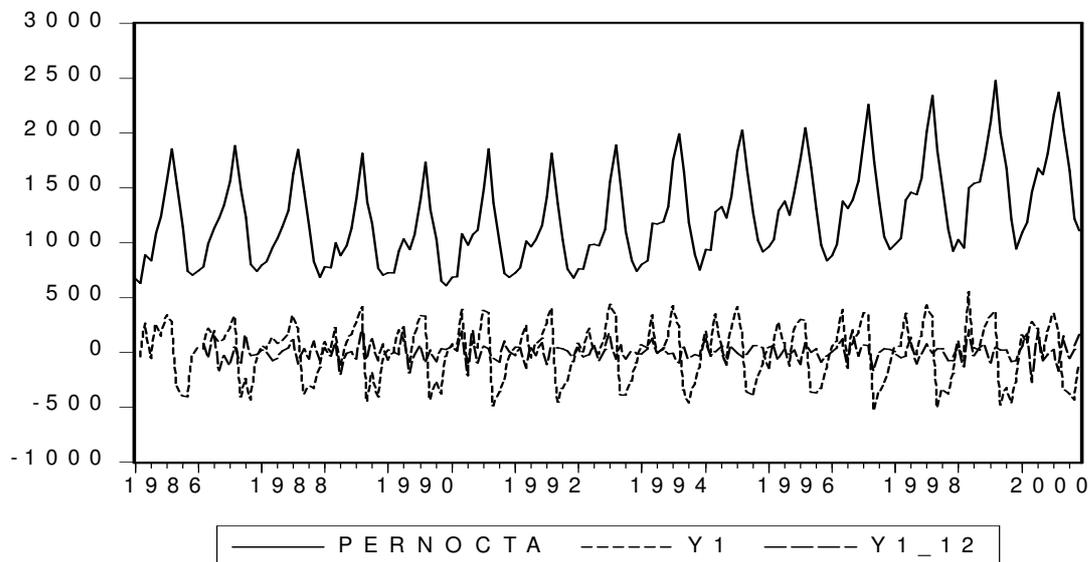


Gráfico P.7.2

Test de normalidad

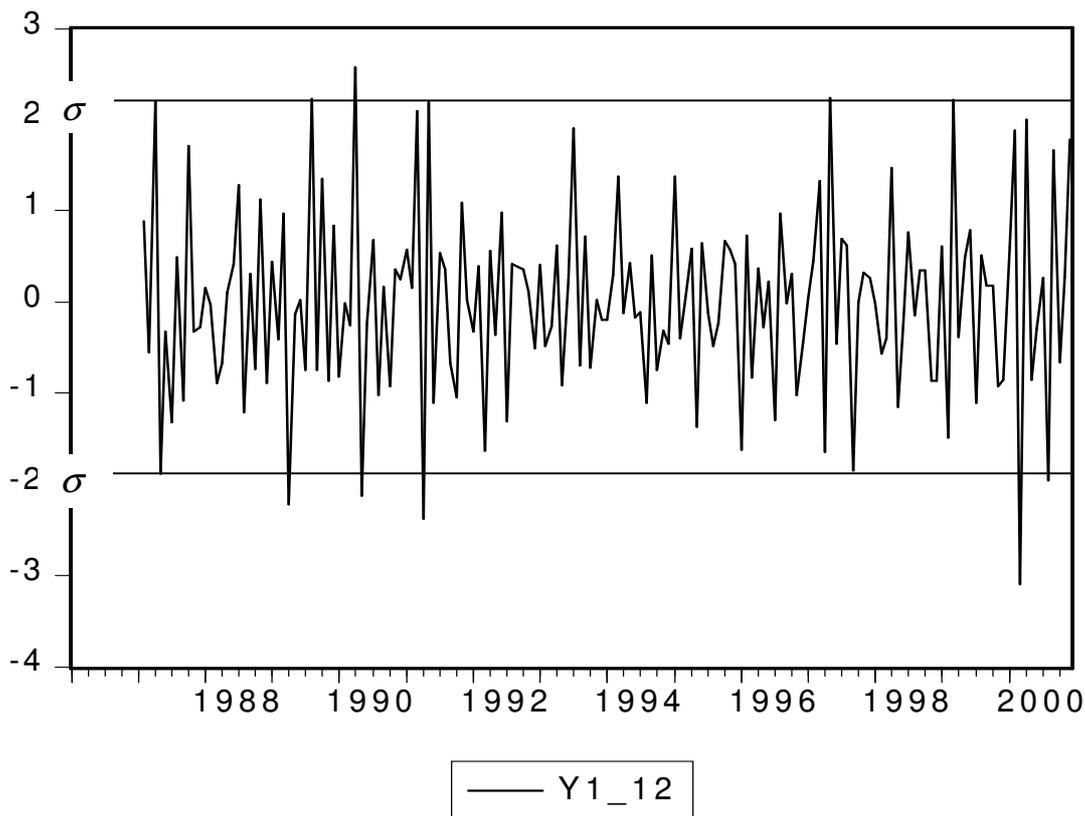
El test más utilizado para contrastar la normalidad de una variable es el de Bera-Jarque (Jarque-Bera), no obstante en el contexto de las series temporales frecuentemente se utiliza la representación gráfica de la serie normalizada (esto es, normalizar una variable consiste en transformarla restandole la media y dividiendola por la desviación típica). Dado que la serie normalizada el valor de la media es cero y el de la desviación típica es uno lo adecuado es que aproximadamente el 99% de las observaciones estén comprendidas entre mas menos dos veces la desviación típica. ($\pm 2\sigma$).

La representación gráfica de la serie Y1_12 normalizada se puede obtener a través de la instrucción:

PLOT(N) Y1_12

El resultado es el Gráfico P.7.3 adjunto.

Gráfico P.7.3



A partir del Gráfico P.7.3 se puede observar que en la serie **Y1_12** existen un conjunto de observaciones que sobrepasan los límites marcados por $\pm 2\sigma$. Esencialmente nos encontramos con la observación correspondiente al mes de marzo del 2000 que sobre

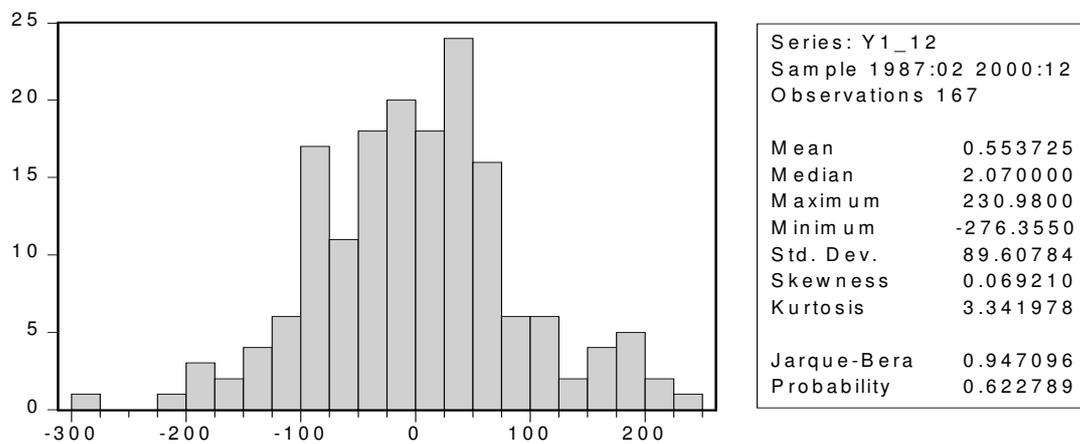
pasa el triple de la desviación típica, dicha observación se le podría considerar un valor atípico u outlier.

Si aplicamos ahora el test de Bera-Jarque a la serie **Y1_12** a través de la instrucción:

HIST Y1_12

El resultado es el Gráfico P.7.4 adjunto:

Gráfico P.7.4



Los resultados del test de Jarque- Bera, ver Gráfico P.7.4, indican que la variable **Y1_12** sigue el comportamiento de una normal. Recordemos que el estadístico de Jarque-Bera (JB) se distribuye según una χ_2^2 con dos grados de libertad.

$$\text{Prob} (JB < \chi_2^2) = 1 - \alpha$$

Que para nuestro caso, y para $\alpha=0,05$, se tiene:

$$0,947098 < 5,99$$

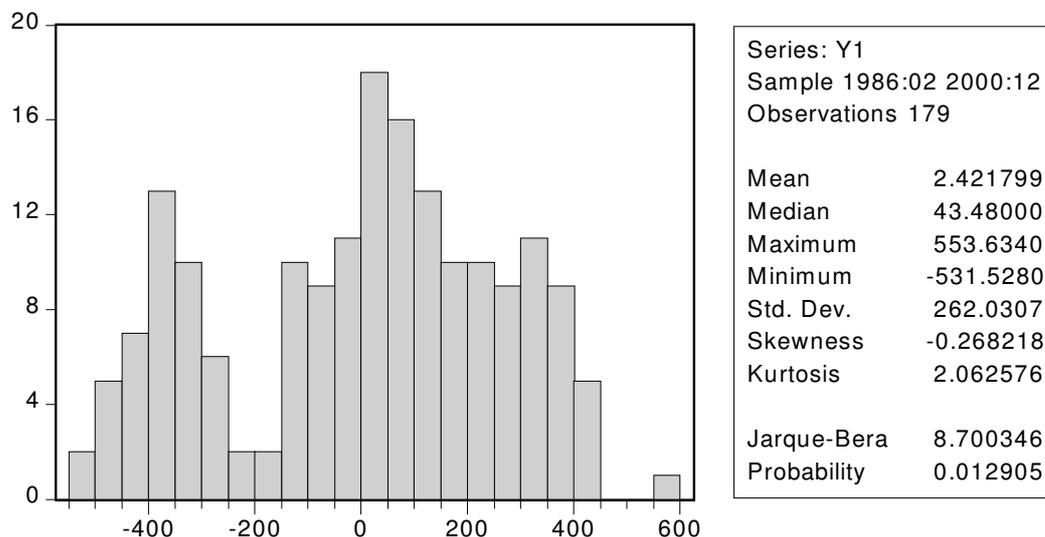
al cumplirse la desigualdad probabilística se acepta la hipótesis de normalidad en la serie **Y1_12** con una probabilidad del 95%.

No obstante, tal como se ha visto en el Gráfico P.7.3, si se utiliza la serie **Y1_12** la observación atípica correspondiente al mes de marzo del 2000 puede provocar distorsiones en los resultados de la especificación y estimación del modelo de la serie

En el caso de que se estudie la normalidad de la serie **Y1** se puede comprobar que dicha variable no supera el test de normalidad de Jarque-Bera para una probabilidad del 95%, ver Gráfico P.7.5.

Gráfico P.7.5

Función de autocorrelación y contraste de significatividad de la función de autocorrelación.



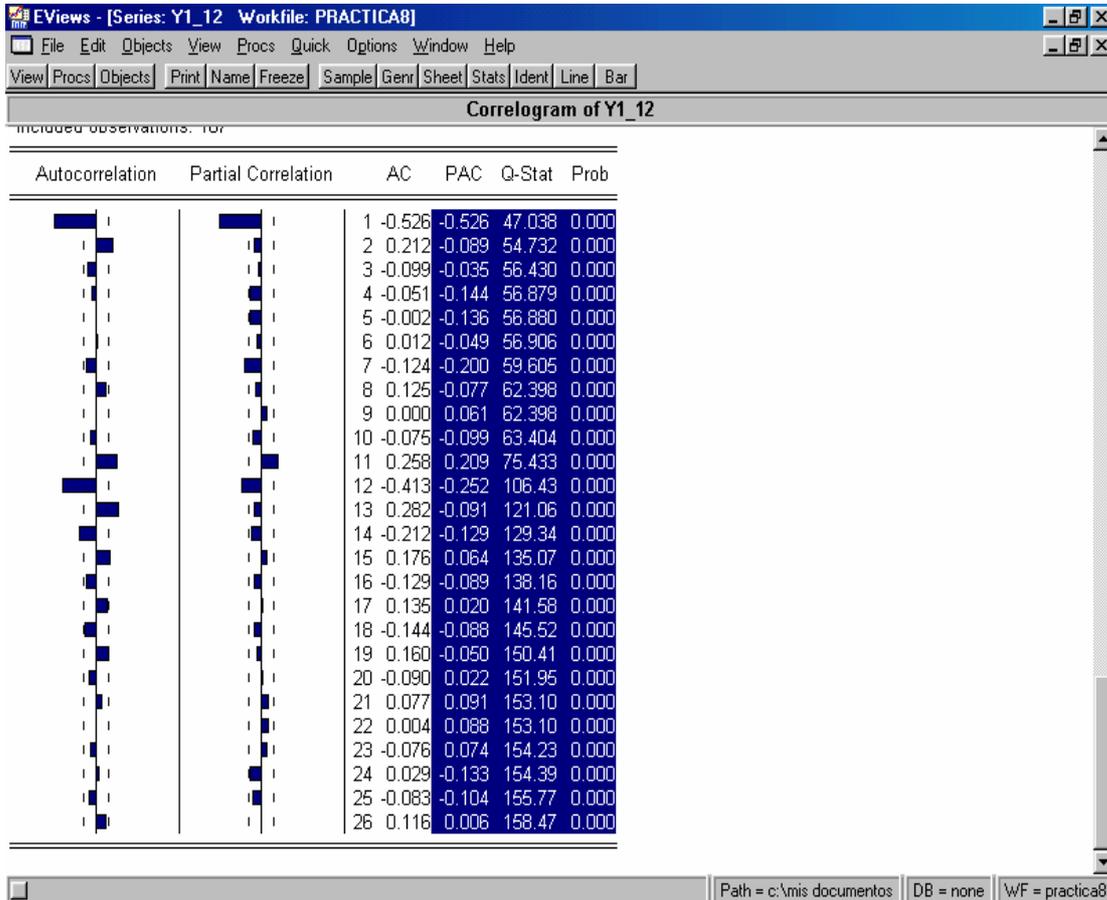
La función de autocorrelación se define como:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\text{cov}(Y_t, Y_{t-k})}{S_{Y_t} S_{Y_{t-k}}} \cong \frac{\text{cov}(Y_t, Y_{t-k})}{S_{Y_t} S_{Y_t}} = \frac{\text{cov}(\mathbf{Y}_t, \mathbf{Y}_{t-k})}{\text{var}(\mathbf{Y}_t)} = \frac{\sum (\mathbf{Y}_t - \bar{\mathbf{Y}})(\mathbf{Y}_{t-k} - \bar{\mathbf{Y}})}{\sum (\mathbf{Y}_t - \bar{\mathbf{Y}})^2}$$

Se sabe que el coeficiente de autocorrelación está acotado entre (-1 y 1). El cálculo de la función de autocorrelación de una serie en el Eviews se efectúa mediante la instrucción **IDENT**. Así para obtener la función de autocorrelación de la serie **Y1_12** se debería escribir la siguiente instrucción:

IDENT Y1_12

El resultado es el Gráfico P.7.6 adjunto:

Gráfico P.7.6

En el Gráfico P.7.6 podemos observar que el valor del coeficiente de autocorrelación de primer orden es $\hat{\rho}_1 = -0.526$, el de segundo orden es $\hat{\rho}_2 = 0.212$, el de tercer orden es $\hat{\rho}_3 = -0.099$,

Desde el punto de vista analítico se puede efectuar el contrastes probabilístico ya que el estadístico: $\frac{\hat{\rho}_\tau - \rho_\tau}{\sigma}$ se distribuye según una normal tipificada. Además una estimación de

la desviación típica es: $\sigma = \frac{1}{\sqrt{T}}$. Así pues si queremos efectuar el contraste de significabilidad para ρ_1 , es decir la hipótesis nula $H_0 \rho_1 = 0$ frente a la hipótesis alternativa $H_A \rho_1 \neq 0$; se debería establecer la siguiente desigualdad probabilística:

$$\text{Prob}(-N_{\alpha/2} < \frac{\hat{\rho}_1 - \rho_1}{\sigma} < N_{\alpha/2}) = 1 - \alpha$$

Para nuestro caso se tiene: $\hat{\rho}_1 = -0.526$, $T = 167$ y el valor tabulado de $N_{\alpha/2}$ para α igual a 0,05 es 1,96; operando se obtiene la siguiente desigualdad:

$$-1.96 \nless \frac{-0.526 - 0}{0.077} < 1.96$$

$$-1.96 \nless -6.83 < 1.96$$

al no cumplirse la desigualdad se rechaza la hipótesis nula, es decir que con una probabilidad del 95% el coeficiente de autocorrelación de primer orden es distinto de cero. Análogamente se pueden efectuar los contrastes del resto de coeficientes de autocorrelación.