

CAPÍTULO 14. UNA VISIÓN GENERAL DE LAS TÉCNICAS DE SIMULACIÓN Y PREDICCIÓN	503
14.1. ÁMBITOS DE APLICACIÓN	503
14.2. CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PREDICCIÓN	505
14.2.1 PREDICCIÓN SEGÚN INFORMACIÓN SUBJETIVA.	505
14.2.2 PREDICCIÓN SEGÚN EL ENFOQUE AISLADO DE SERIES.	506
14.2.3 PREDICCIÓN SEGÚN LAS RELACIONES ENTRE VARIABLES.....	507
14.3. PREDICCIÓN Y SIMULACIÓN SIN INFORMACIÓN HISTÓRICA	507
14.3.1 SIMULACIÓN MEDIANTE FÓRMULAS RECURSIVAS	509
<i>Elementos de la dinámica de sistemas.....</i>	<i>510</i>
14.3.2 EL MÉTODO DELFOS.....	514
<i>Características de la técnica Delfos.....</i>	<i>514</i>
<i>Variantes del Delfos convencional</i>	<i>515</i>
<i>Algunos ejemplos de aplicación del método Delfos</i>	<i>515</i>
14.4. INFORMACIÓN HISTÓRICA.....	521
14.4.1 COMPONENTES DE UNA SERIE ECONÓMICA	521
<i>Esquemas de descomposición</i>	<i>521</i>
<i>Tendencia</i>	<i>522</i>
<i>Ciclo.....</i>	<i>523</i>
<i>Estacionalidad.....</i>	<i>523</i>
<i>Componente irregular</i>	<i>524</i>
14.4.2 LA NECESIDAD DE INFORMACIÓN: LOS DATOS, SU LOCALIZACIÓN Y SU TRATAMIENTO ELEMENTAL.....	528
<i>Tipos de datos.</i>	<i>528</i>
<i>Localización de la información.....</i>	<i>529</i>
<i>Tratamiento de los datos.</i>	<i>530</i>
14.4.3 MEDIAS MÓVILES.....	531
<i>¿Qué es un método naïve?.....</i>	<i>532</i>
<i>¿Qué es un método de alisado?.....</i>	<i>533</i>
14.4.4 ALISADO EXPONENCIAL SIN TENDENCIA: EL ALISADO SIMPLE.....	539
<i>¿Cuál deber ser la constante α?.....</i>	<i>539</i>
<i>¿Cómo predecir con alisado exponencial?</i>	<i>539</i>
<i>¿Cómo influye la tendencia en las medias móviles?</i>	<i>540</i>
14.4.5 ALISADOS CON TENDENCIA	544
<i>Tendencia y valores históricos.....</i>	<i>544</i>
<i>El alisado exponencial doble de Brown</i>	<i>544</i>
<i>La técnica Holt-Winters.....</i>	<i>545</i>
14.4.6 AJUSTE CON FUNCIONES MATEMÁTICAS.....	553
<i>Alternativas en el cálculo de la tendencia</i>	<i>554</i>
14.4.7 PREDICCIÓN EN SERIES CON COMPONENTE ESTACIONAL.....	554

<i>Obtención de la tendencia</i>	555
<i>Estacionalidad y predicción con la técnica (Census X-11)</i>	555
<i>Estacionalidad y predicción con Holt-Winters</i>	557
14.4.8 ¿QUÉ TÉCNICA UTILIZAR?	566
CASOS DE ESTUDIO, PREGUNTAS Y PROBLEMAS	567
CASO 14.1 VISITAR PÁGINAS WEB DE INSTITUCIONES DE PREDICCIÓN.....	567
CASO 14.2 LOCALIZACIÓN DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE INDICADORES ADELANTADOS.	569
CASO 14.3 CÁLCULO DE TENDENCIA MEDIANTE FUNCIONES MATEMÁTICAS EN EIEWS.....	570
CASO 14.4 PREDICCIÓN EN UNA SERIE CON COMPONENTE ESTACIONAL: EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	571
BIBLIOGRAFÍA	582

Capítulo 14. UNA VISIÓN GENERAL DE LAS TÉCNICAS DE SIMULACIÓN Y PREDICCIÓN

En este capítulo se introduce a la predicción y simulación en economía. En ese contexto, se ilustran las técnicas que se utilizan en el proceso de investigación econométrica cuando se cuenta -o no- con información histórica -de fuentes primarias o secundarias-. Para ello se tienen en cuenta ciertas premisas fundamentales en todo proceso de simulación y predicción, el proceso de toma de decisiones lleva aparejada una cierta valoración del futuro, tomar decisiones basándose en datos actuales es una simplificación inadmisible. Se estudiarán las técnicas de predicción más elementales y se introducirán algunas avanzadas, presentadas según se disponga o no de información histórica. Para cada técnica se especificarán sus fundamentos teóricos y su aplicación práctica.

14.1. Ámbitos de aplicación

Con frecuencia, las técnicas de predicción utilizadas son las mismas o comparten una base metodológica común, aun en áreas dispares. Sin embargo, cada campo de aplicación genera a su vez problemas, metodologías y enfoques específicos; no obstante, resulta conveniente tratar en forma conjunta las cuestiones de predicción en economía general y las de carácter específicamente empresarial. Entre las razones que avalan tal proceder están:

- La relevancia de las predicciones macroeconómicas para el mundo de la empresa.
- La posibilidad de desagregar sectorialmente las predicciones macroeconómicas.
- La existencia de campos de predicción comunes a la actuación de empresas y administraciones públicas (por ejemplo, tipos de interés, tipos de cambio, cotizaciones de acciones, etc.).

Ejemplo. La Figura 14.1 presenta un conjunto de temas de predicción en economía y gestión de empresa clasificado según el ámbito de aplicación. Para ampliar esta información puede consultarse a Pulido (1999).

1.- Economía internacional	6.- Economía inter-empresarial
<ul style="list-style-type: none"> - Tasas de crecimiento comparativas. - Cuentas nacionales agregadas. - Comercio internacional. - Relación entre las cotizaciones de las acciones en diferentes países. - Conflictos, mediación internacional y desarrollo económico. - Incidencias de nuevas tecnologías de informática, biotécnica y nuevos materiales. - Financiación internacional y riesgo-país 	<ul style="list-style-type: none"> - Transferencia de información entre empresas. - Difusión de nuevas tecnologías en un mercado competitivo. - Competencia y cash-flow.
2.- Economía nacional	7.- Gestión de empresas
<ul style="list-style-type: none"> - Renta y gasto. - Relación entre ondas largas y otros ciclos macroeconómicos. - Desempleo de larga duración. - Ciclos de negocios y ciclos políticos. - Confianza empresarial e ilusión monetaria. - Pensiones por jubilación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Management information systems. - Planificación estratégica corporativa. - Resultados económicos.
3.- Economía regional	8.- Comercialización
<ul style="list-style-type: none"> - Empleo y salarios de una región. - Consumo regional de electricidad. - Comercio interregional. - Indicadores económicos adelantados por regiones. - Turismo regional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ventas por productos. - Mercado potencial de nuevos productos. - Control de información alternativa sobre evolución de las ventas.
4.- Economía sectorial	9.- Financiación
<ul style="list-style-type: none"> - Costos de la construcción. - Desarrollo sectorial comparado. - Impacto de nuevas tecnologías sobre el tráfico telefónico. - Consumo de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación financiera - Evolución de estados financieros. - Rentabilidad bancaria.
5.- Mercados financieros	10.- Producción
<ul style="list-style-type: none"> - Tipos de cambio y premio de riesgo. - Cotizaciones de acciones y obligaciones. - Riesgo bancario. 	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación de la producción. - Control de inventarios. - Sustitución de tecnologías

Figura 14.1 Temas de predicción en economía y gestión

14.2. Clasificación de las técnicas de predicción

Existen muchas técnicas para llevar a cabo la predicción. Un criterio para clasificarlas, es en función *del tipo de información* que utilizan, distinguiendo tres enfoques según: información subjetiva, información aislada de series y relaciones entre variables. A continuación se describen cada una de ellas.

14.2.1 Predicción según información subjetiva.

Este primer enfoque se basa en la opinión que tienen ciertas personas sobre el futuro de la cuestión en estudio. Se trata de datos suministrados por individuos aisladamente o como componentes de un grupo basándose en sus experiencias, opiniones y expectativas de futuro.

Ejemplo. En el enfoque de predicción según información subjetiva se encuentran las encuestas de opinión de empresarios, expectativas de compra de ciertos consumidores, perspectivas de ventas de delegados comerciales o valoraciones de expertos sobre el futuro de la presión fiscal o de la productividad.

Encontramos varias posibilidades según este enfoque:

1. Encuestas de intenciones o expectativas. La predicción se obtiene directamente basada en las proporciones, medias y totales elevados al conjunto de la población, de una encuesta por muestreo. Por ejemplo, intenciones de compra de bienes de consumo duradero, expectativas de los empresarios en inversión en equipos
2. Encuestas de actitudes o sentimientos. Conocida a priori la conexión entre actitudes y comportamiento, se obtiene de una encuesta por muestreo un indicador de «sentimiento» según una escala preestablecida que se transforma en previsiones basadas en la historia del fenómeno en estudio. Por ejemplo, índice de sentimiento del consumidor como condicionante de la demanda, índice de sentimiento del empresario como condicionante de la inversión.
3. Agregación de predicciones individuales. Las opiniones de determinados «expertos» se combinan para obtener una previsión global, con posibles ponderaciones diferentes y actuando al nivel de muestra o de población. Por ejemplo, previsiones de ventas a partir de vendedores y delegados, previsiones de precios de materias primas según los suministradores.
4. Consenso de grupo en interacción abierta. A partir de una discusión en grupo sobre un tema en concreto, se establecen predicciones con cierto grado de aceptación de sus componentes. Por ejemplo, brainstorming para predicción tecnológica, comités de empresa.

5. Panel de expertos con retroacción controlada de la información. Los componentes del panel suministran sus previsiones, que son agregadas y tratadas estadísticamente, recibiendo en sucesivas etapas información sobre la opinión global del grupo, pero con anonimato individual. Los expertos pueden proceder a una reconsideración de sus previsiones con tendencia a homogeneizar las previsiones del grupo. Entre las técnicas a utilizar se encuentran Delfos e impactos cruzados.
6. Otras técnicas exploratorias y normativas. El investigador examina los posibles condicionantes de la evolución de un fenómeno y, cuantificando o no sus probabilidades subjetivas de ocurrencia, establece la predicción. Por ejemplo, análisis morfológico y árboles de pertinencia en predicción tecnológica.

14.2.2 Predicción según el enfoque aislado de series.

Atendiendo a este enfoque se analiza la propia evolución del fenómeno objeto de estudio en períodos anteriores. Se trata de casos tales como predecir la inflación del próximo trimestre en base a datos mensuales de los últimos años; o predecir las ventas de una empresa para el siguiente año tomando como referencia la evolución observada durante, por ejemplo, los últimos 15 años. Las técnicas más utilizadas según este criterio son:

1. Fórmulas «ad hoc» de predicción. Las predicciones se generan mediante un mecanismo automático establecido a priori y de cálculo recursivo. Entre las técnicas se encuentran: medias móviles, alisado exponencial y modelos *naïve*.
2. Análisis de descomposición temporal de series. El tratamiento clásico de las series ha sido la diferenciación y tratamiento aislado de las componentes de tendencia, estacionalidad y movimientos cíclicos. Por ejemplo, las curvas de vida de productos y la estacionalidad de las ventas. Entre las técnicas se encuentran: extrapolación de tendencia, curvas en S, desestacionalización, X-11 y X-11 ARIMA.
3. Análisis frecuencial de procesos estocásticos (análisis espectral). Las oscilaciones de una serie histórica de datos pueden descomponerse según la frecuencia o periodicidad de estos movimientos, definiendo el espectro de la misma. Por ejemplo, el análisis espectral de las fluctuaciones de precios o de las cotizaciones en bolsa.
4. Análisis temporal de procesos estocásticos (Box-Jenkins/modelos ARIMA univariantes). Un análisis del comportamiento estocástico de una serie permite establecer un modelo estadístico de doble componente autorregresivo (valores anteriores de la variable) y de medias móviles (componente aleatorio), posible incorporación de estacionalidad y eliminación de tendencia. A los efectos operativos, Box y Jenkins han propuesto el esquema resolutivo más ampliamente difundido. Por ejemplo, análisis de series temporales de variación de stocks, análisis de series temporales de precios de materias primas, entre otros.
5. Modelos probabilísticos. Utilizando las distribuciones teóricas de probabilidad, se establecen modelos de predicción basados en los comportamientos reales observados. Por ejemplo, modelos de reposición de bienes de consumo duradero, modelos de difusión de un producto y cadenas de Markov para el establecimiento de las probabilidades de transición entre estados.

14.2.3 Predicción según las relaciones entre variables.

El tercer enfoque se basa en la propia *conexión causal* entre el tema a predecir (efecto) y variables que la condicionan (causas). En términos más formales, significa que la dependencia entre el comportamiento de diferentes fenómenos posibilita la introducción de predicciones condicionadas con diversos grados de formalización y un análisis de mera relación o de causalidad. Es frecuente que las leyes de comportamiento que se supone van a regir en el futuro se deduzcan de la experiencia sobre su funcionamiento en el pasado. Este sería el caso cuando el analista trata de predecir la evolución de los tipos de cambio en función de la posible marcha de otros aspectos que la condicionan, tales como el saldo de la balanza por cuenta corriente, los diferenciales de tipos de interés o los diferenciales de inflación por países. Vamos a distinguir 4 técnicas:

1. Establecimiento de analogías. La forma más simple de relación es la que se establece entre fenómenos similares en contextos distintos (temporal y espacialmente). En este sentido, la predicción se realiza por pura analogía de situaciones. Por ejemplo, la predicción de compra de un producto en función de la elasticidad demanda-renta en otro país, modelos de adopción de nuevos productos a partir de las relaciones: *conocimiento, intencionalidad de compra, adopción o prueba*, en productos similares ya establecidos
2. Análisis de regularidades estadísticas. La relación existente entre fenómenos puede establecerse por un mero análisis estadístico de regularidad en su comportamiento conjunto, aun ante la inexistencia de una auténtica relación de causalidad. Con tal base pueden realizarse predicciones condicionadas a los valores precedentes de ciertos indicadores o barómetros. Por ejemplo análisis de correlación y regresión entre variables de producción e indicadores macroeconómicos de actividad, indicadores adelantados.
3. Modelos de simulación deterministas. Las relaciones históricamente observadas entre la actuación de un conjunto de factores y el comportamiento de un fenómeno sirven de base para el establecimiento de predicciones sobre el mismo ante hipótesis de mantenimiento de la relación técnica preexistente. Entre las técnicas a utilizar se encuentran los Análisis *input-output* y la dinámica de sistemas (enfoque de Forrester).
4. Modelos econométricos. Se parte de un análisis estructural de las relaciones causa-efecto entre fenómenos con incorporación de factores aleatorios. Puede detectar efectos dinámicos (relaciones entre variables referidas a distintos momentos del tiempo), estructuras cambiantes (coeficientes variables en el tiempo) y realizar un análisis conjunto de múltiples relaciones simultáneas. Por ejemplo, Modelos de demanda, inversión, costos, integrados de empresa. Entre las técnicas a utilizar se encuentran los Modelos econométricos uni y multiecuacionales, funciones de transferencia, SEMTSA, simulación y escenarios.

14.3. Predicción y Simulación sin información histórica

Se presenta no sólo ante temas nuevos, sino porque el analista renuncia a la historia por considerarla poco orientadora, o porque prefiere información subjetiva. Con frecuencia, estas técnicas se basan en la experiencia y en la intuición y son de gran utilización en la práctica

profesional. En general, se trata de técnicas que utilizan medios sencillos, pero que pueden lograr buenas predicciones incluso a medio y largo plazo.

Entre estas técnicas se pueden mencionar:

1. Reuniones de directivos. Bien sea de las empresas o de los Organismos Públicos. En ellas se trata de adoptar *planes* en diferentes plazos. Por ejemplo, se puede tratar de *planes operativos anuales* y de su desarrollo en *presupuestos*, o de *planes estratégicos*, frecuentemente a tres o cinco años con revisiones anuales “deslizantes”, es decir, añadiendo sucesivamente un año para mantener el horizonte de predicción. Estas reuniones de directivos permiten abordar problemas puntuales de predicción, en los conocidos como *jurado de opiniones de directivos* o *consenso de grupo de expertos en interacción abierta*.
2. Agregación de predicciones. Surgen normalmente de los consensos de grupo de expertos y, en su opción más difundida, se trata de realizar agregaciones de predicciones individuales (por ejemplo, predicciones de vendedores, delegados de ventas, controladores de costos,...). Una versión más sofisticada utiliza tres predicciones por experto (pesimista, optimista y más probable) y las pondera en línea con lo propuesto en el método PERT (*Program Evaluation and Review Technique*, método inicialmente diseñado para el seguimiento de proyectos).
3. Brainstorming o tormenta de ideas. Versión cualitativa de las reuniones de expertos o directivos, utilizada fundamentalmente en temas de predicción tecnológica y nuevos productos, en la que un grupo de expertos improvisa sobre un tema con un mínimo de formalidades organizativas.
4. Predicción por analogías. La línea más difundida es la que se refiere a analogías internacionales. Por ejemplo, el porcentaje de gasto en sanidad sobre el PIB presenta una tendencia al crecimiento en relación con el nivel de desarrollo económico del país, medido por la renta *per cápita*. Si se supone que en cinco años el *país A* puede alcanzar el nivel de renta *per cápita* del *país B*, una predicción para los próximos 5 años sobre el gasto sanitario en el *país A* puede realizarse a partir de la diferencia entre la renta *per cápita* actual entre ambos países y el porcentaje de gasto sanitario del *país B* sobre su PIB.
5. Indicadores adelantados de actividad. Se trata de una línea de investigación iniciada por Mitchell y Burns en el *National Bureau of Economic Research* (NBER). Un indicador adelantado (*leading indicator*) es una variable económica de actividad cuyas oscilaciones anticipan las caídas y recuperaciones en algunos sectores de la actividad económica, o en el conjunto de la economía de un país. Además, suelen ser variables de actualización periódica y de fácil obtención, por lo que su seguimiento y análisis puede mostrar indicios de la trayectoria futura de la actividad económica y, por tanto, se convierten en una forma indirecta de predicción. Uno de los ejemplos lo constituye el *consumo aparente de cemento*, que es un claro indicador adelantado del sector de la construcción, que a su vez representa una parte muy considerable de la producción de cualquier país. Sus oscilaciones a lo largo del ciclo anticipan el comportamiento del sector en algunos meses. Por ello, una caída observada en un momento determinado en el mismo, permite predecir una contracción en los indicadores de producción del sector de la construcción en un futuro próximo.
6. Fórmulas matemáticas elementales. No son producto de una técnica estadística de tratamiento de datos históricos, sino de un supuesto (por ejemplo, continuidad de la tasa de crecimiento del último año) o de una experiencia (por ejemplo, una regla genérica de respuesta de los precios de consumo ante una variación en los precios de la gasolina).

14.3.1 Simulación mediante fórmulas recursivas

Entre las opciones dentro de la predicción/simulación con fórmulas matemáticas, se analizarán los modelos recursivos o en cadena causal. En estos modelos existe un orden definido para su resolución.

Las fórmulas individuales que componen el modelo pueden ser de diferentes tipos:

- 1.- Identidades:** Establecen que una variable es igual a otra o a una transformación de otras (suma, producto, etc.) sin necesidad de coeficientes. Por ejemplo:

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= Y_2 \\
 Y &= X_1 + X_2 + \dots + X_k \\
 Y &= X_1 * X_2 * \dots * X_k \\
 Y &= X_1 / X_2
 \end{aligned}$$

- 2.- Ecuaciones de evolución temporal:** La única variable explicativa es el tiempo, con muy diferentes variantes; por ejemplo,

$$\begin{aligned}
 Y &= a + b * t \\
 Y &= a + b^t \\
 Y &= a * t^b \\
 Y &= a * e^{b+ct}
 \end{aligned}$$

- 3.- Ecuaciones autorregresivas:** La variable explicativa es ella misma en períodos anteriores. Una variante muy utilizada es la definición de ecuaciones en tasas de variación, bien constantes o incluso variables en el tiempo. En los denominados modelos de difusión o de contagio, los incrementos pueden depender de las diferencias, en cada momento, a un techo o nivel potencial.

$$\begin{aligned}
 Y &= Y_0 * (1 + r)^n \\
 \Delta Y &= a * (\bar{Y} - Y_{-1}) \quad (\text{con } \bar{Y} = \text{techo o nivel potencial}) \\
 \Delta Y &= a * Y * (\bar{Y} - Y) \\
 \Delta Y &= a * Y * (\bar{Y} - Y) + b(\bar{Y} - Y) \\
 Y &= c_0 + c_1 Y_{-1} + c_2 Y_{-2} + \dots + c_k Y_{-k}
 \end{aligned}$$

- 4.- Relaciones causales:** Una variable depende de otra u otras variables explicativas. En el caso más simple se supondrá una relación constante entre dos variables. En otros casos, los coeficientes que ponderan el efecto de cada una de las causas explicativas pueden ser

deducidos por analogías, encuestas o experimentos previos, o incluso deducirse de la propia historia, cuando ésta sea utilizable y se considere conveniente.

$$Y/X = b$$

$$\Delta Y/\Delta X = b$$

$$Y = a + bX$$

$$Y = c_0 + c_1X_1 + \dots + c_kY_k$$

- El primer antecedente relevante en la utilización de modelos multiecuacionales, en situaciones sin historia, es la llamada *dinámica de sistemas*, enfoque propuesto por Jay Forrester desde el Massachusetts Institute of Technology a principios de la década de 1960. La dinámica de sistemas permite simular el comportamiento de un sistema social a través de múltiples relaciones entre las variables que lo componen. Para ello crean un lenguaje de programación propio, el DYNAMO, en el que intervienen varios elementos.
- La versatilidad de la dinámica de sistemas se ha mostrado por la variedad y relevancia de algunas de las aplicaciones realizadas, que van desde planteamientos empresariales, hasta temas como la obsolescencia técnica, el deterioro urbano o los límites del crecimiento económico (como el informe Meadows, patrocinado por el Club de Roma en la década de 1970).

Elementos de la dinámica de sistemas

- 1.- Variables de nivel o de estado: Son variables acumulativas o de *stock* y recogen, por ello, información sobre el pasado del sistema.
- 2.- Variables de decisión o tasa: Son variables de flujo actual y afectan a la variación de los niveles entre períodos.
- 3.- Variables auxiliares: Son componentes en los que se han subdividido las variables anteriores porque tienen significado independiente a efectos de tratamiento del sistema.
- 4.- Constantes o parámetros: Son datos para la resolución del sistema y pueden referirse a valores fijos de una variable real o de expectativa, desfases fijos en la adaptación entre variables, etc.
- 5.- Operadores o funciones especiales: Son procesos de cálculo definidos a priori sobre las variables del sistema, tales como tablas de interpolación, funciones matemáticas de transformación de variables, distribuciones aleatorias, etc.
- 6.- Operadores retardo o funciones de demora: Dada la importancia de los retardos o desfases temporales en la iteración entre variables, se definen unas funciones especiales para su tratamiento, generalmente según un esquema exponencial.

Ejemplo. Simulación de estados financieros mediante fórmulas recursivas.

En este ejemplo se abordará la simulación bajo distintos escenarios (normales y alternativos) de los estados financieros (cuenta de pérdidas y ganancias) de una empresa periodística. Se tienen en cuenta variables clave como la tirada y la publicidad, junto a otras como la circulación efectiva

o el desarrollo económico del país. El caso se resuelve en una hoja de Excel y usando las estimaciones por medio de Eviews.

Se supone que la empresa periodística viene observando durante los últimos años un mayor incremento de sus gastos con relación a sus ingresos, con su correspondiente deterioro de la cuenta de resultados.

Para definir una nueva política integral de la empresa se realiza una previsión de estados financieros con un horizonte de medio plazo. Aunque interesa conocer la proyección de la empresa en "circunstancias normales", el análisis deberá considerar la posibilidad de diseñar estados financieros alternativos, según diferentes hipótesis y medidas de actuación. En particular, aquí se propone elaborar las cuentas previsionales de pérdidas y ganancias para los tres próximos ejercicios y, para mayor simplicidad, se supone que la empresa limita su actividad a un único periódico de carácter diario.

Dado el papel esencial que, en este tipo de empresas, juegan la tirada y la publicidad, se realiza un análisis previo de estas variables en función de la información histórica de los últimos catorce años.

La simulación planteada se centrará en torno a algunas relaciones lógicas de cálculo tales como:

- La tirada efectiva (circulación) del periódico (variable CIRCUL) dependerá, básicamente y en una primera aproximación, de los hábitos de lectura de la población de la zona de difusión del periódico, medida por la circulación total de prensa diaria (variable WCIRCUL):

$$\text{CIRCUL} = f(\text{WCIRCUL})$$

- A su vez, la circulación total (WCIRCUL) se hace depender del desarrollo económico del país, medido por el PIB a precios de mercado en unidades monetarias constantes.

$$\text{WCIRCUL} = f(\text{PIB})$$

Naturalmente, la simplicidad de este planteamiento es evidente. Por una parte, la cuota de participación del periódico analizado puede verse afectada por su propia estrategia comercial y la de sus competidores o, incluso, por el nacimiento de nuevos periódicos en su zona geográfica de influencia. Por otra parte, la circulación total no tiene que evolucionar sólo en razón de la prosperidad económica del país. Sin embargo, el planteamiento se considera como una primera aproximación suficientemente orientativa.

- Con relación al montante total de publicidad (COLUM) a conseguir, se ha planteado una ecuación en que ésta (medida en número de columnas) se hace depender de la circulación del periódico y del PIB del país:

$$\text{COLUM} = f(\text{CIRCUL}, \text{PIB})$$

La primera variable explicativa intenta recoger el atractivo publicitario del periódico en función de su circulación; la segunda, la propia evolución del esfuerzo publicitario de los anunciantes a través del crecimiento económico.

En una hoja de cálculo de Excel, copie los siguientes datos, guarde el archivo y estime las ecuaciones planteadas utilizando Eviews.

A efectos de predicción, en la hoja de cálculo se recogen los valores supuestos para el PIB en el año actual (se considera que éste es 1998) y los tres del horizonte de simulación considerado (1999-2001). En función de los parámetros estimados en las regresiones se calculan

$$\text{WCIRCUL} = 305,61 + 0,15 * \text{PIB}$$

$$\text{CIRCUL} = 197,30 + 0,21 * \text{WCIRCUL}$$

$$\text{COLUM} = -91,30 + 0,08 * \text{CIRCUL} + 0,001 * \text{PIB}$$

Años	CIRCUL	COLUM	WCIRCUL	PBI
1	1240	51	5110	30524
2	1340	52	5480	31322
3	1350	51	5550	32324
4	1360	51	5610	34148
5	1370	62	5650	35910
6	1390	64	5740	37611
7	1410	63	5810	39018
8	1420	63	5970	39903
9	1440	78	6100	40177
10	1500	83	6240	39710
11	1670	88	6480	40604
12	1690	93	7310	41707
13	1720	97	7400	42715
14	1750	101	7520	44224

Predicciones Previas	1998	1999	2000	2001
Producto Interior Bruto (PBI)	45891.26	47405.74	48675.29	50083.26
Circulación Total de Periódicos (WCIRCUL)	7380.37	7613.84	7809.56	8026.61
Circulación del Periódico (CIRCUL)	1732.94	1781.51	1822.24	1867.40
Columnas de Publicidad (COLUM)	101.49	107.20	111.98	117.28

A partir de estos resultados previos y utilizando una hoja de cálculo del mismo libro Excel con que viene trabajando, resuelva:

- a) calcule una primera cuenta de pérdidas y ganancias, de acuerdo con las siguientes relaciones para 1999-2001. Para 1998 incluya los datos conocidos del último ejercicio:

INGRESOS

- *Ingresos por publicidad*: número de columnas de publicidad por su precio actual (650.00 pesos), con una tasa de variación anual de tarifas del 10 por 100.
- *Ingresos por circulación*: número de periódicos vendidos (circulación media * 362 días anuales con prensa) por precio actual (1,25 pesos), con una tasa de variación anual de precios del 7 por 100.
- Otros Ingresos: Incremento anual del 8%.

GASTOS

- *Gastos de personal:* con un incremento anual del 10 por 100.
- *Gastos diversos de explotación:* con un incremento del 5 por 100.
- *Gastos de papel:* número diario de periódicos vendidos por 362 días, por 60 páginas de extensión media, por su peso en papel (20 gr. / pág.) incluidas mermas y periódicos no vendidos, por el precio actual del kilogramo de papel-prensa (0.4 pesos), actualizado a futuro con un incremento del 12 por 100 anual, basado en estudios especiales sobre el mercado del papel.
- *Gastos en otros materiales:* crecimiento anual del 10 por 100.
- *Comisiones y primas:* estimadas en un 16 por 100 de la cifra facturada en publicidad.
- *Amortizaciones:* calculadas según un informe especial sobre el tema en 1,20, 1,35 y 1,55 millones, respectivamente, para los años de predicción.

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (miles de pesos)	1998
INGRESOS	
INGRESOS PUBLICIDAD	65,97
INGRESOS CIRCULACION	784,15
OTROS INGRESOS	61,58
TOTAL INGRESOS	911,70
GASTOS	
GASTOS DE PERSONAL	41,18
GASTOS DIVERSOS DE EXPLOTACION	13,70
GASTOS DE PAPEL	301,11
OTROS MATERIALES	3,99
COMISIONES Y PRIMAS	10,55
AMORTIZACIONES	100,00
TOTAL DE GASTOS	470,53
RESULTADO SOLUCIÓN BÁSICA	441,17

- b) Exprese los resultados en porcentajes de variación, de un año respecto del año anterior.
- c) Considere ahora la siguiente hipótesis alternativa:
- Un mayor crecimiento de las columnas de publicidad, basado en una restructuración del departamento correspondiente:
 - Consecuencia de esta nueva estrategia, se supone un aumento de la comisión por publicidad del 16 al 18 por 100.
 - Un plan especial de jubilaciones anticipadas y no renovación de vacantes, que según un informe especial del departamento de personal supondría reducir el crecimiento de los gastos de un 10 por 100 a sólo un 7 por 100 acumulativo.

Aceptada la viabilidad de estos supuestos, calcule la nueva cuenta de pérdidas y ganancias.

COLUMNAS DE PUBLICIDAD			
	1999	2000	2001
SOLUCIÓN BÁSICA	107	112	117
SOLUCIÓN ALTERNATIVA	110	120	135

- d) Compare los resultados con la solución básica.
 - e) Grafique las dos alternativas
-

14.3.2 El método Delfos

El método Delfos (*Delphi*, en inglés) es un método diseñado para obtener y tratar la información de expertos consultados sobre un asunto determinado. Inicialmente pensado para estrategia militar, lo cierto es que es de aplicación a múltiples campos, entre ellos la economía.

Como técnica especial de encuesta a expertos presenta las siguientes características o rasgos distintivos: 1) Selección subjetiva de participantes; 2) Anonimato de las respuestas; 3) Retroacción controlada; 4) Preguntas con respuesta cuantitativa y 5) Respuesta estadística de grupo.

Respecto al Delfos planteado en su forma convencional, existen otras variantes como son: Delfos en teleconferencia; Delfos con autoevaluación de expertos; Delfos con información cualitativa; Impactos cruzados.

Características de la técnica Delfos

- a) *Selección subjetiva de participantes* en función de su dominio del tema objeto de estudio. El número de participante suele ser reducido: entre 10 y 30 es lo más frecuente.
- b) *Anonimato de las respuestas*, por lo que ningún miembro del grupo conoce las respuestas individuales del resto, a fin de evitar cuestiones de liderazgo o condicionamientos.
- c) *Retroacción controlada*, con lo que la respuesta inicial de los expertos puede ser corregida en posteriores rondas según los resultados globales del grupo en la ronda precedente. Lo habitual es trabajar sólo a dos rondas: la inicial y una posterior revisión.
- d) *Preguntas con respuesta cuantitativa*, sean éstas un valor, una probabilidad de ocurrencia, una fecha de realización, etc.
- e) *Respuesta estadística de grupo*, consistente en una indicación de respuesta media y dispersión del grupo, en cada una de las rondas. Las medidas estadísticas utilizadas son

la mediana (respuesta que deja igual número de expertos con opiniones por encima y debajo de la misma) y el recorrido intercuartílico (diferencia entre la respuesta que deja sólo un cuarto de expertos por encima y la que deja un cuarto por debajo).

Variantes del Delfos convencional

- 1) *Delfos en teleconferencia*, en el que el monitor o responsable de la experiencia es sustituido por un ordenador programado para compilar los resultados del grupo y transmitirlos a los participantes en tiempo real.
- 2) *Delfos con autoevaluación de expertos*, en el que a los participantes se les pide una nota sobre su dominio del tema objeto del estudio. La nota puede utilizarse a efectos de ponderar respuestas o eliminar las de ciertos expertos poco seguros de sus valoraciones.
- 3) *Delfos con información cualitativa*, en el que, junto a respuestas numéricas, se incluyen otras valoraciones cualitativas o incluso preguntas abiertas. Es frecuente utilizar esta opción en una segunda o tercera ronda, para que aquellos expertos que se sitúan fuera del recorrido intercuartílico puedan exponer las razones de su discrepancia con la opinión más generalizada, y esta información puede ser transmitida a los restantes expertos para su consideración.
- 4) *Impactos cruzados*, en el que se consideran los condicionamientos relativos entre las probabilidades asignadas a sucesos que no siempre son independientes y que, sin embargo, pueden ser incongruentes en la valoración de determinados expertos.

Algunos ejemplos de aplicación del método Delfos

- 1) *Diseño de una política futura sobre consumo de drogas*: Aplicación realizada en 1974 en EE.UU. Participaron 38 expertos (investigadores, administradores de programas conexos con el consumo de drogas y políticos), a doble ronda con autoevaluación de expertos. Entre las cuestiones planteadas, aquellas relacionadas con los objetivos y las políticas constituían las más importantes. En las preguntas sobre objetivos se pedía una nota de 1 a 5 sobre posibilidad de alcanzarlos y relevancia. Con respecto a políticas, se pedía una valoración sobre si debería o no aplicarse cada una de las medidas de una lista previamente elaborada, en un horizonte a tres años.
- 2) *Competitividad de una región*. Estudio patrocinado por el Gobierno de la Provincia de Santa Fe y el CFI sobre competitividad y perspectivas de cinco ciudades seleccionadas. Realizado en 2007 se logró la "Estimación del Indicador de Competitividad para Algunas Ciudades Importantes de la Provincia de Santa Fe: la aplicación a Santa Fe, Rafaela, Avellaneda, Reconquista y Venado Tuerto". Las preguntas planteaban cuestiones a responder en términos de probabilidad, porcentaje, orden de prioridad o nota de pertinencia, siguiendo el modelo WEF para la selección de factores.
- 3) *Futuro de una gran ciudad*. Delfos realizado en grandes ciudades como París o Madrid. La aplicación española, patrocinada por la Cámara de Comercio e Industria de Madrid a finales de 1988, planteaba diversas cuestiones en un horizonte hasta el año 2000. Los expertos fueron seleccionados entre urbanistas, economistas, sociólogos, etc., de la

administración pública central o local, centros privados y Universidad. Se pedía autoevaluación para cada grupo de preguntas. Las cuestiones planteadas hacían referencia a valoración de problemas, importancia de factores para la localización de empresas u órganos de la Administración, estructura porcentual de la producción por sectores en el año 2000, crecimientos medios por actividades, alternativas de inversión, nota de calificación sobre coordinación de políticas, etc.

Ejemplo. Una aplicación DELFOS al escenario socio-económico.

A fin de asignar valores a las variables exógenas de un modelo econométrico de predicción de la economía española a medio plazo, parece aconsejable disponer de un escenario socioeconómico que sirva como punto de referencia básico. A tal efecto, periódicamente, a principio de cada año, se revisan las probabilidades asignadas por un panel de expertos (economistas y empresarios de gran prestigio) a una lista de acontecimientos; en su mayor parte esta lista es fija, aunque con la posible incorporación de nuevos temas de actualidad. El caso ha sido diseñado con dos facetas distintas. Inicialmente, se presenta la experiencia tal como podría conocerla uno de los expertos participantes. Posteriormente, se detallan los resultados, en la forma en que son manejados por el responsable del DELFOS.

Del cuestionario enviado por escrito, a un panel previamente contactado con una carta e instrucciones explicativas sobre su cumplimentación, se han seleccionado siete acontecimientos, de los cuales se solicita la probabilidad de ocurrencia, valor éste comprendido entre 0 y 1. (Figura 14.2) Al terminar de asignar las correspondientes probabilidades, el experto (si se trabaja con un ordenador en tiempo real) conoce la respuesta estadística del grupo. Si no, recibirá posteriormente esta información una vez tratada por el responsable DELFOS. (Figura 14.3)

En éste caso, por ejemplo, se conoce que para el acontecimiento A.1, 0.2 es la probabilidad mediana; 0.1 y 0.3, el primer y tercer cuartil, y 0.2 el recorrido intercuartílico (diferencia entre el tercer y el primer cuartil). Con los trece expertos consultados significa que seis opinan que la probabilidad de una disminución del precio del barril de petróleo por debajo de los 10 dólares es menor del 20%, y otros 6 expertos coincidieron en que es mayor (realmente en ambos extremos puede haber otras contestaciones también iguales a 0.2). Tan sólo 3 expertos consideran una probabilidad inferior al 10% y sólo otros 3 superiores al 30%.

La dispersión de opiniones, medida por el recorrido intercuartílico, muestra una coincidencia muy acusada de respuestas en los sucesos A.3 y A.6 y la mayor discrepancia con relación al acontecimiento A.5.

El experto, al conocer la opinión del grupo después de esta primera ronda de respuestas, habitualmente revisa alguna de sus estimaciones más discrepantes; en principio, aquellas en las que tiene menos seguridad. Suponga que, en una segunda ronda de respuestas, el experto número 13 eleva ligeramente su probabilidad de ocurrencia de los sucesos A.1 (de 0.2 a 0.3), A.4 (de 0.4 a 0.5) y A.7 (de 0.5 a 0.6). (Figura 14.4)

Al igual que antes, al terminar la segunda ronda de respuestas es posible conocer la respuesta estadística del grupo (Figura 14.5).

El alto grado de acuerdo general de los expertos ya en la primera ronda ha provocado que, en la segunda, presenten sólo muy pequeños cambios. Únicamente en A.1 se ha reducido la dispersión de respuestas, medida por el recorrido intercuartílico.

Hasta aquí, se describió la experiencia tal y como la percibe un participante. Por su parte, el responsable Delfos conoce la respuesta individualizada de cada experto. Puede observarse aquí como una corrección de valores extremos (realizada al pasar de la primera a la segunda ronda) no afecta a los resultados estadísticos, según se vienen midiendo. Por ejemplo, en A.2 las respuestas se mueven, en la primera ronda, entre 0.1 y 0.7, pero sólo entre 0.2 y 0.6 en la

segunda. Sin embargo, al ordenarlas de menor a mayor dan un mismo valor de mediana y cuartiles. (Figura 14.6)

DELFO SOBRE ESCENARIO 2000	
Ronda: 1ª	Experto: 13
A.1 <i>¿Qué probabilidad asigna a una reducción a la baja del barril de petróleo, para situarse por debajo de los 10\$ en 2000?</i>	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.2"/> (valor entre 0 y 1)
A.2 <i>¿Qué probabilidad asigna a un agudizamiento de los problemas de deuda exterior en los países latinoamericanos y africanos, poniendo en peligro el sistema monetario internacional?</i>	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.3"/>
A.3 <i>¿Qué probabilidad asigna a una depreciación del dólar frente al euro y con horizonte 2000?</i>	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.1"/>
A.4 <i>¿Qué probabilidad concede a un aumento del proteccionismo en los países desarrollados, como consecuencia del aumento de la competitividad y desequilibrios internacionales?</i>	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.4"/>
A.5 <i>¿Qué probabilidad asigna a la existencia real de una zona europea ampliada después del 2000?</i>	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.7"/>
A.6 <i>¿Qué probabilidad piensa que tiene un gobierno con mayoría absoluta popular en la próxima legislatura?</i>	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.5"/>
A.7 <i>¿Qué probabilidad asigna a una reducción significativa de las cuotas empresariales a la Seguridad Social antes del 2000?</i>	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.5"/>

Figura 14.2. Respuestas de un experto en la primera ronda

1ª RONDA		OPINION DE CONSENSO DE LOS EXPERTOS									
		A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7			
Mediana		0.2	0.3	0.1	0.4	0.7	0.5	0.6			
Q1/4		0.1	0.2	0.1	0.3	0.5	0.5	0.5			
Q3/4		0.3	0.4	0.2	0.5	0.8	0.6	0.7			
Q3/4-Q1/4		0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2			

Figura 14.3 Respuesta estadística del grupo en la primera ronda

Delfos sobre Escenario 2000	
Ronda: 2ª	Experto: 13
A.1 ¿Qué probabilidad asigna a una reducción a la baja del barril de petróleo, para situarse por debajo de los 10\$ en 2000?	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.3"/> (valor entre 0 y 1)
A.2 ¿Qué probabilidad asigna a un agudizamiento de los problemas de deuda exterior en los países latinoamericanos y africanos, poniendo en peligro el sistema monetario internacional?	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.3"/>
A.3 ¿Qué probabilidad asigna a una depreciación del dólar frente al euro y con horizonte 2000?	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.1"/>
A.4 ¿Qué probabilidad concede a un aumento del proteccionismo en los países desarrollados, como consecuencia del aumento de la competitividad y desequilibrios internacionales?	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.5"/>
A.5 ¿Qué probabilidad asigna a la existencia real de una zona europea ampliada después del 2000?	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.7"/>
A.6 ¿Qué probabilidad piensa que tiene un gobierno con mayoría absoluta popular en la próxima legislatura?	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.5"/>
A.7 ¿Qué probabilidad asigna a una reducción significativa de las cuotas empresariales a la Seguridad Social antes del 2000?	
PROBABILIDAD =	<input type="text" value="0.6"/>

Figura 14.4 Respuestas de un experto en la segunda ronda

2ª RONDA		OPINION DE CONSENSO DE LOS EXPERTOS									
		A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7			
Mediana		0.2	0.3	0.1	0.4	0.7	0.5	0.6			
Q1/4		0.2	0.2	0.1	0.3	0.5	0.5	0.5			
Q3/4		0.3	0.4	0.2	0.5	0.8	0.6	0.7			
Q3/4-Q1/4		0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2			

Figura 14.5 Respuesta estadística del grupo en la segunda ronda

A.2													
1ª RONDA	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
2ª RONDA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6
				Q 1/4			Me			Q 3/4			

Figura 14.6 Respuestas a la pregunta A2

El detalle de las respuestas de cada integrante del panel para cada una de las dos rondas, se recoge en tablas presentadas en la Figura 14.7 y Figura 14.8.

Después de las tablas de respuestas, se muestran éstas ordenadas de mayor a menor para facilitar el cálculo de los estadísticos mencionados. (Figura 14.9 y Figura 14.10)

1ª RONDA								
RESPUESTA DE LOS EXPERTOS								
	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	
EXPERTO 1	0.1	0.3	0.0	0.5	0.7	0.5	0.7	0.7
EXPERTO 2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.9	0.4	0.7	0.7
EXPERTO 3	0.3	0.5	0.1	0.6	0.8	0.6	0.6	0.6
EXPERTO 4	0.2	0.6	0.3	0.7	0.5	0.5	0.8	0.8
EXPERTO 5	0.5	0.7	0.4	0.3	0.8	0.5	0.7	0.7
EXPERTO 6	0.1	0.4	0.2	0.2	0.4	0.7	0.5	0.5
EXPERTO 7	0.1	0.3	0.1	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4
EXPERTO 8	0.4	0.3	0.1	0.4	0.8	0.3	0.5	0.5
EXPERTO 9	0.2	0.2	0.0	0.4	0.7	0.6	0.7	0.7
EXPERTO 10	0.3	0.1	0.1	0.3	0.4	0.6	0.3	0.3
EXPERTO 11	0.2	0.1	0.2	0.6	0.4	0.4	0.6	0.6
EXPERTO 12	0.0	0.2	0.2	0.2	0.6	0.6	0.6	0.6
EXPERTO 13	0.2	0.3	0.1	0.4	0.7	0.5	0.5	0.5

Figura 14.7 Respuestas a cada pregunta en la primera ronda

2ª RONDA								
RESPUESTA DE LOS EXPERTOS								
	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	
EXPERTO 1	0.2	0.3	0.1	0.5	0.7	0.5	0.7	0.7
EXPERTO 2	0.2	0.3	0.1	0.3	0.8	0.6	0.7	0.7
EXPERTO 3	0.3	0.5	0.1	0.6	0.8	0.6	0.6	0.6
EXPERTO 4	0.2	0.6	0.3	0.7	0.5	0.5	0.7	0.7
EXPERTO 5	0.3	0.6	0.3	0.3	0.8	0.5	0.7	0.7
EXPERTO 6	0.2	0.4	0.2	0.3	0.5	0.6	0.5	0.5
EXPERTO 7	0.1	0.3	0.1	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5
EXPERTO 8	0.4	0.3	0.1	0.4	0.8	0.3	0.5	0.5
EXPERTO 9	0.2	0.2	0.1	0.4	0.7	0.6	0.7	0.7
EXPERTO10	0.3	0.2	0.1	0.4	0.4	0.6	0.5	0.5
EXPERTO11	0.2	0.2	0.2	0.6	0.5	0.4	0.6	0.6
EXPERTO12	0.2	0.2	0.2	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6
EXPERTO13	0.3	0.3	0.1	0.5	0.7	0.5	0.5	0.5

Figura 14.8 Respuestas a cada pregunta en la segunda ronda

1ª RONDA									
RESPUESTA DE LOS EXPERTOS ORDENADAS									
	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7		
	0.0	0.1	0.0	0.2	0.4	0.3	0.3		
	0.1	0.1	0.0	0.2	0.4	0.4	0.4		
	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.4	0.4		0.5
	0.1	0.2	0.1	0.3	0.5	0.5	0.5		0.5
	0.2	0.2	0.1	0.3	0.6	0.5	0.5		0.5
	0.2	0.3	0.1	0.4	0.6	0.5	0.6		0.6
	0.2	0.3	0.1	0.4	0.7	0.5	0.6		0.6
	0.2	0.3	0.1	0.4	0.7	0.5	0.6		0.6
	0.2	0.3	0.2	0.5	0.7	0.6	0.7		0.7
	0.3	0.4	0.2	0.5	0.8	0.6	0.7		0.7
	0.3	0.5	0.2	0.6	0.8	0.6	0.7		0.7
	0.4	0.6	0.3	0.6	0.8	0.6	0.7		0.7
	0.5	0.7	0.4	0.7	0.9	0.7	0.8		0.8

Figura 14.9 Respuestas ordenadas por pregunta en la primera ronda

2ª RONDA										
RESPUESTA DE LOS EXPERTOS ORDENADAS										
	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7			
	0.1	0.2	0.1	0.3	0.4	0.3	0.5			0.5
	0.2	0.2	0.1	0.3	0.5	0.4	0.5			0.5
	0.2	0.2	0.1	0.3	0.5	0.5	0.5			0.5
	0.2	0.2	0.1	0.3	0.5	0.5	0.5			0.5
	0.2	0.3	0.1	0.4	0.6	0.5	0.6			0.6
	0.2	0.3	0.1	0.4	0.6	0.5	0.6			0.6
	0.2	0.3	0.1	0.4	0.7	0.5	0.6			0.6
	0.2	0.3	0.1	0.5	0.7	0.6	0.6			0.6
	0.3	0.3	0.2	0.5	0.7	0.6	0.7			0.7
	0.3	0.4	0.2	0.5	0.8	0.6	0.7			0.7
	0.3	0.5	0.2	0.6	0.8	0.6	0.7			0.7
	0.3	0.6	0.3	0.6	0.8	0.6	0.7			0.7
	0.4	0.6	0.3	0.7	0.8	0.6	0.7			0.7

Figura 14.10 Respuestas ordenadas por pregunta en la segunda ronda

De acuerdo a los resultados de Delfos, observados en la Figura 14.5, puede definirse el escenario más probable (sin tener en cuenta, en este caso, los impactos cruzados), como aquel compuesto por acontecimientos con probabilidad de ocurrencia superior al 50%. En esta aplicación, el escenario sería (0, 0, 0, 0, 1, 0, 1); es decir, la supuesta no ocurrencia de A.1 a A.4 y A.6, así como la posible ocurrencia de A.5 y A.7. (Figura 14.11)

ESCENARIO MAS PROBABLE PARA EL AÑO 2000						
A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7
0	0	0	0	1	0	1

- * NO REDUCCION A LA BAJA DEL BARRIL DE PETROLEO
- * NO AGUDIZAMIENTO MAYOR DE LOS PROBLEMAS DE DEUDA EXTERIOR
- * NO APRECIACION DEL DOLAR FRENTE AL EURO
- * NO AUMENTO DEL PROTECCIONISMO
- * POSIBLE ZONA EURO AMPLIADA
- * GOBIERNO SIN MAYORIA ABSOLUTA POPULAR
- * POSIBLE REDUCCION DE LAS CUOTAS EMPRESARIALES A LA SEGURIDAD SOCIAL

Figura 14.11 Resultado Delfos

Tal y como ha sido definida la hoja de cálculo, el resultado del escenario más probable ha sido introducido directamente en función de las probabilidades calculadas. Sin embargo, el programa podría generalizarse para que este resultado se mostrase automáticamente en pantalla, dependiendo de que las probabilidades medianas fueran superiores o no a una cantidad prefijada.

14.4. Información histórica

14.4.1 Componentes de una serie económica

En buen número de circunstancias, a la hora de predecir un fenómeno económico, se cuenta con información histórica. Normalmente esa información queda cuantificada en series estadísticas.

Tradicionalmente se considera que una serie económica se puede descomponer, atendiendo a dos esquemas, en cuatro componentes: tendencia (T), ciclo (C), estacionalidad (S), y componente irregular (I).

En general, la elección de una u otra técnica de predicción depende del supuesto establecido sobre el esquema de descomposición, y la identificación de los componentes mencionados, tal y como se desarrolla en los epígrafes siguientes.

Esquemas de descomposición

Se suele considerar que la descomposición de una serie económica en sus cuatro componentes (tendencia, ciclo, estacionalidad y componente irregular), puede llevarse a cabo atendiendo a dos esquemas de descomposición.

- Según el **esquema multiplicativo**, la serie económica es el resultado del producto de sus componentes, esto es:

$$Y = T * C * S * I$$

- Por el contrario, según el **esquema aditivo**, la serie es el resultado de la suma de sus componentes:

$$Y = T + C + S + I$$

En la práctica, se suele considerar que los cuatro componentes teóricos quedan reducidos realmente a dos: 1) que recogería movimientos de la serie a largo plazo - tendencia, o tendencia más ciclo - y 2) que reflejaría variaciones de la serie por razones de estacionalidad. Los movimientos cíclicos raramente tienen un tratamiento independiente y los de carácter irregular forman el residuo o término de error que servirá para analizar la propia bondad de la aplicación realizada. En definitiva, la serie se considera formada por:

$$Y = T * S$$

Significa que el valor original de una serie es el resultado de multiplicar un valor de tendencia por un factor de estacionalidad (de media 1 o 100, en índice). No obstante, los tratamientos que se muestran en este capítulo son generalizables al esquema aditivo, o incluso a esquemas mixtos.

Tendencia

La tendencia es aquel componente de una serie económica vinculada al movimiento a largo plazo de la misma. Se trata del patrón regular de comportamiento a largo plazo, sea éste creciente o decreciente. Por ejemplo, la inflación es un proceso inherente a casi todas las economías en mayor o menor grado. Por ello, cabe esperar que el patrón de comportamiento regular de los índices de precios sea creciente. Se espera a largo plazo que los precios suban. Por ello, la serie estadística que recoge la evolución de los precios debe presentar un importante componente tendencial. Así aparece reflejado en el gráfico inferior, donde se recoge la evolución del IPC argentino (nivel general) desde 2004 hasta 2007 (promedio anual), base 1999=100.

La clave es comprender que, más allá de subas y bajas parciales (de un mes a otro) existe una clara tendencia al crecimiento de esta variable.

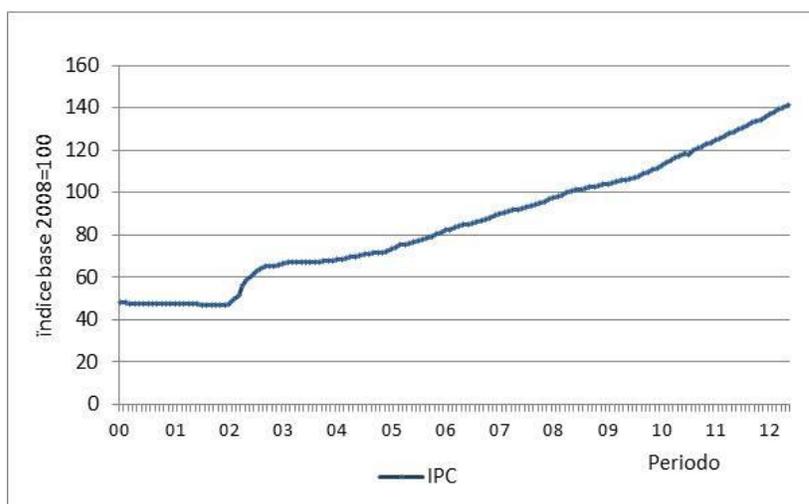


Figura 14.12 Índice de Precios al Consumidor

En general puede decirse que la tendencia puede ser aislada o eliminada de muy diferentes formas como son, por ejemplo:

- Cálculo de las diferencias entre valores de la serie original (diferenciación sucesiva).
- Ajuste de funciones matemáticas.
- Media móvil simple, ponderada o alisado exponencial.

Ciclo

El ciclo es aquel componente de la serie vinculado a oscilaciones a medio plazo. Se suele considerar que no presenta un movimiento con patrón uniforme único, como la tendencia o la estacionalidad, por lo que hablamos de oscilaciones en períodos superiores al año, aspecto que sirve, entre otros, para distinguirlo de la estacionalidad. En la práctica, se supone que en una serie económica se solapan distintos ciclos, por lo que es habitual considerar conjuntamente este componente con la tendencia, en uno único que refleje movimientos de la serie a largo plazo, frente a movimientos causados por la estacionalidad.

Estacionalidad

La estacionalidad es una componente que se presenta en series de frecuencia inferior a la anual (mensual, trimestral,...), y supone oscilaciones a corto plazo de período regular, inferior al año y amplitud regular. Se trata de la componente que introduce los matices más interesantes de cara a la predicción. En general, todas las series de frecuencia inferior a la anual presentan en mayor o menor medida estacionalidad.

Ejemplo. En el gráfico se recoge la evolución del Índice de Producción industrial de Río Cuarto y Argentina, desde enero de 2005 hasta Febrero de 2008. Son datos mensuales, en base 2004=100, obtenidos de la Estimador Mensual Industrial que elabora el INDEC para Argentina y la Municipalidad de Río Cuarto para la ciudad. Se podría discutir si la serie presenta nítidamente tendencia o ciclo (realmente es un período muy pequeño (para detectarlo gráficamente), pero este es un ejemplo de serie con estacionalidad. Obsérvese que la serie presenta un comportamiento en los distintos meses de cada año muy similar. Todos los años la serie parece crecer en los primeros meses, decae ligeramente en abril, y, sobre todo, sufre una drástica caída de forma sistemática en el mes de enero. Y así año tras año. Se detecta pues un patrón regular. Efectivamente, esa evolución de la serie responde a hechos sencillos. En los meses de enero y de abril (si en este mes cae la Semana Santa) las empresas notan la disminución en su producción debido a las vacaciones. Eso es estacionalidad.

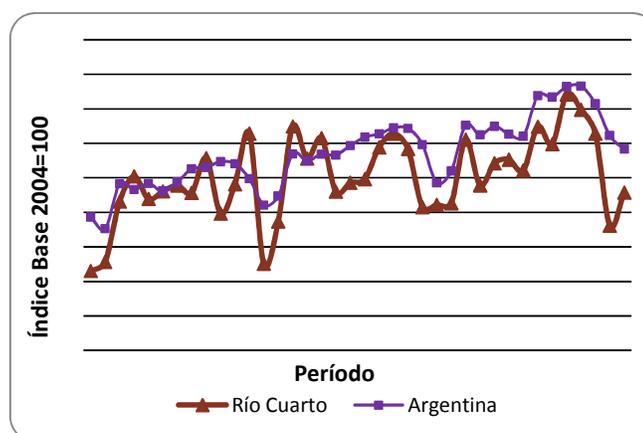


Figura 14.13 Estimador Mensual Industrial (EMI)

Los procedimientos para obtener el componente estacional de la serie se analizarán con detalle en epígrafes posteriores.

Componente irregular

También llamado residual o aleatorio. El aspecto importante de este componente es que no sigue algún patrón sistemático de comportamiento que se pueda modelizar. En todo caso, los residuos se utilizan para comprobar la bondad de la aplicación realizada.

Una digresión: Relativas Cíclicas - Irregulares

El factor componente de una serie de tiempo que se estudia con más frecuencia es la tendencia. El estudio primario de la tendencia sirve para fines predictivos.

Para obtener alguna impresión visual de los movimientos generales a largo plazo en una serie de tiempo, se construye una gráfica en la cual se trazan los datos observados (variables dependientes) y los períodos de tiempo (variables independientes).

Si fuera posible ajustar en forma adecuada una tendencia lineal a los datos, los dos métodos en uso más extenso para ajustes de tendencias, son el de los mínimos cuadrados y el de la doble suavización exponencial.

Sin embargo, si los datos de la serie de tiempo indican algún movimiento curvilíneo descendente o ascendente a largo plazo, los dos métodos en mayor uso para el ajuste de tendencias son el de los mínimos cuadrados y el de la triple suavización exponencial.

- 1) **Método de los mínimos cuadrados:** El método de los mínimos cuadrados permite ajustar una línea recta de la forma:

$$\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X_i$$

De modo que los valores que se calculen para los dos coeficientes cumplan con el siguiente requisito: minimizar la suma de las diferencias al cuadrado entre cada valor observado en los datos y cada valor estimado a lo largo de la línea de tendencia, es decir:

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \text{mínimo}$$

Para obtener la recta estimada se calcula la pendiente y la intercepción con:

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{n}}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n}} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\hat{\alpha} = \bar{Y} - \hat{\beta}\bar{X}$$

Una vez obtenida la línea $\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X_i$, se pueden substituir los valores de X_i en la ecuación para predecir diversos valores para Y_i .

Al trabajar con datos de una serie de tiempo deben codificarse los valores de X_i asignándole códigos crecientes de enteros: 1, 2, 3, 4, ..., n.

2) Aislamiento y eliminación de la tendencia.

Se estudió la tendencia como una ayuda para el pronóstico a corto plazo. Pero los economistas, o los pronosticadores de negocios, también pueden desear el estudio de la tendencia de modo que, los factores que influyen en ella, se puedan eliminar del modelo multiplicativo de series de tiempo clásico y, por tanto, proveer la estructura para el pronóstico a corto plazo de la actividad general de los negocios. El procedimiento de aislar y eliminar un factor componente de los datos, se llama descomposición de las series de tiempo.

Como el método de los mínimos cuadrados provee valores \hat{Y}_i de tendencia "ajustados" para cada año en la serie, se puede eliminar con facilidad la componente de tendencia del modelo multiplicativo de series de tiempo clásico (porque en cualquier año dado la componente de la tendencia, se estima con \hat{Y}_i).

Por tanto, la componente de la tendencia se puede eliminar mediante una división en el modelo multiplicativo

$$\frac{Y_i}{\hat{Y}_i} = \frac{T_i C_i I_i}{\hat{Y}_i}$$

Pero como $\hat{Y}_i = T_i$ se tiene:

$$\frac{Y_i}{\hat{Y}_i} = \frac{T_i C_i I_i}{T_i} = C_i I_i$$

Las proporciones entre los valores observados y los valores de las tendencias ajustadas, Y_i/\hat{Y}_i que se calculan cada año en la serie, se llaman **relativas cíclicas-irregulares**. Estos valores, que fluctúan alrededor de una base de 1.0, muestran la actividad tanto cíclica como irregular en la serie.

Ejemplo. La serie de tiempo presentada en la tabla y trazada en la figura, representa los pagos anuales (en miles de millones de dólares) a las compañías de seguros de vida, tanto por intereses sobre préstamos con garantía de la póliza como por primas fraccionadas en el período de 10 años de 1967 a 1976.

PRÉSTAMOS ANUALES SOBRE PÓLIZAS Y PRIMAS FRACCIONADAS DE COMPAÑÍAS DE SEGUROS DE VIDA (1967 - 1976)						
Año	X	Y	$(X_i - \bar{X})$	$(Y_i - \bar{Y})$	$(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1967	1	10,1	-4,5	-7,9	35,5	20,3
1968	2	11,3	-3,5	-6,7	23,4	12,3
1969	3	13,8	-2,5	-4,2	10,5	6,3
1970	4	16,1	-1,5	-1,9	2,8	2,3
1971	5	17,1	-0,5	-0,9	0,4	0,3
1972	6	18	0,5	0,0	0,0	0,3
1973	7	20,2	1,5	2,2	3,3	2,3
1974	8	22,9	2,5	4,9	12,3	6,3
1975	9	24,5	3,5	6,5	22,8	12,3
1976	10	25,9	4,5	7,9	35,6	20,3
n = 10	55	179,9	0	0,0	146,7	82,5

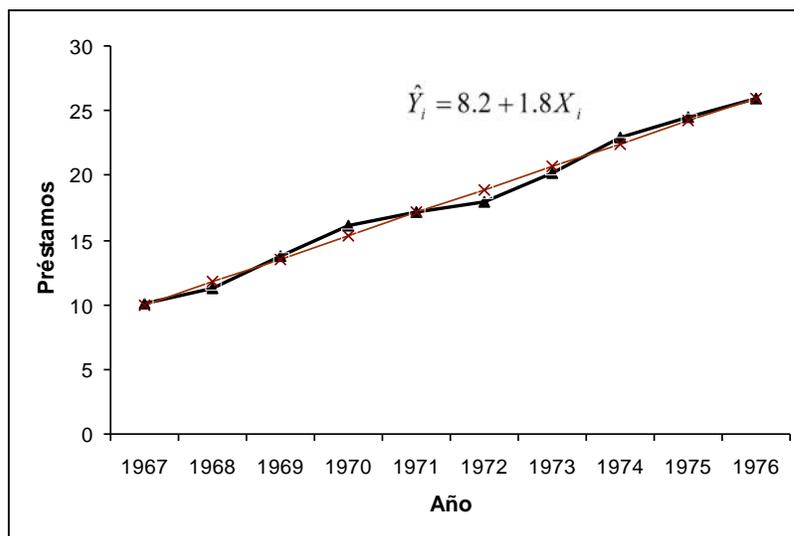


Figura 14.14. Pagos anuales a las compañías de seguro - Evolución

Se determina que:

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \frac{146.7}{82.5} = 1.8$$

y dado que:

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} = \frac{179.9}{10} = 17.99$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{55}{10} = 5.5$$

$$\hat{\alpha} = \bar{Y} - \hat{\beta}\bar{X} = 17.99 - 1.8 * 5.5 = 8.2$$

Se tiene:

$$\hat{Y}_i = 8.2 + 1.8 X_i$$

La intercepción $\hat{\alpha} = 8.2$, es el valor ajustado de la tendencia que refleja la cantidad de dinero (en miles de millones de dólares) pagado a las compañías de seguros de vida por intereses por préstamos con garantía de la póliza y por primas fraccionadas durante el año 1966. La pendiente $\hat{\beta} = 1.8$, indica que tales pagos van aumentando a razón de 1.800 millones de dólares por año.

Para ajustar la línea de tendencia a los años observados de la serie, sólo se substituyen los valores codificados correspondientes a X_i en la ecuación. Por ejemplo, en el año 1975, en donde $X_{1975} = 9$, el valor predicho (ajustado) de la tendencia, se expresa con:

$$\hat{Y}_i = 8.2 + 1.8 * 9 = 24.2 \text{ miles de millones de dólares}$$

Para usar la recta de tendencia en predicción, se puede proyectar la línea ajustada hacia el futuro mediante extrapolación matemática. Por ejemplo, para predecir la tendencia en los pagos para el año 1977, se substituye $X_{1977} = 11$, el código para el año 1977, en la ecuación y se pronostica que la tendencia será:

$$\hat{Y}_i = 8.2 + 1.8 * 11 = 28 \text{ miles de millones de dólares}$$

Los cálculos de las relativas cíclicas-irregulares se muestran en la siguiente tabla, para los datos de las series de tiempo de 10 años que reflejan los pagos anuales a las compañías de seguros por intereses de préstamos con garantía de póliza y por pago de primas fraccionadas. Los valores de tendencia ajustada [columna (4)], se determinan con solo substituir los valores apropiados con el código x [columna (2)], al modelo de tendencia lineal obtenido con el método de los mínimos cuadrados. Para cada año en la serie, se ve que el valor observado [columna (3)], se divide después entre el valor de tendencia ajustada [columna (4)] para producir la relativa cíclica-irregular [columna (5)].

OBTENCIÓN DE LAS RELATIVAS CÍCLICAS - IRREGULARES				
Año (1)	X_i (2)	Y_i (3)	$\hat{Y}_i = 8.2 + 1.8X_i$ (4)	Y_i/\hat{Y}_i (5)
1967	1	10,1	10	1,010
1968	2	11,3	11,8	0,958
1969	3	13,8	13,6	1,015
1970	4	16,1	15,4	1,045
1971	5	17,1	17,2	0,994
1972	6	18	19	0,947
1973	7	20,2	20,8	0,971
1974	8	22,9	22,6	1,013
1975	9	24,5	24,4	1,004
1976	10	25,9	26,2	0,989

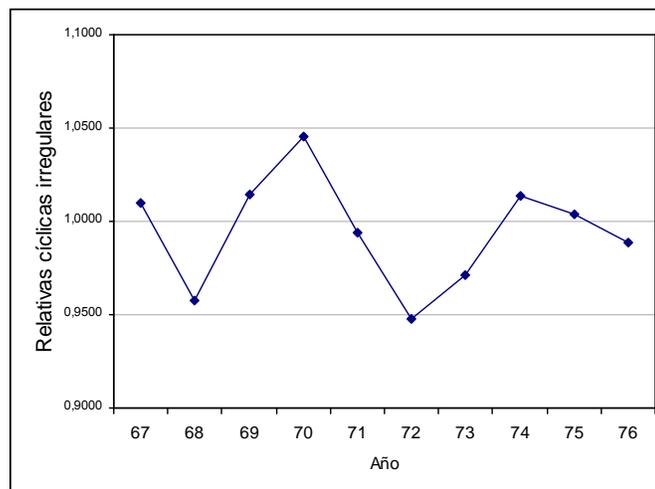


Figura 14.15. Pagos anuales a las compañías de seguro – Relativas cíclicas irregulares

14.4.2 La necesidad de información: los datos, su localización y su tratamiento elemental.

La mayor parte de las técnicas de predicción hacen uso de información histórica, la que queda cuantificada en series estadísticas. Las técnicas de predicción requieren datos de varios años sobre la variable a predecir. A continuación se analizan tres aspectos: ¿Qué tipos de datos se pueden encontrar en el análisis económico? ¿Dónde hallar tales datos? ¿Qué tratamientos especiales aplicar a esos datos?

Tipos de datos.

Las técnicas de predicción, habitualmente, exigen disponer de datos suficientes sobre el fenómeno a predecir. En general, se distinguen tres tipos de datos:

Series temporales (serie cronológica o histórica). Son valores de una variable a lo largo del tiempo, es decir, una serie temporal son un conjunto de observaciones, en general de frecuencia regular, sobre una variable determinada, para distintos momentos de tiempo. Ejemplos son los datos anuales de la Producción de Cereales, los trimestrales del PIB, los indicadores mensuales de coyuntura económica, la evolución de ventas de empresa, etc.

Un concepto muy importante relacionado con los datos de series temporales es el de *frecuencia*. Por tal entendemos el período de tiempo que separa dos de sus datos, bien entendido que cuanto menor es el período transcurrido, mayor es la frecuencia de los datos. En general, los datos que manejaremos presentan frecuencia anual, mensual o trimestral.

Datos de corte transversal (cross section): Son valores para diferentes sujetos en un momento dado, esto es, son un conjunto de observaciones de distintos individuos o elementos relativos a un mismo momento de tiempo. El ejemplo clásico de datos de corte transversal lo constituye la Encuesta Permanente de Hogares (Joseph A Schumpeter) realizada por el INDEC. En esta encuesta se entrevista a un número determinado de familias para determinar distintas variables sobre trabajo de los habitantes del país, en un momento de tiempo específico.

Datos de Panel (Panel data): Los datos de panel son una combinación de datos de serie temporal y de datos de corte transversal. En los datos de panel se obtienen observaciones sobre distintas unidades en diversos momentos de tiempo, bien entendido que al menos en una parte de las unidades a las que se recaba información no varían en los distintos períodos de tiempo. La Encuesta Mensual Industrial (EMI) que elabora el INDEC constituye un ejemplo de datos de panel. Se entrevista mensualmente a un número considerable de empresas y se realiza un análisis sectorial. Se podría realizar el análisis solo de la serie agregada o de un determinado sector. Cuando se analizan las dos cosas en forma conjunta se hace un análisis de datos de panel. Como se verá en unidades posteriores este caso merece un estudio econométrico particular.

Observación: En predicción elemental se utilizan datos de series temporales, si bien, la simulación y algunas técnicas avanzadas de predicción también hacen uso de los otros tipos. También es importante mencionar que es posible incorporar en el análisis información cualitativa. Además, parte de esa información puede, fácilmente, cuantificarse. Algunos casos son: 1) Cuantificaciones inmediatas de aspectos inicialmente cualitativos; 2) Mediciones indirectas de variables cualitativas, como un índice de expectativas de los consumidores; 3) Relaciones de orden y no cuantificaciones estrictas de las variables, como en el caso de establecimiento de semejanzas y preferencias; y 4) Variables definidas por su pertenencia o no a un conjunto, por ejemplo renta alta, baja o media.

Localización de la información.

La información contenida en las series estadísticas puede provenir de diversas fuentes alternativas:

Información directa (Fuentes primarias): Se genera la información específica que requiere el análisis a realizar. A su vez, se puede recurrir a los registros propios de la empresa o institución a la que atañe la predicción, o bien a mediciones directas realizadas específicamente para el desarrollo de la aplicación, por ejemplo a través de encuestas.

Utilización de estadísticas previamente generadas por otros organismos (Fuentes secundarias): Esta es la situación más común y puede consistir tanto en publicaciones estadísticas o bancos de datos. Las posibilidades que ofrecen las tecnologías de la información y las comunicaciones facilitan la obtención de datos.

Hoy en día cualquiera de los proveedores de información estadística (institutos regionales de estadística, bancos, centros de investigación, etc.) proporcionan innumerables datos vía electrónica.

Tratamiento de los datos.

Una vez localizadas las fuentes estadísticas es frecuente, como paso previo y en multitud de casos imprescindible, la realización de algunos tratamientos que garanticen la bondad y significatividad de los resultados obtenidos en las distintas aplicaciones.

Se hace necesario disponer de series estadísticas homogéneas que no presenten discontinuidades, que estén medidas en las mismas unidades y lo más actualizadas posibles. Por todo ello se dispone de una serie de procedimientos para tratar los problemas más frecuentes que pueden presentarse en los procesos de obtención de información.

Deflación de series estadísticas. El primero de los procedimientos, que merece una especial atención por su singularidad, es el de la deflación de series estadísticas. Uno de los principales problemas que presenta el manejo de las series estadísticas es que mayoritariamente son magnitudes económicas expresadas en precios. Esto, que en última instancia es lo que permite la realización de comparaciones entre magnitudes que encierran conceptos heterogéneos, tiene un serio problema, ya que habitualmente se presentan en términos corrientes. Como se sabe, una magnitud monetaria se dice que está expresada en términos corrientes si dicha magnitud se encuentra valorada a los precios del periodo en que se mide. Por el contrario una magnitud se dice que está expresada en precios constantes base t si dicha magnitud se ha valorado a los precios de un determinado periodo t .

El problema, queda planteado en los siguientes términos: se dispone de una serie estadística expresada en términos corrientes (*en pesos corrientes*) y se desea realizar una comparación entre dos períodos distintos, puesto que la serie no es homogénea, hay que expresar la serie en términos constantes (*en pesos constantes*) para poder hacer la comparación. Para pasar de una serie en pesos corrientes a una en pesos constantes hay que dividir la serie en términos corrientes por el cociente entre el índice de precios (que corresponda) del período corriente sobre el índice de precio del período base, eliminando, de esta manera, la influencia de los precios. De esta forma, las conclusiones a las que se llegan, como por ejemplo el cálculo de crecimiento de los distintos agregados económicos, serían en *valores reales*, frente a la posibilidad alternativa, en cuyo caso se habla de crecimientos en *valores nominales*.

El paso de una serie en unidades monetarias corrientes a una en unidades constantes se conoce con el nombre de *deflación de la serie* y al índice elegido para efectuar dicha transformación se le llama *deflactor*, que técnicamente es definido como el índice de precios que se obtiene por comparación entre una magnitud en términos corrientes y la misma magnitud en pesos constantes. La base de ese índice de precios será, evidentemente, la base en que venga expresada la magnitud en pesos constantes.

Cambios de base. Con cierta frecuencia el analista suele encontrarse con que las series con las que trabaja vayan cambiando los periodos de referencia, y ello sin necesidad de que haya ocurrido un cambio metodológico. Pero a veces resulta interesante en sí mismo cambiar esta base de referencia de la magnitud medida en términos constantes, para conseguir que tal magnitud sea representativa de la dinámica del fenómeno que se está explicando.

Para realizar esta operación es suficiente con cambiar la base de referencia del deflactor y después aplicarse sobre la magnitud en corrientes. Para realizar el cambio de base basta con disponer del valor del deflactor inicial en el nuevo año base para, a continuación, realizar una sencilla regla de tres. Debe entenderse que, obviamente, el crecimiento de una magnitud en constantes es el mismo independientemente de la base en la que se exprese el deflactor.

Cambios metodológicos. Un problema algo más complejo resulta cuando se efectúan cambios metodológicos en los procesos de elaboración de series estadísticas, como los que habitualmente se realizan en los sistemas de cuentas nacionales, o en la medición del desempleo, y que en principio obligaría a disponer de toda la información original para poder reconstruir las series de acuerdo con la nueva metodología. Sin embargo, en los casos en los que se presente este problema, se suele acudir a procedimientos pragmáticos para la obtención de una serie homogénea.

14.4.3 Medias móviles

Se trata de una técnica que utiliza información estadística pasada, y es considerada como técnica naïve (en sentido amplio) y de alisado.

La técnica de medias móviles construye una nueva serie a partir de la media de un número determinado de datos, en la que se va añadiendo sucesivamente un dato nuevo y quitando, al mismo tiempo, el más antiguo de los datos incluidos en la media anterior.

La expresión general de una media móvil de orden S consistiría en calcular una serie que para cada momento t toma el siguiente valor:

$$M_t = \frac{y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-s+1}}{s}$$

La técnica se aplica óptimamente en series sin tendencia ni estacionalidad. En ese caso, la predicción se realiza con la última media móvil calculada, es decir:

$$\hat{y}_{t+1} = M_t$$

Cuando hay tendencia, debe corregirse el efecto del incremento medio anual; es decir, para predecir valores mensuales:

$$\hat{y}_{t+1} = M_t + \frac{y_t - y_{t-12}}{12}$$

Este resultado es similar a calcular

$$\hat{y}_{t+1} = y_t + \Delta \hat{y}_{t+1} = y_t + M_t = y_t + \frac{y_t - y_{t-12}}{12}$$

Cuando la serie presenta estacionalidad, la media móvil debe ser corregida por coeficientes de estacionalidad, tal y como se desarrollará posteriormente.

Versiones alternativas consistirían en atribuir ponderaciones distintas a cada valor incluido en la media móvil (normalmente más ponderación con el dato más próximo); es decir, calcular *medias móviles ponderadas* y *dobles medias*, tal y como se desarrolla en el ejemplo 5.

No existen criterios generales sobre el orden adecuado de la media móvil.

¿Qué es un método naïve?

En general, y aplicado a múltiples contextos, es frecuente denominar como *naïve* (ingenuo) a aquel procedimiento de predicción que repite de forma mecánica un comportamiento pasado. De hecho, gran parte de las técnicas que se estudian en este acápite se pueden calificar de *naïve*.

Por ejemplo, el conocido como *modelo naïve I* realiza predicción asumiendo que el valor futuro (en el período $t + 1$) de una variable (es decir, el valor predicho, \hat{y}_{t+1}) coincide con el valor actual (el valor de la variable en el momento t), es decir:

$$\hat{y}_{t+1} = y_t$$

Una versión alternativa, conocido como *modelo naïve II*, asumiría no la igualdad del valor sino del incremento, es decir:

$$\hat{Y}_{t+1} - y_t = y_t - y_{t-1}$$

Obviamente, se trata de procedimientos muy simples, por lo que se puede utilizar como predicción el valor medio de un período, en lugar de sólo el último:

$$\hat{Y}_{t+1} = \bar{y}$$

Sin embargo esto sólo sería aconsejable cuando la variable o serie no tuviese tendencia, sino que oscilase aleatoriamente entorno a la media. *En ese caso, la media es el valor más probable de predicción.*

Como la mayor parte de las series económicas presentan tendencia (piénsese en una serie como el PIB, que más allá de caídas puntuales, muestra tendencia ascendente a lo largo del tiempo), se pueden elaborar alternativas igualmente “ingenuas”. Una primera consiste en añadir en el modelo *naïve I* un término de tendencia, dada una tasa c de crecimiento constante, es decir:

$$\hat{Y}_{t+1} = (1 + c) \cdot y_t$$

Una segunda opción consiste en eliminar la tendencia de la serie, predecir la nueva serie y posteriormente añadir la tendencia. Para ello suele ser suficiente con calcular la primera

diferencia de la serie; es decir, si Δy_t representa la serie en diferencias, se trata de calcular para cada momento de tiempo la expresión:

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$$

En todo caso, si se trabaja con medias aritméticas como predictor aplicadas a la serie en incrementos, se estaría utilizando la media de los incrementos, que es igual al recorrido de la serie en niveles (primer valor menos último), dividido por el número de períodos. Es decir:

$$\bar{\Delta y}_t = \frac{[(y_t - y_{t-1}) + (y_{t-1} - y_{t-2}) + \dots + (y_1 - y_0)]}{n} = \frac{(y_t - y_0)}{n}$$

Con lo que para predecir el incremento en la serie se haría:

$$\Delta \hat{y}_{t+1} = \bar{\Delta y}_t = \frac{(y_t - y_0)}{n}$$

De forma que la predicción de la serie en niveles adoptaría la expresión:

$$\hat{y}_{t+1} = y_t + \Delta \hat{y}_{t+1} = y_t + \frac{(y_t - y_0)}{n}$$

La práctica operativa de este procedimiento exigiría calcular, período a período, la media de los incrementos en los valores de la serie para todo el período muestral para actualizar la predicción. Ello introduce, además de falta de economicidad, dos problemas:

- 1) cuando el período muestral es muy extenso se corre el riesgo de que cambios estructurales (es decir, cambios sustanciales en el comportamiento del fenómeno) acontecidos en un momento determinado no queden reflejados correctamente, puesto que el valor de predicción se forma con todo el período muestral y no sólo con los más recientes.
- 2) con períodos muestrales cortos se presenta el problema de la estacionalidad. Algunas series económicas presentan valores atípicos (por exceso o por defecto) en determinados períodos del año. Por ejemplo, la producción industrial cae de forma muy relevante en enero. A la hora de predecir el valor de tal serie en un mes como febrero, la inclusión de un mes como enero en el cálculo de la media puede infravalorar el valor de predicción.

Por todo ello, es más frecuente utilizar la técnica conocida como *medias móviles*.

¿Qué es un método de alisado?

Reciben este nombre aquellas técnicas, como las medias móviles o el alisado exponencial, que “alisan”, en el sentido de moderar, las variaciones que una serie económica pueda presentar, sean estas estacionales (sólo en determinados momentos del año), cíclicas (recurrentes cada ciertos años, es decir, debidas al momento del ciclo económico) o irregulares. Con frecuencia

resulta de interés eliminar estos comportamientos, puesto que introducen ruido y, con frecuencia, no ayudan en la predicción. En última instancia, estas técnicas provocan que la serie presente un comportamiento más estable.

La técnica de medias móviles, en sus múltiples variantes, provoca esta circunstancia en las series económica, tanto más cuanto mayor sea el número de términos en la media móvil. Esto se observa con claridad con un ejemplo como el recogido en la Figura 14.16. Se ha representado la serie original utilizada en el Ejemplo 5 (a continuación), junto con la media móvil simple de tres (M3t) y de seis términos (M6t). Aprecie cómo, efectivamente, la técnica modera las variaciones de la serie.

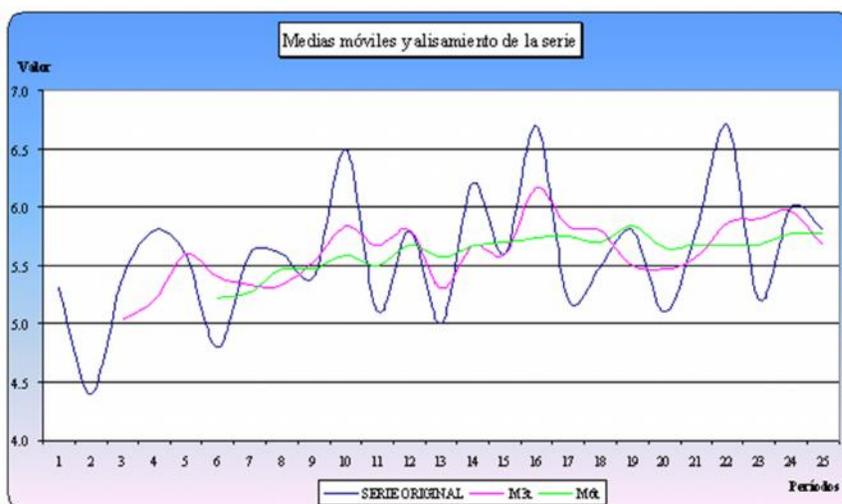


Figura 14.16 Medias móviles y asilamiento exponencial

Ejemplo: Cálculo de Medias móviles

Una empresa decide aplicar la técnica de medias móviles como método rápido y sencillo de predicción de ventas, a efectos de determinar las necesidades de personal temporal de ventas en un período normal (sin oscilaciones estacionales ni tendencia, al menos especialmente significativas). A partir de la serie y (ventas semanales en millones de pesos), se pide calcular en excel:

Medias móviles asimétricas de tres términos (M3t).

Medias móviles asimétricas de seis términos (M6t).

Medias móviles asimétricas ponderadas de tres términos y ponderaciones 3, 2, 1 (M3wt).

Doble media móvil de tres y tres términos (M3.3t).

Además realice predicción para dos períodos. Utilice para todo ello la información de la Figura 14.17. Para trabajar copie esta tabla en un libro Excel (observe que el primer dato esté ubicado en la **CELDA B17 Y SE REFIERA AL PERÍODO 1** y siga la solución para cada apartado que se detalla a continuación).

a) MEDIAS MÓVILES DE TRES TÉRMINOS.

La media móvil de tres términos se calcularía asignando a cada momento del tiempo (t) el resultado de sumar los valores de serie y en el momento t, t-1, y t-2, y dividir por 3. Por ejemplo, la media móvil de orden 3 para el período 10 se calcularía como $(6,5+5,4+5,6)/3 = 5,83$.

Para el cálculo en Excel sitúese en la celda D19 y escriba en lenguaje Excel la fórmula de la media móvil de ese período de tiempo, es decir, $=(C19+C18+C17)/3$ y pulse INTRO. Vuelva a marcar la celda D19 y sitúe el cursor en la esquina inferior derecha, hasta que el cursor se transforme en forma de aspa. Haga CLICK y arrastre el cursor hasta D41. Excel generará automáticamente la media móvil para toda la serie.

Para realizar la predicción para el período 26, asumimos como predicción el último valor de la serie de medias móviles, es decir, la predicción de la serie y en 26 es igual a M3t en el período 25. La predicción en el período 27 exigiría calcular la media móvil de orden 3. Para ello utilizaremos el valor de predicción en el período 26, y los valores de la serie y en los períodos 24 y 25.

	A	B	C	D	E	F	G
16		Periodo	VENTAS	M3t	M6t	M3wt	M3.3t
17		1	5,3	--	--	--	--
18		2	4,4	--	--	--	--
19		3	5,4		--		--
20		4	5,8		--		--
21		5	5,6		--		
22		6	4,8				
23		7	5,6				
24		8	5,6				
25		9	5,4				
26		10	6,5				
27		11	5,1				
28		12	5,8				
29		13	5,0				
30		14	6,2				
31		15	5,6				
32		16	6,7				
33		17	5,2				
34		18	5,5				
35		19	5,8				
36		20	5,1				
37		21	5,8				
38		22	6,7				
39		23	5,2				
40		24	6,0				
41		25	5,8				
42	Predicción	26	--				
43		27	--				

Figura 14.17 Ventas semanales

En lenguaje Excel, escribiríamos en la celda D42, la fórmula =D41, mientras que en la celda D43 escribiríamos =(D42+C41+C40)/3.

b) MEDIAS MÓVILES DE SEIS TÉRMINOS.

La media móvil de seis términos se calcula en forma análoga. Por ejemplo, la media móvil de orden 6 para el período 10 se calcularía como $(6,5+5,4+5,6+5,6+4,8+5,6)/6 = 5,58$.

En Excel la fórmula de la media móvil para el primer período posible, el 6, sería $(C22+C21+C20+C19+C18+C17)/6$. La predicción del período 26 se formularía como =E41, y la del período 27 como =(E42+C41+C40+C39+C38+C37)/6.

c) MEDIAS MÓVILES PONDERADAS DE TRES TÉRMINOS.

El cálculo es semejante, pero ahora atribuimos a cada valor de la serie y la ponderación correspondiente. Por ejemplo, la media móvil de orden 3 para el período 10 se calcularía como el cociente entre el resultado de $(6,5 \times 3)+(5,4 \times 2)+(5,6 \times 1)$, y la suma de las ponderaciones, es decir $(3+2+1)$. Por tanto el valor para el período 10 sería igual a $(35,9/6)=5,98$. En lenguaje Excel se anota en la celda F19 la fórmula $=(3*C19+2*C18+1*C17)/(3+2+1)$, y arrastraríamos el resultado hasta la celda F41.

Para la predicción se actúa en forma análoga a las anteriores. La predicción para el período 26 sería la media móvil obtenida en el período 25 (=F41), mientras que para la predicción del período 27, se calcularía la medida móvil ponderada incluyendo el valor predicho para el período 26, $=(3*F42+2*C41+1*C40)/(3+2+1)$.

d) DOBLE MEDIA MÓVIL DE TRES Y TRES TÉRMINOS.

Se distinguen dos cálculos: en el primero se calcula la media móvil simple de orden 3 (punto a). En el segundo cálculo, se elabora una media móvil de orden 3 a partir de la serie obtenida por media móvil simple. Por ejemplo, el valor asignado a la doble media móvil de orden 3, para el período 10 viene dada por los valores de la media móvil simple de orden 3 para el período 10, 9 y 8. En definitiva, se calcularía como $(5,8+5,5+5,3)/3 = 5,53$.

Por tanto, en lenguaje Excel anotaríamos en la celda G20 la fórmula $=(D21+D20+D19)/3$, arrastrando hasta G41. La predicción para el período 26 se obtendría como $=(G41+D41+D40)/3$, mientras que la predicción del período 27 se obtiene a partir de la fórmula $=(G42+G41+D41)/3$. En definitiva, los resultados que obtenga deben ser similares a los recogidos en la siguiente tabla de la hoja Resultados. Además se recoge el error cuadrático medio (ECM) y el porcentaje de error absoluto medio (PEAM) de cada variante de predicción.

En la Figura 14.18 se recogen los resultados. Además se calcula el error cuadrático medio (ECM) y el porcentaje de error absoluto medio (PEAM) de cada variante de predicción.

En la Figura 14.19 se ilustran los valores observados de la variable ventas y sus pronósticos, que refleja el modo en que estas variantes de predicción transforman la serie original. Obsérvese, en especial, el modo en que las técnicas "alisan" los valores originales, obteniendo una serie con menor variabilidad.

Periodo	Datos	Medias Móviles				Errores cuadráticos medios				Porcentajes medios de error absoluto			
	VENTAS	M3t	M6t	M3wt	M3.3t	ECM(M3t)	ECM(M6t)	ECM(M3wt)	ECM(M3.3t)	PEAM(M3t)	PEAM(M6t)	PEAM(M3wt)	PEAM(M3.3t)
1	5,3					---	---	---	---	---	---	---	---
2	4,4					---	---	---	---	---	---	---	---
3	5,4	5,0		5,1		0,13	---	0,12	---	6,79	---	6,48	---
4	5,8	5,2		5,4		0,36	---	0,13	---	10,34	---	6,32	---
5	5,6	5,6		5,6	5,3	0,00	---	0,00	0,10	0,00	---	0,60	5,75
6	4,8	5,4	5,2	5,2	5,4	0,36	0,17	0,19	0,36	12,50	8,68	9,03	12,50
7	5,6	5,3	5,3	5,3	5,4	0,07	0,11	0,07	0,02	4,76	5,95	4,76	2,78
8	5,6	5,3	5,5	5,5	5,4	0,07	0,02	0,02	0,06	4,76	2,38	2,38	4,37
9	5,4	5,5	5,5	5,5	5,4	0,02	0,00	0,01	0,00	2,47	1,23	1,85	0,00
10	6,5	5,8	5,6	6,0	5,6	0,44	0,84	0,27	0,87	10,26	14,10	7,95	14,36
11	5,1	5,7	5,5	5,6	5,7	0,32	0,16	0,27	0,33	11,11	7,84	10,13	11,33
12	5,8	5,8	5,7	5,7	5,8	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	2,30	2,01	0,57
13	5,0	5,3	5,6	5,3	5,6	0,09	0,32	0,08	0,35	6,00	11,33	5,67	11,78
14	6,2	5,7	5,7	5,7	5,6	0,28	0,28	0,22	0,37	8,60	8,60	7,53	9,86
15	5,6	5,6	5,7	5,7	5,5	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	1,79	1,79	1,39
16	6,7	6,2	5,7	6,3	5,8	0,28	0,93	0,20	0,79	7,96	14,43	6,72	13,27
17	5,2	5,8	5,8	5,8	5,9	0,40	0,30	0,32	0,44	12,18	10,58	10,90	12,82
18	5,5	5,8	5,7	5,6	5,9	0,09	0,04	0,01	0,19	5,45	3,64	1,82	7,88
19	5,8	5,5	5,8	5,6	5,7	0,09	0,00	0,04	0,01	5,17	0,57	3,45	1,53
20	5,1	5,5	5,7	5,4	5,6	0,13	0,30	0,09	0,24	7,19	10,78	5,88	9,59
21	5,8	5,6	5,7	5,6	5,5	0,05	0,01	0,05	0,08	4,02	2,01	4,02	4,98
22	6,7	5,9	5,7	6,1	5,6	0,69	1,03	0,32	1,14	12,44	15,17	8,46	15,92
23	5,2	5,9	5,7	5,8	5,8	0,49	0,23	0,36	0,33	13,46	9,29	11,54	11,11
24	6,0	6,0	5,8	5,9	5,9	0,00	0,05	0,02	0,01	0,56	3,89	2,50	1,48
25	5,8	5,7	5,8	5,8	5,8	0,02	0,00	0,00	0,00	2,30	0,57	0,57	0,77
Predicción 26		5,7	5,8	5,8	5,8	---	---	---	---	---	---	---	---
Predicción 27		5,8	5,9	5,8	5,8	---	---	---	---	---	---	---	---

Figura 14.18 Pronóstico de ventas

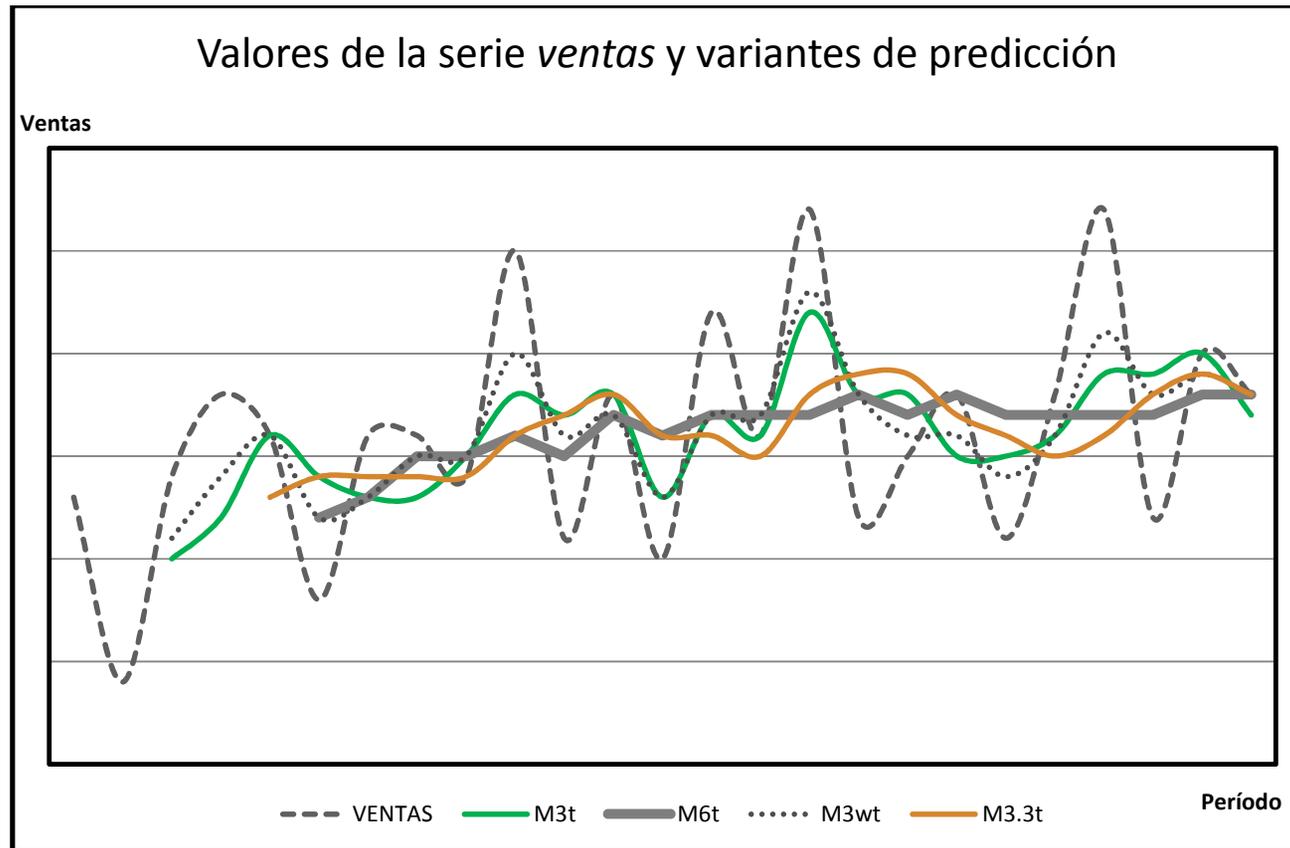


Figura 14.19 Valores observados y pronosticados de la variable Ventas

14.4.4 Alisado exponencial sin tendencia: el alisado simple

Este método consiste en una media móvil con ponderaciones decrecientes en forma de progresión geométrica:

$$M_t = r \cdot y_t + r \cdot (1-r)^1 \cdot y_{t-1} + r \cdot (1-r)^2 \cdot y_{t-2} + \dots$$

donde α es una constante que varía entre cero y uno, y la suma de los coeficientes de ponderación es uno.

El valor otorgado a la constante α determina el número de términos de la media móvil. Una vez elegido el valor de α y calculada la serie, se puede pasar a realizar predicción. Tal y como se ha descrito, esta técnica sólo es utilizable cuando la serie no presenta tendencia ni estacionalidad.

¿Cuál deber ser la constante α ?

Al coeficiente α se le debe atribuir un determinado valor comprendido entre cero y uno, y su elección tiene importantes consecuencias. En primer lugar, si el coeficiente está entre cero y la unidad, entonces los coeficientes que acompañan a cada valor de la serie original en el cálculo de la serie transformada, se convierten en coeficientes de ponderación cuya suma vale uno. Se demuestra que:

$$r + r \cdot (1-r)^1 + r \cdot (1-r)^2 + \dots = r \sum_{s=0}^{\infty} (1-r)^s = \frac{r}{1-(1-r)} = 1$$

Elo implica que cuanto mayor sea el valor del coeficiente α , menor será el número de términos incluido en la media móvil. Cuando $\alpha=1$, el valor de la media móvil coincide con el valor de la serie en el período. Cuando α se aproxima a cero, las ponderaciones son muy pequeñas y, por tanto, se incluyen gran número de términos. La relación entre el número de términos y el valor del coeficiente α es aproximadamente: $s = \frac{(2-r)}{r}$

La elección del parámetro α depende de las características de la serie objeto de estudio. Hoy en día, los programas de ordenador permiten el cálculo automático del valor óptimo de α , en el sentido de elegir aquel que minimiza el error cuadrático medio. En general, se considera que un α alto es indicativo de fuertes oscilaciones o de tendencia en la serie, lo que conlleva un reducido alisamiento para un mejor ajuste a esas oscilaciones. Por el contrario, para una serie con pequeñas oscilaciones irregulares se aconseja un α reducido (entre 0,01 y 0,4) que implica un fuerte alisado de la serie, al incluir un elevado número de términos.

¿Cómo predecir con alisado exponencial?

Como fórmula de predicción la media deberá empezar a calcularse comenzando por el último dato disponible, es decir:

$$\hat{y}_{t+1} = r \cdot y_t + r \cdot (1-r)^1 \cdot y_{t-1} + r \cdot (1-r)^2 \cdot y_{t-2} + \dots$$

por sustituciones sucesivas, se puede llegar a una expresión alternativa resumida:

$$\hat{y}_{t+1} = r \cdot y_t + (1-r) \cdot \hat{y}_t$$

lo que permite interpretar la predicción con alisado como una media ponderada de los valores previos anteriores reales y de predicción.

También se puede expresar la predicción en función del término de error $e_t = y_t - \hat{y}_t$:

$$\hat{y}_{t+1} = r \cdot y_t + (1-r) \cdot \hat{y}_t = r \cdot (\hat{y}_t + e_t) + (1-r) \cdot \hat{y}_t = r \cdot e_t$$

lo cual nos muestra que las variaciones del valor de predicción $\hat{y}_{t+1} - \hat{y}_t$ son una proporción, r , del error del período anterior:

$$\hat{y}_{t+1} - \hat{y}_t = r \cdot e_t$$

Ello implica que las predicciones sucesivas serán necesariamente iguales, al no disponer de los correspondientes errores y suponerse un valor nulo.

De todas las expresiones anteriores a efectos de cálculo suele utilizarse

$$\hat{y}_{t+1} = r \cdot y_t + (1-r) \cdot \hat{y}_t$$

que exige disponer de un valor para α y de un valor inicial de \hat{y}_t . Para esto último se suele adoptar el **primer valor de la serie**, $\hat{y}_1 = y_1$, o utilizando **la media de un número reducido de las primeras observaciones**.

¿Cómo influye la tendencia en las medias móviles?

El alisado exponencial, como cualquier otra media móvil sea ponderada o no, sólo es utilizable cuando la serie económica original no presenta tendencia, lo cual, como sabemos, no suele ocurrir en la mayor parte de las series económicas.

En el caso de una media móvil simple (sin ponderación), los valores estimados estarán, por ejemplo, sistemáticamente por debajo de los reales cuando existe una tendencia creciente. Para la misma serie, pero utilizando alisado exponencial, el valor óptimo de α será la unidad, ya que, aunque incorporando un sesgo sistemático, éste sería el más reducido posible. Calculando los valores de predicción históricos con $\alpha = 1$, resulta que $\hat{y}_t = y_{t-1}$, con el correspondiente sesgo en una serie con tendencia. Así, para una serie tal como los diez primeros enteros, una media móvil de orden 3 y el mencionado alisado darían los resultados de la Figura 14.20.

t	y_t	\hat{y}_t
1	3	---
2	1	---
3	2	2
4	3	3
5	4	4
6	5	5
7	6	6
8	7	7
9	8	8
10	9	9
---	10	9
---	10	9,3
---	10	9,4
---	10	9,3
---	10	9,3

Figura 14.20

En la Figura 14.21 puede verse la evolución de la predicción (que se corresponde con los datos en cursiva de la tabla), con la característica de estabilidad de las predicciones al nivel del último dato de la serie y con la posibilidad de elección inicial del valor seleccionado para el primer dato de alisado (en este caso $\hat{y} = 3$ de los cinco primeros datos de la serie original).

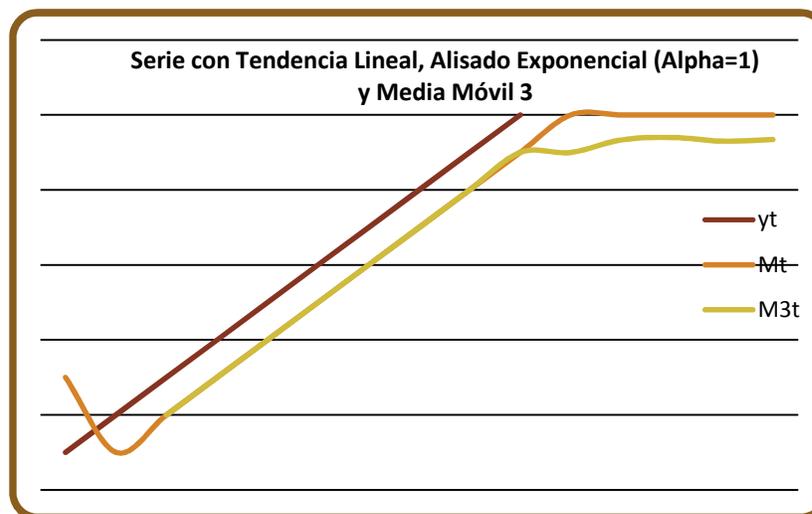


Figura 14.21

El problema es similar ante un cambio en el nivel de la serie. Como se aprecia en la Figura 14.22, con una media móvil simple, se centra el sesgo en los periodos inmediatos al cambio:

y_t	M_t	M_t^3
3	3	
3	3	
3	3	3
3	3	3
3	3	3
3	3	3
6	3	4
6	6	5
6	6	6
6	6	6
	6	6.0
	6	6.0
	6	6.0
	6	6.0
	6	6.0

Figura 14.22

Con un alisado exponencial (nuevamente, el valor óptimo será $\alpha = 1$, para adaptarse lo más rápidamente posible a la variación) el gráfico de la Figura 14.23 muestra sesgo sólo en el periodo de cambio.

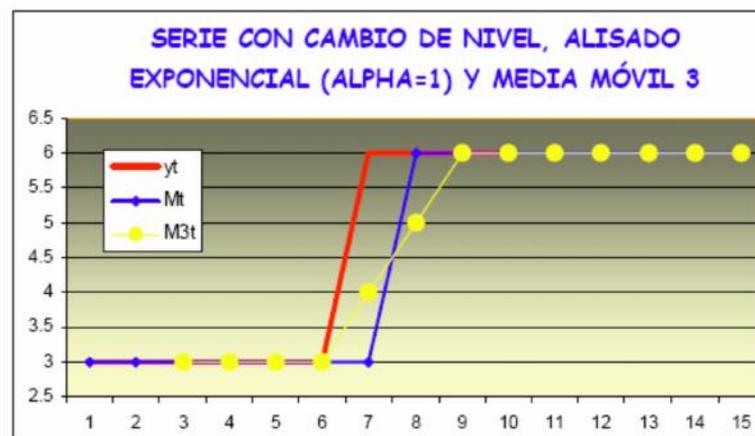


Figura 14.23

Para una serie con estacionalidad, el resultado es relativamente sorprendente. Valores de α cercanos a la unidad, proporcionan una serie histórica estimada, con un comportamiento similar a la real, aunque desfasada un período. Sin embargo, el resultado óptimo, al presentar un ECM mínimo, puede dar un $\alpha = 0$, lo que supone un valor constante de predicción y unas diferencias predicción/realización menores que las que suponen correcciones sistemáticamente atrasadas. Esta situación es calificada por algunos especialistas de

sobrealizado, al llegarse a un alisado máximo por una inadecuación del propio método para recoger estas oscilaciones sistemáticas.

En las Figuras 14.24 y 14.25 se ha representado una serie supuestamente trimestral con valores iguales cada cuatro periodos y sus predicciones de alisado para $\alpha = 0,001$ y $\alpha = 1$.

y_t	M_t^1	$M_t^{0,001}$
2	2.4	2.4
4	2	2.4
1	4	2.4
3	1	2.4
2	3	2.4
4	2	2.4
1	4	2.4
3	1	2.4
2	3	2.4
4	2	2.4
1	4	2.4
3	1	2.4
	3	2.4
	3	2.4
	3	2.4

Figura 14.24



Figura 14.25

En resumen, la variante hasta aquí expuesta de alisado exponencial deberá aplicarse a una serie sin tendencia (o eliminada previamente ésta, por ejemplo, tomando diferencias de los valores iniciales); no recoge variaciones estacionales (aunque, posteriormente, puede incorporarse un esquema adicional para su tratamiento); además, sólo proporciona predicciones estables a más de un periodo, por lo que interesará revisar periódicamente las predicciones cada vez que se disponga de un nuevo dato.

14.4.5 Alisados con tendencia

Para las series que presentan tendencia, el desfase sistemático entre valores históricos y media móvil puede corregirse. Pero a efectos de predicción óptima, se necesitan alternativas como el alisado exponencial doble de Brown (también conocido como alisado doble de Brown o alisado exponencial lineal con parámetro único) o el alisado de Holt-Winters (conocido también como alisado exponencial lineal con doble parámetro), que eliminan el sesgo de la predicción de una serie con tendencia.

Tendencia y valores históricos

Se puede demostrar que en una serie con tendencia los errores históricos (diferencia entre valores de la serie y su media móvil) se igualan a las diferencias entre la media móvil y la doble media móvil. Es decir, si definimos la media móvil de orden s como:

$$M_t^s = \frac{\sum_{t-i}^{t-s+1} y_t}{s}$$

y la doble media móvil como:

$$M_t^{s,s} = \frac{\sum_{t-i}^{t-s+1} M_t^s}{s}$$

se tiene que se igualan los errores de ambos, es decir,

$$e_t = y_t - M_t^s = M_t^s - M_t^{s,s} = e_t'$$

Por ello, para obtener una estimación sin sesgo sistemático de la variable y_t se utiliza:

$$M_t^s + e_t' = M_t^s + (M_t^s - M_t^{s,s}) = 2M_t^s - M_t^{s,s}$$

Ahora bien, esto tan sólo corrige el desfase sistemático existente en los valores históricos de la serie, y no el funcionamiento de cara a la predicción, ya que los valores predichos se generan sin tendencia. Por ello, se utilizan como alternativas la propuesta por Brown (Alisado exponencial doble) o por Holt-Winters.

El alisado exponencial doble de Brown

Esta técnica (también conocida como alisado exponencial con parámetro único) es adecuada cuando la serie presenta una tendencia lineal. En ese caso se puede demostrar que se obtiene predicciones óptimas con

$$\hat{y}_{t+h} = a_t + b_t \cdot h$$

donde

$$a_t = M_t^s + (M_t^s - M_t^{s \cdot s}); \quad b_t = \frac{2}{s-1}(M_t^s - M_t^{s \cdot s})$$

Este planteamiento general fue adoptado por Brown en el caso del alisado exponencial. Definido el doble alisado exponencial como:

$$M_t^\Gamma = \Gamma y_t + (1-\Gamma)M_{t-1}^\Gamma$$

$$M_t^{\Gamma \cdot \Gamma} = \Gamma M_t^\Gamma + (1-\Gamma)M_{t-1}^{\Gamma \cdot \Gamma}$$

la ecuación de predicción vendría dada por:

$$\hat{y}_{t+h} = a_t + b_t \cdot h$$

donde

$$a_t = M_t^\Gamma + (M_t^\Gamma - M_t^{\Gamma \cdot \Gamma}); \quad b_t = \frac{\Gamma}{1-\Gamma}(M_t^\Gamma - M_t^{\Gamma \cdot \Gamma})$$

expresión que elimina el sesgo de la predicción de una serie con tendencia.

Es habitual tomar como valor inicial de la media el primer valor de la variable

$$M_1^\Gamma = M_1^{\Gamma \cdot \Gamma} = y_1$$

o bien una media de los primeros valores, por ejemplo

$$M_1^\Gamma = M_1^{\Gamma \cdot \Gamma} = 1/3(y_1 + y_2 + y_3)$$

Un parámetro Γ elevado es habitual en series de acusada tendencia. Lo más aconsejable es optar por el Γ elegido por el programa, normalmente aquel que minimiza el error cuadrático medio.

La técnica Holt-Winters

Se trata de una variante, también conocida como alisado exponencial lineal con doble parámetro, que consigue eliminar el sesgo de la predicción de una serie con tendencia, a través de la inclusión en la media móvil de un componente de tendencia:

$$M_t = \Gamma y_t + (1-\Gamma)(M_{t-1} + b_{t-1})$$

donde b es un factor de variación definido a partir de otra nueva constante de alisado para la tendencia, S :

$$b_t = S(M_t - M_{t-1} + (1-S)b_{t-1})$$

de forma que la ecuación de predicción adoptaría la forma:

$$\hat{y}_{t+h} = M_t + b_t \cdot h$$

Existen varias posibilidades para la adopción de los valores iniciales. La más sencilla consistiría en hacer

$$M_1 = y_1; \quad b_1 = 0$$

Alternativamente, se puede tomar

$$b_1 = [(y_2 - y_1)/2] + [(y_4 - y_3)/2]$$

o también

$$M_2 = y_2; \quad b_2 = y_2 - y_1$$

Igualmente es aconsejable optar por los valores de los parámetros seleccionados por el programa, en general, elegidos como los que minimizan los errores cuadráticos medios. Como pauta general, los parámetros Γ y S tomarán valores elevados (por encima de 0,7) en series de acusada tendencia.

Obviamente, en el caso particular en el que $S = 0$; $b_1 = 0$ el alisado con doble parámetro queda reducido al alisado exponencial simple.

Ejemplo. En la tabla inferior hemos recogido una serie-índice con datos sobre costes laborales unitarios en la industria manufacturera en España, obtenidos de la antigua Dirección General de Previsión y Coyuntura del Ministerio de Economía y Hacienda, la que se denomina COSLA.

Introduzca en EViews esta serie.

Analice las características de la serie, en especial la acusada tendencia.

Aplique a la serie el alisado exponencial doble de Brown y Holt-Winters, con los parámetros óptimos. Compruebe con cuál se obtiene un menor error cuadrático medio. Compare la predicción de ambos.

Aplique el alisado exponencial simple, y compare los resultados con los obtenidos por las dos versiones del alisado doble. Aplique el alisado exponencial doble con cualquier otro valor de alpha.

A) INTRODUCCIÓN DE DATOS.

Se tiene una serie-índice de costes laborales unitarios en la industria manufacturera en España obtenidos de la ex Dirección General de Previsión y Coyuntura del Ministerio de Economía y Hacienda. Se trata de una serie sin estacionalidad, pero con acusada tendencia.

Para preparar la introducción de datos, lo primero será crear un fichero de trabajo. Optamos por definirlo para datos sin referencia temporal específica de fecha, es decir, ordenados de 1 en adelante y para un máximo de 20 (17 observaciones muestrales y 3 datos de predicción, correspondiendo, realmente, el primer dato al año 1981 y el último a 1997).

Para ello, en EViews 7.1, seleccionamos en el menú principal: FILE / NEW / UNSTRUCTURED/ UNDATED, y aquí indicamos que trabajaremos con 20 datos. En WORKFILE NAMES se indica el nombre de la serie COSLA

	COSLA
1	100,0000
2	110,5739
3	118,1201
4	126,3980
5	131,8828
6	137,6763
7	144,2019
8	149,4524
9	159,3335
10	176,4203
11	189,4843
12	205,1086
13	215,6812
14	210,4928
15	208,6748
16	219,5314
17	222,6703

Figura 14.26 Índice de costos laborales

The screenshot shows the 'Workfile Create' dialog box with the following settings:

- Workfile structure type:** Unstructured / Undated
- Data range:** Observations: 20
- Workfile names (optional):** WF: COSLA, Page: (empty)

Buttons: OK, Cancel

Figura 14.27 Generar archivo de trabajo en Eviews

B) CARACTERÍSTICAS DE LA SERIE

En el Workfile se selecciona la serie COSLA y con la opción VIEW / GRAPH / LINE & SIMBOL, se visualiza un gráfico de la serie, donde se comprueba la acusada tendencia que presenta.

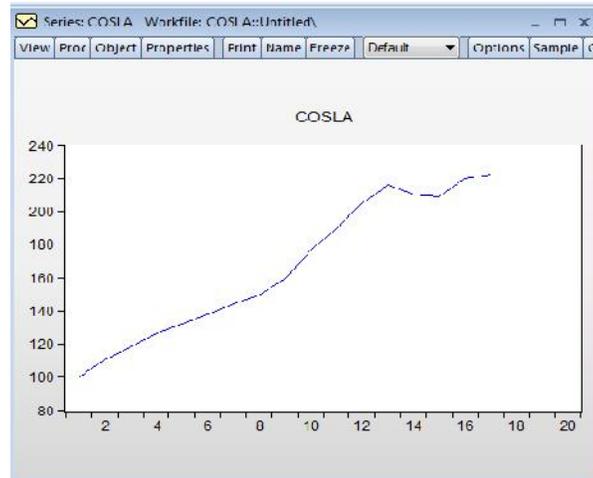


Figura 14.28 Evolución del índice de costos laborales

C) ALISADO EXPONENCIAL DOBLE DE BROWN Y HOLT-WINTERS.

Se procede a la estimación del alisado exponencial doble de Brown y de Holt-Winters, recogiendo los resultados, incluido predicciones de las nuevas series generadas en el proceso y que se han denominado, respectivamente, PCOSLAD y PCOSLAN.

Tanto con doble alisado de Brown (PCOSLAD) como con Holt-Winters (PCOSLAN), los parámetros que minimizan el error cuadrático medio (ECM) toman un valor alto, incluso unitario en el segundo caso. La suma de cuadrados de los residuos y la raíz cuadrada del ECM dan valores más reducidos en el alisado de Holt-Winters. Se indica además, que el nivel de la serie en su último dato (periodo 17) es de 222, con un incremento respecto al dato anterior (tendencia en ese punto) de unos 6 puntos.

Los valores de predicción se ajustarían muy estrechamente a los datos en el periodo histórico y mantendrían una tendencia similar en ambas técnicas a efectos de predicción. Se puede representar gráficamente la serie original (COSLA) y las dos series obtenidas en cada alisado (PCOSLAD y PCOSLAN), abarcando tanto el periodo histórico como el de predicción.



Figura 14.29 Configurar alisado exponencial en Eviews

Series: COSLA Workfile: COSLA::Untitled\

View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Sample	Genr	Sheet	Graph	Stats
------	------	--------	------------	-------	------	--------	--------	------	-------	-------	-------

Date: 06/03/12 Time: 17:39
Sample: 1 17
Included observations: 17
Method: Double Exponential
Original Series: COSLA
Forecast Series: PCOSLAD

Parameters:	Alpha	0.8240
	Sum of Squared Residuals	638.1662
	Root Mean Squared Error	6.126923

End of Period Levels:	Mean	222.7728
	Trend	4.582002

Figura 14.30

Exponential Smoothing

Smoothing method		# of params
<input type="radio"/>	Single	1
<input type="radio"/>	Double	1
<input checked="" type="radio"/>	Holt-Winters - No seasonal	2
<input type="radio"/>	Holt-Winters - Additive	3
<input type="radio"/>	Holt-Winters - Multiplicative	3

Smoothed series: PCOSLAN
Series name for smoothed and forecasted values.

Smoothing parameters:

Alpha: (mean) E Enter number between 0 and 1, or E to estimate.
Beta: (trend) E
Gamma: (seasonal) E

Estimation sample: 1 20
Forecasts begin in period following estimation endpoint.

Cycle for seasonal: 5

OK Cancel

Figura 14.31

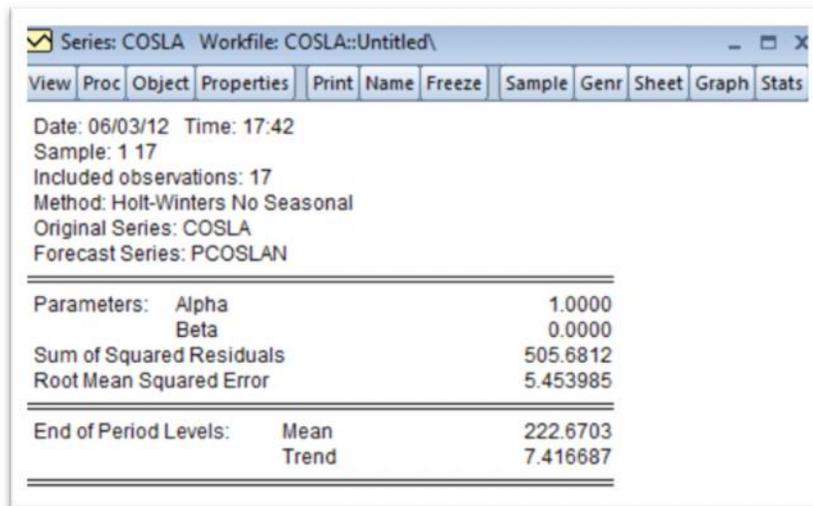


Figura 14.32

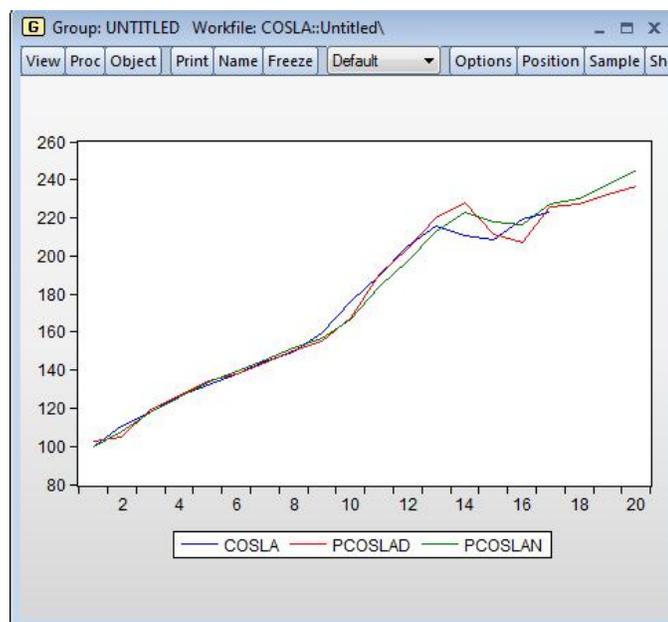


Figura 14.33

D) ALISADO EXPONENCIAL SIMPLE.

Naturalmente, los resultados son muy distintos a los que se obtendrían con un alisado exponencial simple, donde se comprueba cómo el error de estimación ha aumentado considerablemente.

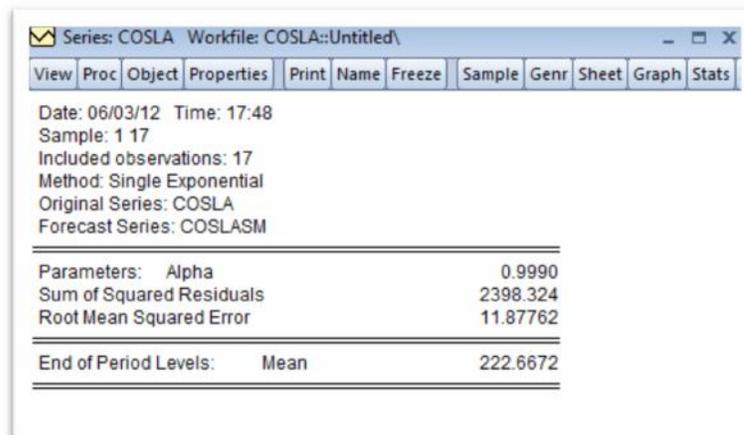


Figura 14.34

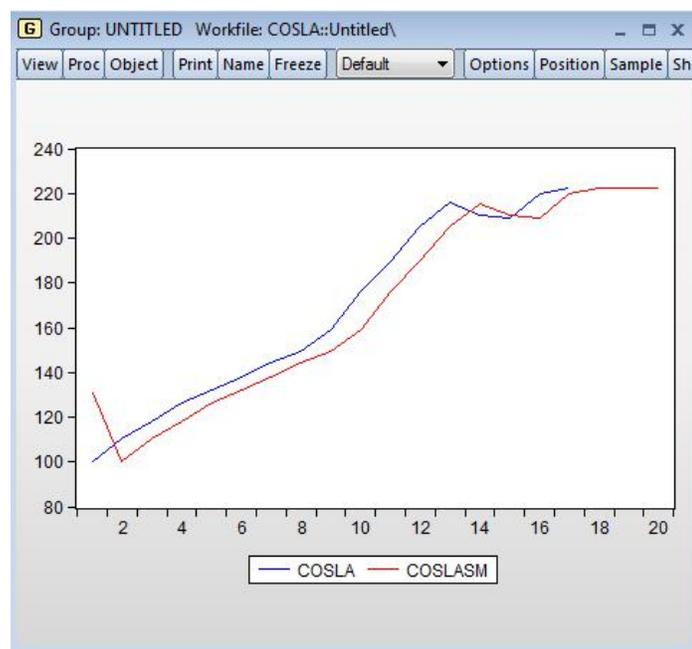


Figura 14.35

E) ALISADO EXPONENCIAL DOBLE CON VALORES NO ÓPTIMOS.

Por último, se puede probar con valores prefijados (no óptimos) de los parámetros, a fin de analizar la incidencia de estos cambios. Se aplica este análisis al alisado exponencial doble, con valores de alpha de 0,1, 0,5 y 0,9, generando las variables PCOSLAD1, PCOSLAD5 y PCOSLAD9.

Series: COSLA Workfile: COSLA::Untitled\												
View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Sample	Genr	Sheet	Graph	Stats	I
Date: 06/03/12 Time: 17:55												
Sample: 1 17												
Included observations: 17												
Method: Double Exponential												
Original Series: COSLA												
Forecast Series: COSLASM												
Parameters: Alpha			0.1000									
Sum of Squared Residuals			1270.825									
Root Mean Squared Error			8.646065									
End of Period Levels: Mean			227.7625									
Trend			7.485984									

Figura 14.36

Series: COSLA Workfile: COSLA::Untitled\												
View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Sample	Genr	Sheet	Graph	Stats	I
Date: 06/03/12 Time: 17:56												
Sample: 1 17												
Included observations: 17												
Method: Double Exponential												
Original Series: COSLA												
Forecast Series: COSLASM												
Parameters: Alpha			0.5000									
Sum of Squared Residuals			773.6567									
Root Mean Squared Error			6.746052									
End of Period Levels: Mean			223.0064									
Trend			4.842184									

Figura 14.37

Series: COSLA Workfile: COSLA::Untitled\												
View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Sample	Genr	Sheet	Graph	Stats	I
Date: 06/03/12 Time: 17:59												
Sample: 1 17												
Included observations: 17												
Method: Double Exponential												
Original Series: COSLA												
Forecast Series: COSLASM												
Parameters: Alpha			0.9000									
Sum of Squared Residuals			645.2216									
Root Mean Squared Error			6.160699									
End of Period Levels: Mean			222.7218									
Trend			4.245418									

Figura 14.38

En la tabla siguiente se comparan los resultados obtenidos en cada alisado exponencial, en la que también incluimos el alisado exponencial de Holt-Winters, aparte de los datos originales y las predicciones supuestamente óptimas, en la que se aprecia cómo el error de estimación (ECM) aumenta con las series alisadas mediante un parámetro no óptimo.

	COSLA	PCOSLAD	COSLASM1	COSLASM5	COSLASM9	PCOSLAN
1	100	103,0213	103,0213	103,0213	103,0213	100
2	110,5739	104,999	109,3739	106,9569	104,5398	107,4167
3	118,1201	119,0919	116,5406	116,7754	119,9108	117,9906
4	126,398	126,181	123,7951	125,2259	126,0848	125,5368
5	131,8828	134,5694	131,2701	133,84	134,5953	133,8147
6	137,6763	138,32	138,3731	139,6178	137,9132	139,2995
7	144,2019	143,6132	145,2204	144,922	143,4901	145,093
8	149,4524	150,5003	151,9963	150,9622	150,5828	151,6186
9	159,3335	155,09	158,457	156,0327	154,9361	156,8691
10	176,4203	167,6885	165,5763	165,5363	168,3238	166,7502
11	189,4843	190,565	174,6978	183,4483	191,9318	183,837
12	205,1086	203,1992	184,7163	199,2333	203,1188	196,901
13	215,6812	220,0273	196,0039	216,3666	220,3105	212,5253
14	210,4928	227,8427	207,3523	228,408	227,1995	223,0979
15	208,6748	211,2768	215,5902	223,0483	208,5995	217,9095
16	219,5314	207,2353	221,8483	216,7515	206,6747	216,0915
17	222,6703	225,9793	228,9569	224,0147	227,8174	226,9481
18		227,3548	235,2485	227,8486	226,9672	230,087
19		231,9368	242,7344	232,6908	231,2126	237,5037
20		236,5188	250,2204	237,533	235,458	244,9204
ECM		638,1662	1270,825	773,6567	645,2216	505,6812

Figura 14.39

14.4.6 Ajuste con funciones matemáticas

Este procedimiento permite tanto calcular el componente tendencia de una serie de forma alternativa, como su aprovechamiento a efectos de predicción. El procedimiento es útil en series con tendencia, pero sin estacionalidad. Consiste en ajustar a los datos una función matemática del tiempo.

Son varias las formulaciones matemáticas posibles: recta, parábola, exponencial... Estos ajustes son similares a los que se realizaron en el ejemplo 4, sólo que ahora las variables explicativas pueden ser funciones no lineales del tiempo.

En general el cálculo de estos ajustes es sencillo. La dificultad estriba en la elección de la fórmula funcional más adecuada para describir el fenómeno. Una vez obtenidos los

coeficientes de la formulación elegida, la predicción se obtiene por la simple sustitución de t por $n+1, n+2, \dots, n+h$.

Alternativas en el cálculo de la tendencia

Recuérdese que, inicialmente, se consideró a las técnicas de las medias móviles o de alisados como aptas para obtener el componente tendencia de una serie económica. La principal característica distintiva de algunos de los más utilizados ajustes de tendencia es que en aquellos casos se obtiene una tendencia variable en el tiempo, eso sí, tanto más estable cuanto mayor sea el número de términos incluidos en la media móvil, o cuanto mayor sea la memoria del proceso de alisado. Como alternativa a estos métodos se pueden utilizar los ajustes de tendencia mediante funciones matemáticas, más o menos complejas, del tiempo.

Fórmulas alternativas de ajuste de tendencia, transformación lineal e instrucciones para su estimación en EViews

Fórmula de ajuste	Transformación lineal	Instrucciones EViews
<i>Recta</i> $y_t = a + bt$	--	LS Y C T
<i>Parábola de 2º grado</i> $y_t = a + bt + ct^2$	$y_t = a + bt + ct_2$ donde $t_2 = t^2$	GENR T2=T^2 LS Y C T T2
<i>Exponencial</i> $y_t = ab^t$	$\text{Log } y_t = \log a + t \log b = c + dt$	GENR LY=LOG(Y) LS LY C T
<i>Potencial</i> $y_t = at^b$	$\text{Log } y_t = \log a + b \log t = c + b \log t$	GENR LY=LOG(Y) GENR LT=LOG(T) LS LY C LT
<i>Exponencial modificada simple</i> $y_t = a + br^t; (r < 1)$	--	NLS Y=c(1) + c(2)*c(3)^T
<i>Logística</i> $y_t = 1/(a + br^t); (r < 1)$	--	NLS Y=1/(c(1)+c(2)*c(3)^T)
<i>Gompertz</i> $\text{Log } y_t = a + br^t; (r < 1)$	--	GENR LY=LOG(Y) NLS LY=c(1)+c(2)*c(3)^T

Figura 14.40

14.4.7 Predicción en series con componente estacional

La estacionalidad en una serie presenta peculiaridades tales que exige un tratamiento singular de cara a la predicción.

Los procedimientos de predicción de una serie con estacionalidad pasan por aislar tal componente. Por ello, las técnicas de predicción que se verán son una continuación del proceso previo de desestacionalización.

Para la obtención del componente de estacionalidad se procede a *separar el componente tendencial*, y a continuación se aísla el componente estacional.

Entre los procedimientos disponibles para la obtención de la estacionalidad (y de la posterior predicción) se disponen: *la técnica de relación a la media móvil (o Census X-11)* y *la de Holt Winters*.

Para la predicción, se procede aplicando los coeficientes estacionales, calculados de una u otra forma, sobre la tendencia determinada (en el caso de X-11), o multiplicándolos por la fórmula inicial de Holt-Winters.

Obtención de la tendencia

El primer paso para la descomposición de la serie en tendencia y estacionalidad consiste en calcular la tendencia de la serie original, separando el movimiento regular a largo plazo del conjunto de oscilaciones de la serie. Para ello se dispone de varias alternativas:

- Calculando las diferencias entre valores de la serie original (diferenciación sucesiva);
- Ajuste de funciones matemáticas, y
- Media móvil simple, ponderada, o alisado exponencial.

De entre estas alternativas resta por analizar con detalle la primera. Consiste en obtener una nueva serie, por ejemplo z_t , (que ya no presente componente estacional) a partir de la serie original y_t , en la que para cada momento del tiempo t la serie z_t toma el siguiente valor:

$$z_t = y_t - y_{t-1} = \Delta y_t$$

Si al representar gráficamente esta serie, z_t , se comprueba que oscila alrededor del mismo valor, entonces se trata de la serie original sin tendencia. Si z_t crece o decrece a largo plazo, entonces aún presenta tendencia y habría que volver a diferenciar, es decir:

$$\Delta z_t = z_t - z_{t-1} = (y_t - y_{t-1}) - (y_{t-1} - y_{t-2}) = \Delta^2 y_t$$

y, en caso necesario, se seguirá diferenciando, teniendo en cuenta que en cada diferenciación se pierde una observación. En cualquier caso, lo habitual es que con una primera diferencia la serie ya fluctúe en torno al mismo valor, es decir, ya no presente tendencia y, como mucho, se realizaría una segunda diferencia.

Una vez eliminada la tendencia de la serie original, se trata ahora de distinguir, aislando, el patrón de oscilación estacional más común. Para ello, se destacan dos métodos: Relación a la media móvil o CensusX-11 y Holt-Winters.

Estacionalidad y predicción con la técnica (Census X-11)

La técnica de *relación a la media móvil*, y la versión más refinada conocida como Census X-11, es uno de los procedimientos de más difusión ya que, a su propio planteamiento se une el

desarrollo de un software adecuado de gran extensión, y que todavía goza de una amplia utilización.

El esquema original de la técnica puede resumirse en tres fases:

- 1) Obtención del componente tendencia mediante una media móvil. Por ejemplo, para datos mensuales se sugiere una media móvil de 12 términos, como valor de esa tendencia para la media de ese período móvil:

$$M_t^{12} = \frac{1}{12}(y_{t-6} + y_{t-5} + \dots + y_t + y_{t+1} + \dots + y_{t+5})$$

Puesto que se trata de un número par de términos, se promedia con la media siguiente:

$$\bar{M}_t^{12} = \frac{1}{2}(M_t^{12} + M_{t+1}^{12}) = \frac{1}{12}(\frac{1}{2}y_{t-6} + y_{t-5} + \dots + y_t + y_{t+1} + \dots + y_{t+5} + \frac{1}{2}y_{t+6})$$

- 2) Establecimiento de los índices o porcentajes de los datos originales respecto a las medias móviles centradas correspondientes:

$$(y_t / \bar{M}_t^{12}) * 100$$

- 3) Cálculo de la media para cada mes, de estos porcentajes (de todos los enero, de todos los febreros...) que se tomarán como coeficiente de estacionalidad del esquema multiplicativo:

$$s_i = \frac{1}{n}[(y_{1i} / \bar{M}_{1i}^{12}) * 100 + (y_{2i} / \bar{M}_{2i}^{12}) * 100 + \dots + (y_{ni} / \bar{M}_{ni}^{12}) * 100], \quad i = 1, \dots, 12$$

donde el primer subíndice hace referencia al año (n en total) y el segundo al mes de referencia, bien entendido que debe cumplirse que:

$$\sum_{i=1}^{12} s_i = 1200$$

Entre los perfeccionamientos de la técnica propuestos por Shiskin en el *Bureau of the Census* de los EE.UU. en la década de 1950, está el de considerar como una primera estimación estos coeficientes de estacionalidad anteriormente calculados. **En este caso se añaden aún tres nuevas etapas.**

- 4) Cálculo de los valores desestacionalizados de la serie original:

$$y_{ii}^s = \frac{y_{ii}}{s_i} * 100$$

- 5) Establecimiento de una nueva media móvil sobre estos datos desestacionalizados. Se suele proponer una media simple de orden 5 o ponderada de Spencer de orden 15.
- 6) Con estos nuevos datos se repite el cálculo de índices para cada período y, finalmente, se determinan los coeficientes estacionales definitivos para cada mes.

En el *software* informático X-11 se añaden otras posibilidades de corrección de los datos, como por número de días laborables, por festividades, huelgas, etc.

En cualquier caso, se obtiene unos coeficientes estacionales que son constantes en el tiempo para cada mes. El mismo procedimiento sirve para obtener, junto a los coeficientes de estacionalidad, la propia serie desestacionalizada.

De cara a la predicción se usará la serie desestacionalizada (pero con tendencia) a la que se le aplicarán cualquiera de los métodos adecuados (alisado exponencial doble, Holt-Winters con dos parámetros,...). La predicción así obtenida debe ser afectada por los índices de estacionalidad obtenidos por relación a la media móvil o X-11, obteniendo la predicción final.

Estacionalidad y predicción con Holt-Winters

La técnica de Holt-Winters en su variante con tratamiento de la estacionalidad, también conocida como alisado exponencial con triple parámetro, calcula igualmente un índice de estacionalidad para cada dato por relación a la media móvil (y_t / M_t), pero no se intenta establecer un coeficiente medio significativo, sino un procedimiento de actualización de esa estacionalidad estimada. Para ello, y con datos mensuales, la formulación utilizada es:

$$s_t = u(y_t / M_t) + (1 - u) \cdot s_{t-12}$$

expresión que se añade a las dos anteriormente utilizadas en la variante de Holt-Winters para series sólo con tendencia, es decir:

$$M_t = r(y_t / s_{t-12}) + (1 - r) \cdot (M_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = s(M_t - M_{t-1}) + (1 - s) \cdot b_{t-1}$$

con el único cambio de sustituir en el primer sumando del alisado y_t por y_t / s_{t-12}

A efectos de predicción, se multiplica la fórmula inicial de Holt-Winters por el factor de estacionalidad.

$$\hat{y}_{t+h} = (M_t + b_t h) \cdot s_{t-12+h}$$

Ejemplo: Análisis y descomposición de una serie temporal en EViews 7.1

Se tiene una serie temporal con datos sobre ventas del Estimador mensual industrial (EMI) de Argentina para 60 meses (desde Enero de 2005 a Diciembre de 2009, base 2004=100). A partir de los datos recogidos en la Figura 14.41, se pide:

- Introduzca en EViews los datos de la serie. Analice con un gráfico la presencia clara de los componentes teóricos de una serie.
- Obtenga el componente estacional a partir del método de la relación a la media móvil.
- Compruebe con un gráfico la presencia de tendencia en la serie corregida de estacionalidad, y aíslela a partir de la aplicación de diferencias sucesivas.
- Obtenga alternativamente la componente estacional con el método X-11, y compare los resultados.

A) INTRODUCCIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES.

En primer lugar se define el workfile, con una frecuencia mensual de rango enero de 2005 a Febrero de 2008. Una vez definido el archivo de trabajo, se crea un objeto serie, y se introducen los datos, bien sea dato a dato (picado de datos) o importando la serie de Excel a través de la función explícita de EViews.

En el menú del workfile se puede seleccionar la opción SHOW para abrir la ventana del objeto serie, o bien se puede pulsar dos veces sobre la misma con el botón izquierdo del ratón. La apariencia que tiene la ventana de la serie EMI es similar a la de una hoja de cálculo, con la información dispuesta en celdas (Figura 14.42). Se tiene ahora un nuevo menú específico de esta ventana. Si, por ejemplo, se elige la opción EDIT se puede editar la hoja de datos e introducir modificaciones en la misma.

Para visualizar un gráfico de la misma, se accede a la opción VIEW / GRAPH / LINE & SIMBOL que permite obtener un gráfico de evolución temporal de la serie en el período muestral indicado previamente.

La observación del gráfico de la serie EMI, en la Figura 14.43, permite apreciar la presencia de una componente de estacionalidad clara en la serie, identificada en las “disminuciones” que se presentan en los meses de Enero respecto al comportamiento medio de los meses restantes. Esto significa que en el primer mes del año se comprueba una menor actividad industrial. Por otra parte, la evolución general de la serie, es decir, a medio/largo plazo muestra una tendencia creciente. De hecho, puede imaginarse una línea recta con pendiente creciente en torno a la cual fluctúan los valores de la serie.

Para la aplicación de determinadas técnicas de predicción, en particular las denominadas elementales y en situaciones con historia (medias móviles y algunos tipos de alisados exponenciales) se debe proceder, previamente, a la transformación de los datos de la serie, para aislar la tendencia y estacionalidad.

B) ESTACIONALIDAD CON RELACIÓN A LA MEDIA MÓVIL.

Dado que la serie presenta tendencia y estacionalidad se procederá a la transformación de la misma. En primer lugar, la desestacionalización de la serie, procedimiento que consiste en la obtención de un factor de estacionalidad propio de cada mes. Para ello se supone un planteamiento multiplicativo de descomposición de la serie. De esta forma, la serie original (EMI) será igual a una serie desestacionalizada (EMISA) multiplicada por un factor (FACTOR) (Figura 14.44):

$$\text{EMI} = \text{EMISA} * \text{FACTOR}$$

Mes	EMI	Mes	EMI
1	98,6	31	122,08
2	95,24	32	133,87
3	108,29	33	133,53
4	106,58	34	136,52
5	108,35	35	136,81
6	106,14	36	131,19
7	108,79	37	122,17
8	112,61	38	118,07
9	113,04	39	128,28
10	114,69	40	132,93
11	114,06	41	133,45
12	109,76	42	124,63
13	102,12	43	133,33
14	104,69	44	139,13
15	116,96	45	141,25
16	114,94	46	140,08
17	116,88	47	136,77
18	116,62	48	134,57
19	119,34	49	116,74
20	121,77	50	116,33
21	122,72	51	127,07
22	124,48	52	131,27
23	124,33	53	131,21
24	119,64	54	125,38
25	108,5	55	131,28
26	111,96	56	137,13
27	125,21	57	141,33
28	122,59	58	142,13
29	124,96	59	142,28
30	122,7	60	148,51

Figura 14.41 EMI Enero 2005 a diciembre 2009. Base 2004=100

Series: EMI Workfile: EMI:Untitled\

View Proc Object Properties Print Name Freeze Default Sort Edit+/- Smpl+

EMI

Last updated: 06/03/12 - 22:18

2005M01	98.60000			
2005M02	95.24000			
2005M03	108.2900			
2005M04	106.5800			
2005M05	108.3500			
2005M06	106.1400			
2005M07	108.7900			
2005M08	112.6100			
2005M09	113.0400			
2005M10	114.6900			
2005M11	114.0600			
2005M12	109.7600			
2006M01	102.1200			
2006M02	104.6900			
2006M03	116.9600			
2006M04	114.9400			
2006M05	116.8800			
2006M06	116.6200			
2006M07	119.3400			
2006M08	124.7700			
2006M09				

Figura 14.42

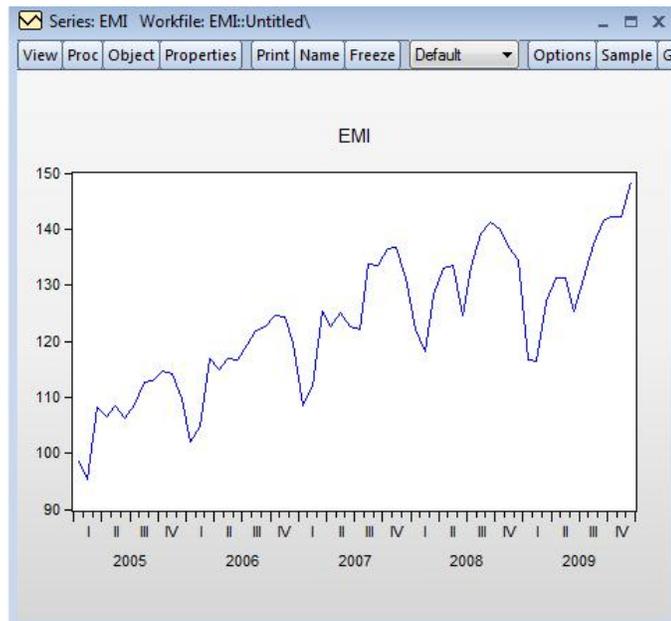


Figura 14.43

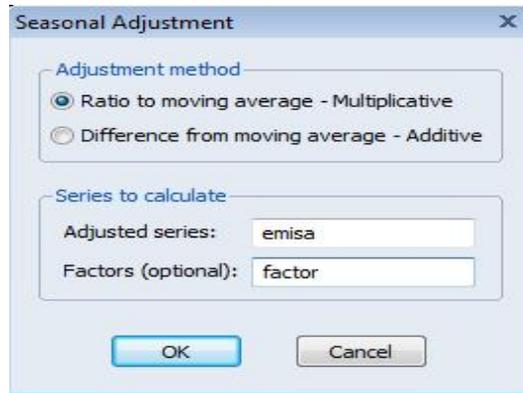


Figura 14.44

lo que significa que obtiene la serie desestacionalizada (EMISA) dividiendo los datos de la serie original entre un factor que contiene doce datos mensuales (uno diferente para cada mes).

Para realizar esta operación, en el menú principal de EViews, se abre la serie y se selecciona PROC / SEASONAL ADJUSTMENT, y se elige el método de desestacionalización (Adjustment Method), indicando el nombre para la variable desestacionalizada (Adjusted Series) y para el factor (Factors).

Se selecciona el método, ya descrito en el texto, de relación a la media móvil (Ratio to moving average- Multiplicative). Se nombra a la serie desestacionalizada como EMISA, proporcionada por el Eviews por defecto. Al factor que calcula el programa se le llama, simplemente, FACTOR.

Como resultado se muestra la Figura 14.45 en la que se observan los datos del factor de estacionalidad calculado, donde se trata de valores en torno a la unidad, siendo más bajo el valor correspondiente al mes que presentaba inicialmente estacionalidad (Enero).

Series: EMI Workfile: EMI:Untitled\												
View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Sample	Genr	Sheet	Graph	Stats	I
Date: 06/03/12 Time: 22:21												
Sample: 2005M01 2009M12												
Included observations: 60												
Ratio to Moving Average												
Original Series: EMI												
Adjusted Series: EMISA												
Scaling Factors:												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												

Figura 14.45

Dado que EViews ha generado la nueva serie desestacionalizada (EMISA) se puede visualizar un gráfico de la misma en la Figura 14.46, en forma similar a como se hizo con la serie EMI en la Figura 14.43.

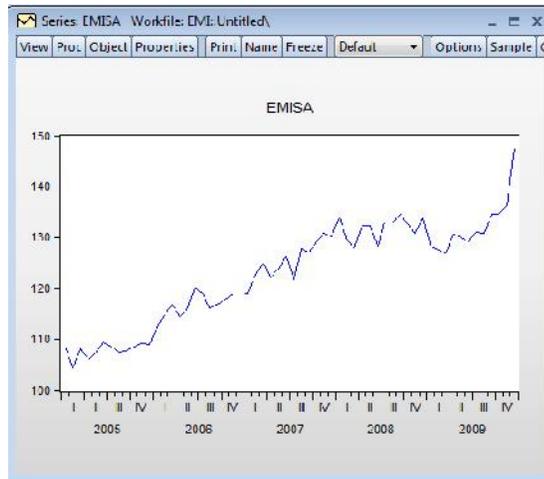


Figura 14.46

C) TENDENCIA CON DIFERENCIAS.

El gráfico de la serie EMISA muestra fluctuaciones que ya no se corresponden con la estacionalidad, puesto que ésta ha sido corregida y como es lógico sigue presentando tendencia. Una forma sencilla, y la más empleada, para corregir la tendencia consiste en la aplicación de primeras diferencias de la serie.

Para eliminar la tendencia a la serie EMISA, ya corregida de estacionalidad, se selecciona en el menú del workfile la opción GENR (Figura 14.47) y se escribe la operación a realizar, generando una nueva serie DEMISA a partir de las primeras diferencias de EMISA (Figura 14.48).

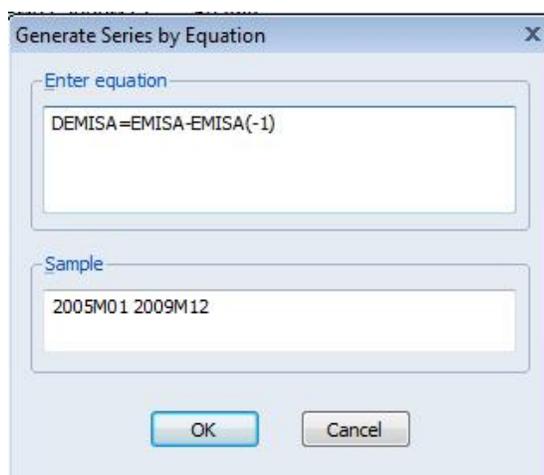


Figura 14.47

Se puede visualizar un gráfico, en la Figura 14.49, de la nueva serie DEMISA, serie sin estacionalidad y sin tendencia. Para comprobar que los datos de la serie transformada fluctúan en torno a un mismo valor, se calcula la media de esta serie generando (GENR) una variable denominada MEDIA, tal que:

MEDIA=@MEAN(DEMISA)

En el gráfico se representa la serie DEMISA y su valor medio (MEDIA). Para ello, en la opción SHOW en el menú de la ventana del workfile se indica ver las dos series mencionadas (Figura 14.48). EViews considera que se trata de un “grupo” de series y nos presenta ambas series en una ventana denominada GROUP a la que se le puede dar un nombre (NAME) si así se prefiere.

Para ver el gráfico con la representación de la serie DEMISA y su MEDIA, se procede de la misma forma que se hizo con los gráficos anteriores, pero ahora considerando las dos series. El gráfico sugiere una oscilación de los valores de la serie DEMISA en torno al valor medio, por lo que se considera ya como una serie sin tendencia. Es importante comentar aquí que el menú de la ventana de una serie y el menú de un grupo de series difieren, como es lógico, en su contenido. Las diferencias se encuentran, fundamentalmente, en el contenido de los submenús VIEW y PROCS.

D) ESTACIONALIDAD CON X-11.

Finalmente, y a modo de comparación, se ha desestacionalizado la serie original, EMI, con otro procedimiento de los disponibles en EViews: el método CensusX11.

Como anteriormente, se selecciona en el menú principal PROC / SEASONAL ADJUSTMENT. La serie original a desestacionalizar, es EMISA, y la serie desestacionalizada se llamará EMISAX, siendo FACTORX el nombre elegido para el factor estacional con el método CensusX11-Multiplicativo (Figura 14.50).

Una vez obtenida la nueva serie, EMISAX, desestacionalizada con el procedimiento Census X11, se procede a representarla en un gráfico (Figura 14.51) junto con la serie EMISA, desestacionalizada con el método de la media móvil. Con la opción SHOW, del menú del workfile, se abre un grupo que contenga ambas series y en el menú de esta ventana de grupo se elige VIEW / GRAPH / LINE & SIMBOL

obs	MEDIA	DEMISA
obs	MEDIA	DEMISA
2005M01	0.667003	NA
2005M02	0.667003	-3.73E425
2005M03	0.667003	3.647316
2005M04	0.667003	-1.95E117
2005M05	0.667003	1.21E936
2005M06	0.667003	1.98E518
2005M07	0.667003	-0.821896
2005M08	0.667003	-0.992034
2005M09	0.667003	0.141012
2005M10	0.667003	0.842206
2005M11	0.667003	0.63C922
2005M12	0.667003	-0.111258
2006M01	0.667003	3.01E172
2006M02	0.667003	2.767179
2006M03	0.667003	1.937444
2006M04	0.667003	-2.284082
2006M05	0.667003	1.343279
2006M06	0.667003	4.331671
2006M07	0.667003	-1.094288
2006M08	0.667003	-2.76E786
2006M09	0.667003	0.614610
2006M10	0.667003	0.884708
2006M11		

Figura 14.48

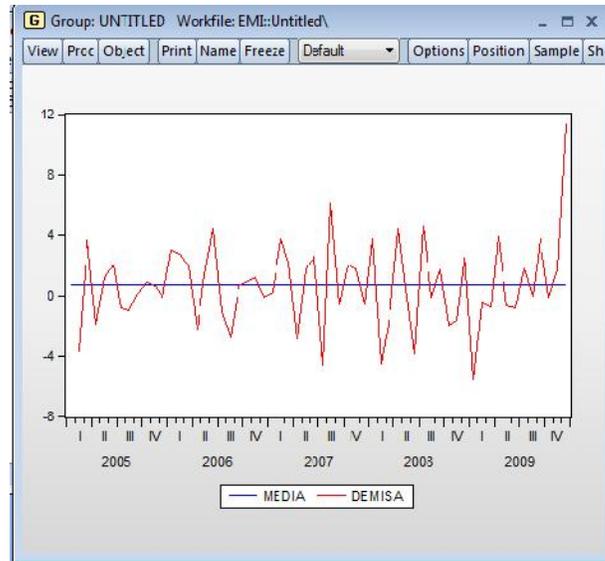


Figura 14.49

The 'Seasonal Adjustment' dialog box contains the following settings:

- Adjustment method:**
 - Census X11 - Multiplicative
 - Census X11 - Additive
- Series to calculate:**
 - Adjusted series:
 - Factors (optional):
- X11 options:**
 - Sliding Spans
- X11 monthly options:**
 - Trading day adjustments:**
 - Never
 - Always
 - If Significant
 - Holiday adjustments:**
 - Never
 - Always
 - If Significant

Buttons for 'OK' and 'Cancel' are located at the bottom left.

Figura 14.50

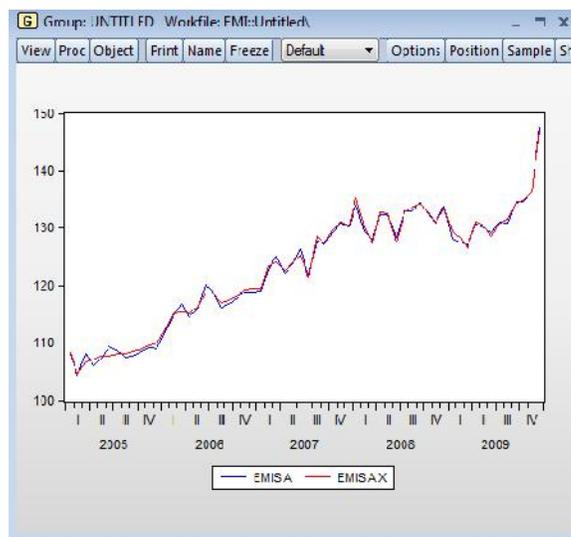


Figura 14.51

La evolución que presentan ambas series es similar, aunque parece que la serie EMISA suaviza más las oscilaciones de los valores de la producción industrial corregida de estacionalidad. Posiblemente sea más ilustrativo comprobar conjuntamente los valores de los dos factores de estacionalidad que han dado lugar a ambas series, donde:

$$\text{EMISA} = \text{EMI} / \text{FACTOR}$$

Mientras que,

$$\text{EMISAX} = \text{EMI} / \text{FACTORX}$$

Se compara los valores de los dos factores EN LA Figura 14.52.:

Date: 06/03/12 Time: 23:07
 Sample: 2005M01 2009M12
 Included observations: 60
 Ratio to Moving Average
 Original Series: EMI
 Adjusted Series: EMISA

Scaling Factors:

1	0.911126
2	0.911550
3	1.001492
4	1.003828
5	1.008935
6	0.970405
7	1.002164
8	1.046920
9	1.049542
10	1.056600
11	1.044723
12	1.006363

Figura 14.52

D10. FINAL	SEASONAL FACTORS											
YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
19**	90.927	90.932	101.573	99.537	100.528	98.430	100.664	104.077	104.198	105.147	104.157	99.843
19**	90.918	90.860	101.366	99.744	100.598	98.245	100.614	104.110	104.474	105.268	104.234	100.145
19**	90.730	90.629	100.903	100.016	100.676	97.918	100.546	104.115	104.802	105.341	104.284	100.490
19**	90.398	90.697	100.665	100.086	100.610	97.667	100.444	104.209	105.031	105.462	104.443	100.887
19**	90.134	90.623	100.443	100.099	100.556	97.474	100.360	104.265	105.143	105.480	104.460	101.043

Figura 14.53 FACTORX – Census X-11

La principal diferencia entre el factor calculado por el método de Relación a la media móvil y el del método CensusX11 es que, en este segundo caso, el factor puede variar año a año; mientras que, en el primer caso se asume un valor constante—observar que Eviews presenta al factor por el método a la media móvil como tasa y no como índice—. En líneas generales, ambos factores son muy parecidos, simplemente se aprecia un valor menor en los datos calculados para cada mes por el factor del método CensusX11 (FACTORX). Realmente, se podría utilizar indistintamente cualquiera de los dos procedimientos disponibles en EViews.

Como se ha señalado, el factor de estacionalidad del método de Relación a la media móvil (FACTOR) es el mismo en cada año. Sin embargo, si se visualiza los datos del factor de estacionalidad el método CensusX11 (FACTORX) para todo el periodo muestral se comprueba que no permanecen constantes.

14.4.8 ¿Qué técnica utilizar?

Las técnicas de medias móviles y el alisado exponencial simple, así como los métodos *naïve*, sólo son utilizables en series sin tendencia y sin estacionalidad. Para aplicar estas técnicas a otras series es necesario haber eliminado previamente ambos componentes. Su aplicación se centra en el corto plazo.

El alisado exponencial doble (o de Brown), el alisado Holt-Winters con dos parámetros y el ajuste de funciones matemáticas, puede emplearse en series con tendencia pero sin estacionalidad. Si se parte de una serie desestacionalizada, es habitual afectar las predicciones por los factores de estacionalidad. Tan sólo el ajuste de funciones matemáticas podría utilizarse para predicción a medio plazo o incluso, en algunas expresiones, para el largo.

El alisado exponencial Holt-Winters con tres parámetros puede aplicarse directamente a series con tendencia y estacionalidad. Es recomendable su utilización sólo para predicción a corto plazo.

Posibilidades de aplicación de técnicas elementales de predicción en función de los componentes de la serie

Serie	Aplicación directa			Alternativa
Con tendencia y estacionalidad	AHW3P			<i>Eliminación de tendencia, desestacionalización y posterior afectación del índice de estacionalidad:</i> ING MM AES
				<i>Desestacionalización y posterior afectación del índice de estacionalidad:</i> AED AHW2P AFM
Con estacionalidad	AHW3P			<i>Desestacionalización y posterior afectación del índice de estacionalidad:</i> ING MM AES
Con tendencia	AED	AHW2P	AFM	<i>Eliminación de tendencia</i> ING MM AES
Sin tendencia ni estacionalidad	ING	MM	AES	

ING=Métodos ingenuos o *naïve*; MM=Medias móviles; AES=Alisado exponencial simple; AED=Alisado exponencial doble (o de Brown); AHW2P=Alisado Holt-Winters con doble parámetro; AFM=Ajuste de funciones matemáticas; AHW3P=Alisado Holt-Winters con triple parámetro.

Figura 14.54

CASOS DE ESTUDIO, PREGUNTAS Y PROBLEMAS

Caso 14.1 Visitar páginas Web de instituciones de predicción.

Hay muchas instituciones que realizan predicciones en el campo de la economía y de la gestión de empresas, cada una de las cuales está elaborada con criterios, planteamientos metodológicos y técnicas de predicción distintas. Además, la interpretación que cada institución hace de la realidad económica que le rodea es bien diferente, puesto que está basada en sus propias percepciones. Por ello, con frecuencia las predicciones realizadas sobre la marcha de la economía son desiguales. Sin embargo, todas ellas son de utilidad para el analista económico o empresarial.

La predicción empresarial exige la utilización de predicciones, normalmente externas, sobre economía internacional, nacional, sectorial o sobre mercados concretos. En los cuadros se detalla la tipología de los centros de predicción (Figura 14.55), se hace mención de algunos centros existentes a nivel de mundial (Figura 14.56) y se brindan algunas referencias de informe de predicción (Figura 14.57).

Como actividad se le sugiere que realice una visita a las páginas Web de algunas de las instituciones que realizan predicciones, para alcanzar un doble objetivo: En primer lugar, es probable que, desde el punto de vista de su propia práctica profesional, en algún momento deba hacerse una idea del entorno económico actual y las perspectivas que sobre el mismo tengan las diversas instituciones. Para ello deberá consultar los Informes de Predicción del mayor número posible de instituciones. Hoy día son varios los centros de predicción que proveen esta información gratuitamente a través de Internet.

Pues bien, para tener habilidad en la recopilación de esta información, le sugerimos que visite las páginas Web de algunas de estas Instituciones. Localice el lugar concreto de la página en el que la Institución coloca sus informes de coyuntura y predicción (le sugerimos que agregue las direcciones en su carpeta de favoritos), y deténgase a analizar con detalle la estructura de los distintos informes: tipo de información, variables sobre las que se realiza predicción, forma de estructurarla... Observe también las diferencias entre las distintas instituciones en cuanto a la forma de presentar la información. Analice también los comentarios que los autores de los informes realizan a partir de la predicción, puesto que en su categoría de expertos seguidores de la realidad económica sus comentarios dan pistas interesantes sobre las perspectivas de la economía.

En segundo lugar, y como complemento a lo anterior, le sugerimos que elabore un breve informe de situación y perspectivas a partir de la información contenida en los informes de estas instituciones. Realice su propia clasificación de la información, sus propias tablas agrupando los datos, realice tablas de discrepancias entre instituciones y, por último, sintetice la información con unos breves comentarios. Con todo ello, podrá tener una visión de conjunto de la situación económica actual y su propio informe de predicción.

Tipos	Ejemplos
1.- Organismos internacionales	OCDE
2.- Proyectos internacionales	LINK (Toronto, Filadelfia, Nueva York)
3.- Empresas multinacionales	Wefa Group (Filadelfia y diversos centros en Estados Unidos y otros países).
4.- Organismos públicos	State Economic Information Center (Beijing, China).
5.- Bancos centrales	Bank of Russia (Moscú)
6.- Universidades y sus centros asociados	Cambridge Econometrics (Reino Unido)
7.- Instituciones financieras privadas	Standard & Poor's (14 centros internacionales en Europa, América y Asia-Pacífico)

Figura 14.55 Tipología de centros de predicción

Analistas Financieros Internacionales (AFI)	Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA)
Banco Santander Central Hispano (BSCH)	Centro de Predicción Económica (CEPREDE)
Comisión Europea	Consensus Economic, Inc.
FMI	FUNCAS
Goldman Sachs	Instituto de Crédito Oficial (ICO)
Instituto de Estudios Económicos (IEE)	JP Morgan
La Caixa	LINK
Merrill Lynch	Ministerio de Economía
OCDE	Santander Investment
Amoco Corporation	Bank America Corp
Brown Brothers	Comisión Europea
Consensus Economic, Inc.	Crédit Suisse First Boston
Daimler Chrysler	DuPont
Eaton Corporation	Fannie Mae
First Union Corp.	FMI
Ford Motor Corp.	Georgia State University
Goldman Sachs	Griggs & Santow
Harriman	Inforum-Univ. of Maryland
JP Morgan	LINK
Merrill Lynch	Nat. Assn. of Home
Builders	OCDE
Oxford Economics	Prudential Insurance
Regional Financial Assocs.	Standard & Poor's
The Conference Board	The Economist
Unites States Trust	Univ. of Michigan-RSQE
WEFA Group	Wells Fargo Bank

Figura 14.56 Centros mundiales y fuentes de predicción económica y empresarial

FONDO MONETARIO INTERNACIONAL, World Economic Outlook http://www.imf.org/external/pubind.htm	Informes semestrales, normalmente en abril y noviembre. Predicción con gran desagregación de variables, países y grandes áreas geográficas. Incluye además análisis de temas de actualidad.
COMISIÓN EUROPEA, European Economy http://europa.eu.int/comm/economy_finance/index_en.htm	Informes semestrales en primavera y otoño. Predicciones para los países de la Unión, con amplia desagregación. Incluye también una buena base histórica.
MINISTERIO DE ECONOMÍA, Previsiones Macroeconómicas; The Spanish Economy; y Actualización del Programa de Estabilidad http://www.mineco.es/sgpc/405SGPCM.htm	Predicciones oficiales, pero sin actualización periódica determinada. Interesante porque muestra la visión gubernamental de la marcha de la economía.
ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO, OECD Economic Outlook http://www.oecd.org/publications/	Amplia desagregación por países e indicadores. Con análisis de actualidad
INSTITUTO FLORES DE LEMUS DE ESTUDIOS AVANZADOS DE ECONOMIA (UNIVERSIDAD CARLOS III), Boletín Inflación y Análisis Macroeconómico http://www.uc3m.es/uc3m/inst/FL/IFL.HTM http://www.uc3m.es/uc3m/inst/FL/boletin/index.html	Predicción de un número reducido de variables. Predicciones limitadas a suscritos. También se puede acceder al informe de la red European Forecasting Network sobre la economía europea, en el que también participa el grupo AQR de la Universidad de Barcelona.
BBVA, Situación España http://www.bbva.es (Servicio de Estudios/situación)	Informe mensual de cierta tradición. Incluye informe de coyuntura, predicciones de un cuadro básico y notas de actualidad.
COMMERZBANK, Economic Research https://www.commerzbank.com/ (Research/Economic Research)	Predicciones sobre los principales indicadores económicos de varios países, incluido España
FUNCAS, Previsiones FUNCAS; Panel de Previsiones http://www.funcas.ceca.es/ (Indicadores/Coyuntura Nacional e internacional)	Se incluye predicción sobre un cuadro macroeconómico de actualización bimensual básico. El panel incluye una síntesis de las predicciones de varias instituciones

Figura 14.57 Algunas referencias de informes de predicción

Caso 14.2 Localización de información y análisis de indicadores adelantados.

A lo largo del capítulo, se ha puesto de manifiesto la importancia de la disponibilidad de información estadística y se han descrito los indicadores adelantados como una de las técnicas que se utilizan para llevar a cabo la predicción de una variable cuando no se dispone de información histórica de la misma, o se renuncia a la misma. En algunos casos, existen magnitudes económicas estrechamente relacionadas con otras, de las que sí es posible disponer de información estadística o de mejor calidad: frecuencia, actualización, disponibilidad electrónica,

Además, algunos indicadores presentan, como vimos, una característica clave a efectos de predicción; y es que algunos de ellos presentan la propiedad de “adelantar” el comportamiento de algunas variables que describen el comportamiento de algunos sectores. Por ejemplo, la evidencia nos muestra que una caída hoy en el indicador conocido como consumo aparente de cemento, anticipa una contracción en magnitudes que describen la actividad económica global del sector de la construcción, como es el Valor Añadido Bruto. Téngase en cuenta, que este sector representa una parte muy significativa de la economía de un país y el conocimiento sobre su comportamiento, puede ayudar en la anticipación sobre la evolución de magnitudes más agregadas, como el PIB.

Para tomar conocimiento de los principales indicadores que describen de manera desagregada el funcionamiento de una economía, se le sugiere que realice un breve informe sobre los indicadores de un sector. Ello, además, le permitirá ganar soltura para la obtención de la información estadística necesaria. Elija el sector de la economía en el que esté más interesado (industria, construcción, energía,...). Para tal sector, seleccione los indicadores que describen la actividad económica del mismo. Para ello, le sugerimos que revise anuarios estadísticos, informes patronales o páginas Web. Busque información que analice la posibilidad de que alguno de esos indicadores sea adelantado.

Por último le sugerimos que realice un análisis descriptivo de tales indicadores: analice las tasas de variación, su evolución histórica, busque coincidencias entre los mismos y, sobre todo, y en la medida de las disponibilidades estadísticas, analice las coincidencias con la magnitud. Aunque no sea más que de un modo intuitivo ¿se atrevería a decir que son indicadores adelantados? ¿Se arriesgaría a realizar con ellos una predicción de la magnitud?

Caso 14.3 Cálculo de tendencia mediante funciones matemáticas en EViews

Busque en el INDEC la serie del PBI trimestral de Argentina (base 1993=100) desde el primer trimestre de 1993 hasta el 4º trimestre de 2011.

Ajuste los datos a una tendencia a través de una recta. Realice la predicción para el primer trimestre de 2012.

Ajuste los datos a una parábola de segundo grado, y prediga el valor del PBI para el primer trimestre del año 2012.

Caso 14.4 Predicción en una serie con componente estacional: el consumo de energía eléctrica.

El consumo de electricidad es un indicador parcial de actividad económica de gran relevancia en predicción macroeconómica y sectorial. En general, el consumo eléctrico mes a mes puede ser explicado en forma bastante operativa por el efecto conjunto de cuatro tipos de causas:

- a) Estacionalidad propia del mes de que se trata.
- b) Condiciones climatológicas excepcionales.
- c) Variaciones en el número de días laborales o especiales.
- d) Situación económica del país en su conjunto o de los principales sectores demandantes de electricidad.

En este caso de aplicación se trabaja con un indicador de consumo de energía obtenido a partir de la transformación de la serie original de Red Eléctrica de España para el periodo comprendido entre enero de 1981 y octubre de 1998 (Figura 14.58). Estas transformaciones realizadas pretenden tener presente aspectos como el número de días de cada mes, efectos de laboralidad, temperatura o situación económica.

En este caso se utiliza el programa EViews y se aplican las distintas técnicas de desestacionalización para la posterior predicción de los valores futuros de este indicador.

Solución: En primer lugar, se crea una sesión de trabajo en Econometric Views, para datos mensuales desde 1981:01 hasta 1999:12, abarcando así el periodo de predicción. En el menú principal se selecciona sucesivamente: FILE / NEW / WORKFILE. Una vez creada la sesión de trabajo, se carga la serie del workfile mes.

Como ya se sabe, se crea una ventana propia para el trabajo (*workfile*), en ésta se selecciona SHOW para ver los datos de la serie, y dentro de esta ventana la opción VIEW / LINE GRAPH, para visualizar un gráfico de la serie, como el que aparece en la Figura 14.59. Se aprecia una componente de tendencia en la serie, creciente a lo largo del tiempo y una acusada *estacionalidad*; es decir, un movimiento regular que se repite año tras año con la misma intensidad y en el mismo momento.

Se procede al cálculo de los factores de estacionalidad de la serie con un procedimiento que, según las convenciones del X-11, incorpora EViews bajo la opción *Seasonal Adjustment* (menú principal: QUICK / SERIES STATISTICS / SEASONAL ADJUSTMENTS) (Figura 14.60), y que permite generar tanto los índices estacionales de cada mes (FACTOR) como la variable corregida de estacionalidad (SELEC) (Figura 14.61). Siendo el factor resultante el que aparece en la Figura 14.62, con valores en torno a la unidad.

Año/Mes	Elec	Año/Mes	Elec	Año/Mes	Elec	Año/Mes	Elec	Año/Mes	Elec
1981M01	8794	1984M11	9363	1988M09	10065	1992M07	11535	1996M05	12255
1981M02	8880	1984M12	10039	1988M10	9809	1992M08	10257	1996M06	12933
1981M03	8577	1985M01	10053	1988M11	10973	1992M09	11416	1996M07	13119
1981M04	7859	1985M02	10207	1988M12	11987	1992M10	10964	1996M08	11796

1981M05	7614	1985M03	9288	1989M01	12305	1992M11	12071	1996M09	12542
1981M06	7679	1985M04	8882	1989M02	11965	1992M12	12661	1996M10	12542
1981M07	7744	1985M05	8545	1989M03	11180	1993M01	13059	1996M11	13690
1981M08	6239	1985M06	8751	1989M04	10636	1993M02	12680	1996M12	14658
1981M09	7524	1985M07	8882	1989M05	10117	1993M03	12062	1997M01	15027
1981M10	7703	1985M08	7621	1989M06	10386	1993M04	11184	1997M02	14366
1981M11	9313	1985M09	8905	1989M07	10633	1993M05	10782	1997M03	13866
1981M12	9604	1985M10	8836	1989M08	9259	1993M06	11224	1997M04	13279
1982M01	9654	1985M11	9786	1989M09	10369	1993M07	11491	1997M05	12937
1982M02	9265	1985M12	10578	1989M10	10337	1993M08	10252	1997M06	13212
1982M03	8588	1986M01	10876	1989M11	11572	1993M09	11240	1997M07	13486
1982M04	8123	1986M02	10612	1989M12	12495	1993M10	11283	1997M08	12426
1982M05	7681	1986M03	9585	1990M01	12747	1993M11	12334	1997M09	13619
1982M06	7815	1986M04	9244	1990M02	12485	1993M12	13193	1997M10	13349
1982M07	7894	1986M05	8729	1990M03	11595	1994M01	13447	1997M11	14430
1982M08	6370	1986M06	9033	1990M04	11008	1994M02	13180	1997M12	16020
1982M09	7829	1986M07	9173	1990M05	10519	1994M03	12333	1998M01	15996
1982M10	7672	1986M08	7665	1990M06	11076	1994M04	11841	1998M02	15645
1982M11	8693	1986M09	8907	1990M07	11051	1994M05	11361	1998M03	14559
1982M12	9421	1986M10	8738	1990M08	9587	1994M06	11893	1998M04	13956
1983M01	9530	1986M11	9854	1990M09	10883	1994M07	12083	1998M05	13430
1983M02	9100	1986M12	10481	1990M10	10507	1994M08	10920	1998M06	14111
1983M03	8787	1987M01	10862	1990M11	11813	1994M09	11915	1998M07	14659
1983M04	8352	1987M02	10615	1990M12	12830	1994M10	11606	1998M08	13196
1983M05	7990	1987M03	9874	1991M01	12946	1994M11	12880	1998M09	14224
1983M06	8174	1987M04	9536	1991M02	12634	1994M12	13674	1998M10	13870
1983M07	8323	1987M05	9114	1991M03	11756	1995M01	14527		
1983M08	6752	1987M06	9437	1991M04	11050	1995M02	13664		
1983M09	8044	1987M07	9600	1991M05	10826	1995M03	13117		
1983M10	8104	1987M08	8037	1991M06	11076	1995M04	12433		
1983M11	9318	1987M09	9421	1991M07	11252	1995M05	12018		
1983M12	9916	1987M10	9309	1991M08	9900	1995M06	12399		
1984M01	10400	1987M11	10474	1991M09	11331	1995M07	12516		
1984M02	10000	1987M12	11667	1991M10	10999	1995M08	11497		
1984M03	9181	1988M01	12039	1991M11	12169	1995M09	12366		
1984M04	8772	1988M02	11214	1991M12	12952	1995M10	12042		
1984M05	8338	1988M03	10702	1992M01	13066	1995M11	13181		
1984M06	8471	1988M04	10078	1992M02	12896	1995M12	14124		
1984M07	8611	1988M05	9494	1992M03	12173	1996M01	14786		
1984M08	7442	1988M06	9655	1992M04	11589	1996M02	13758		
1984M09	8560	1988M07	10069	1992M05	11002	1996M03	13348		
1984M10	8480	1988M08	8600	1992M06	10930	1996M04	12687		

Figura 14.58 Consumo de energía eléctrica

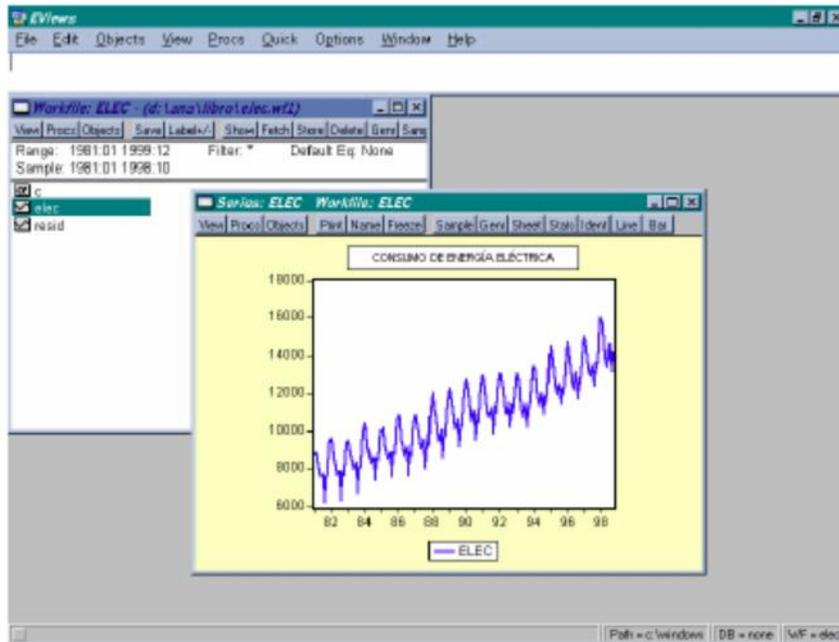


Figura 14.59 Evolución del consumo de energía

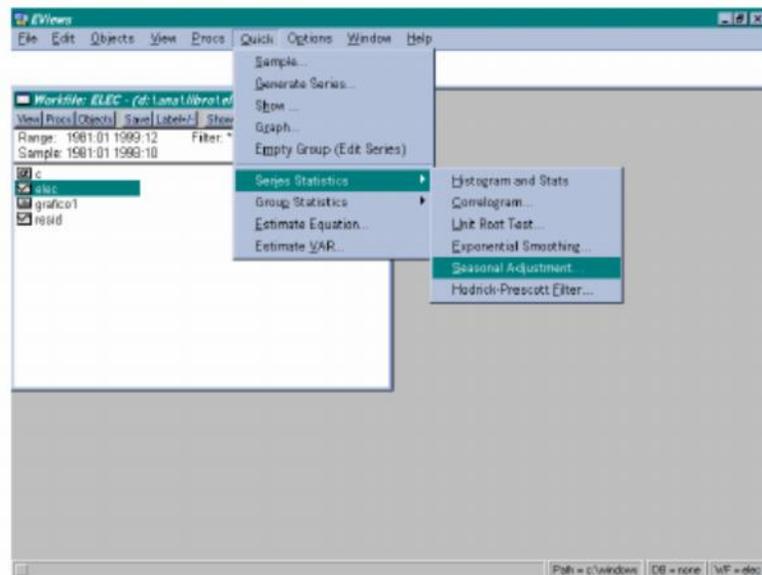


Figura 14.60

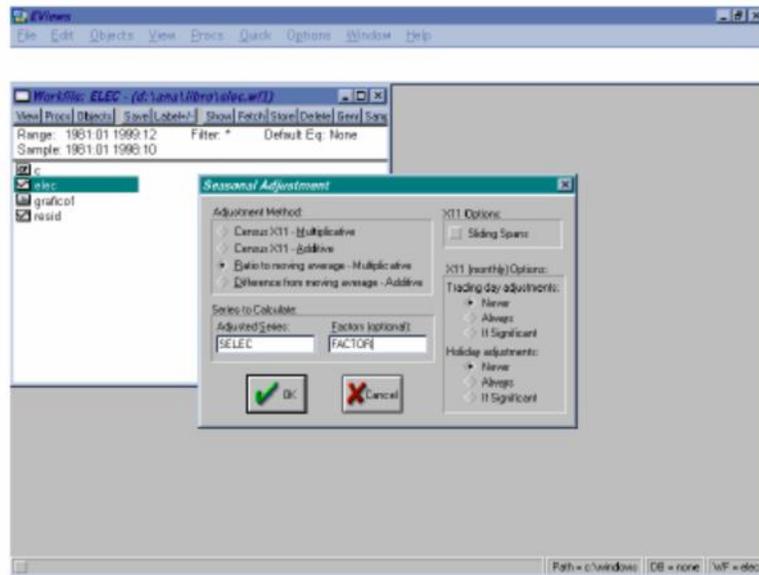


Figura 14.61

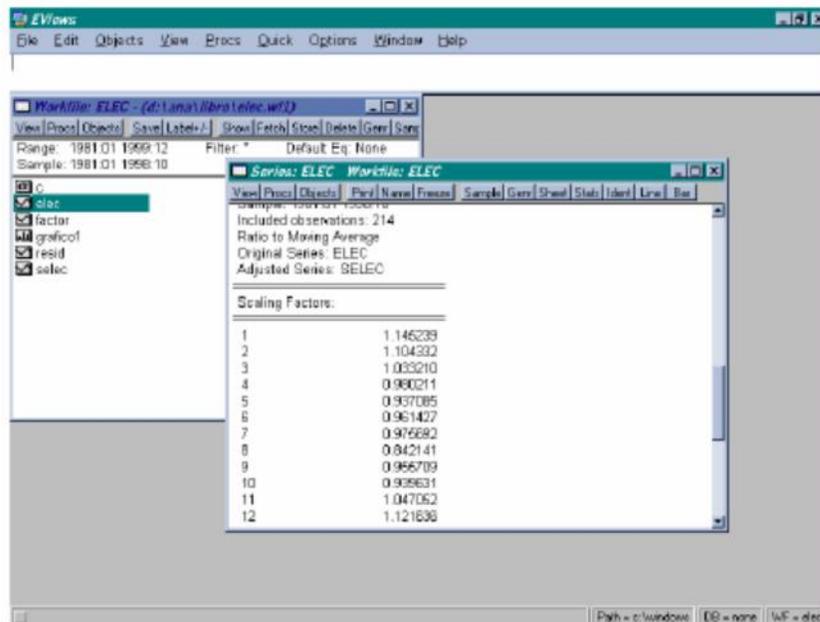


Figura 14.62

La serie resultante, que se denomina SELEC, está ya corregida de estacionalidad, a través de un factor multiplicativo de forma que la serie con estacionalidad (ELEC) es igual a una serie desestacionalizada (SELEC) multiplicada por un factor (FACTOR), es decir,

$$\text{ELEC} = \text{SELEC} * \text{FACTOR}$$

En la Figura 14.63 se muestra el gráfico con ambas series, lo que permite apreciar los cambios realizados.

A la serie desestacionalizada, se le han aplicado las dos variantes de alisado exponencial explicadas (doble alisado y Holt-Winters con doble parámetro) que pueden tratar series con tendencia pero no con estacionalidad. Para hacer el alisado exponencial, se selecciona en el menú principal: QUICK / SERIES STATISTICS / EXPONENTIAL SMOOTHING (Figura 14.64).

En primer lugar, se hace el alisado exponencial doble de Brown que ofrece como resultado el cálculo de la serie de alisado (PSELECD) a partir de la serie corregida de estacionalidad (SELEC), con un parámetro α óptimo que toma el valor 0,1680 (Figura 14.65 y Figura 14.66).

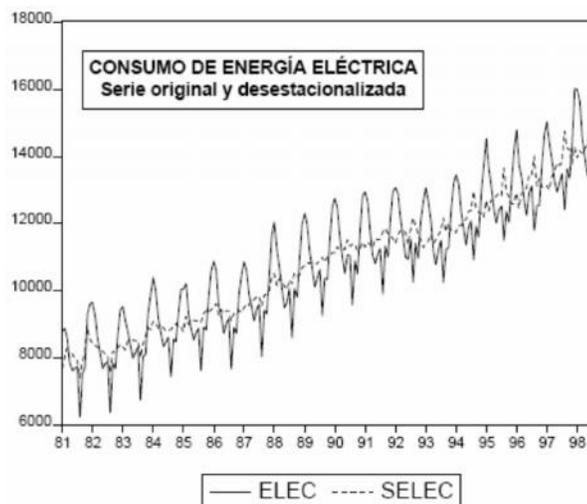


Figura 14.63

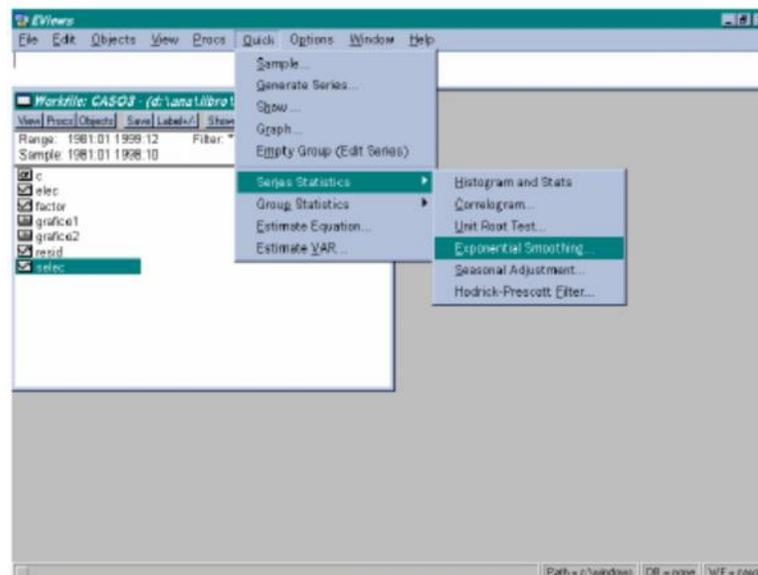


Figura 14.64

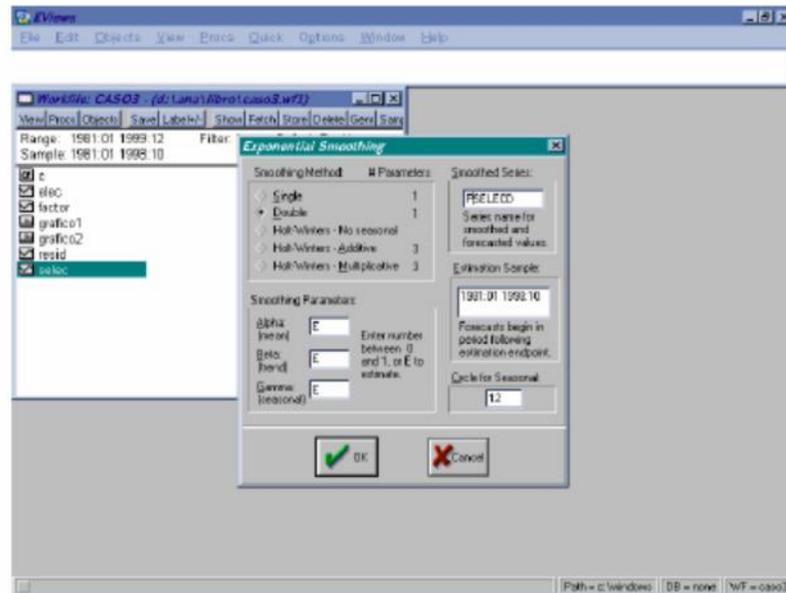


Figura 14.65

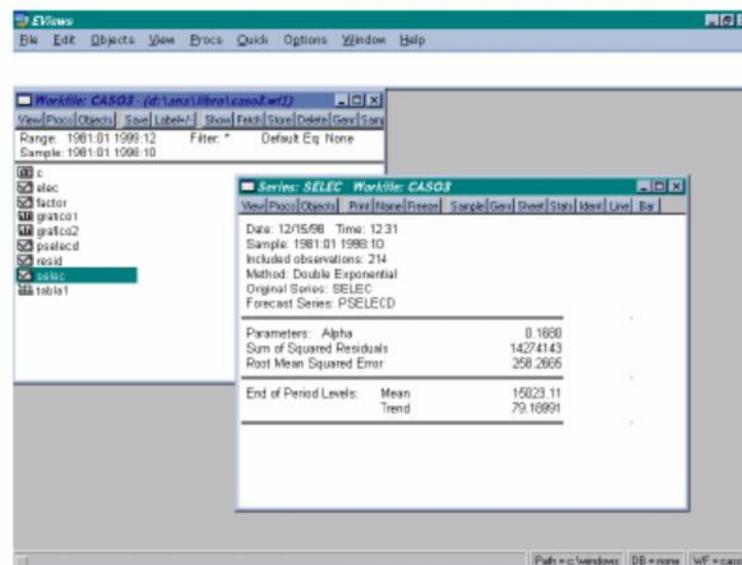


Figura 14.66

Luego se repite la operación, pero esta vez se selecciona el alisado doble de Holt-Winters que calcula la serie de alisado a partir de dos parámetros, α y β , que, en este caso, toman como valores óptimos 0,62 y 0,00, indicando este último dato que la serie presenta una tendencia rígida, siempre creciente en todo el periodo histórico (Figura 14.67 y Figura 14.68).

Las series generadas (que se han denominado por PSELECD y PSELECN, la letra inicial indicando que se trata de predicciones y la última referida a la letra de control en EViews del

procedimiento de alisado utilizado) se ajustan bastante a la serie original desestacionalizada, como puede verse en la Figura 14.69.

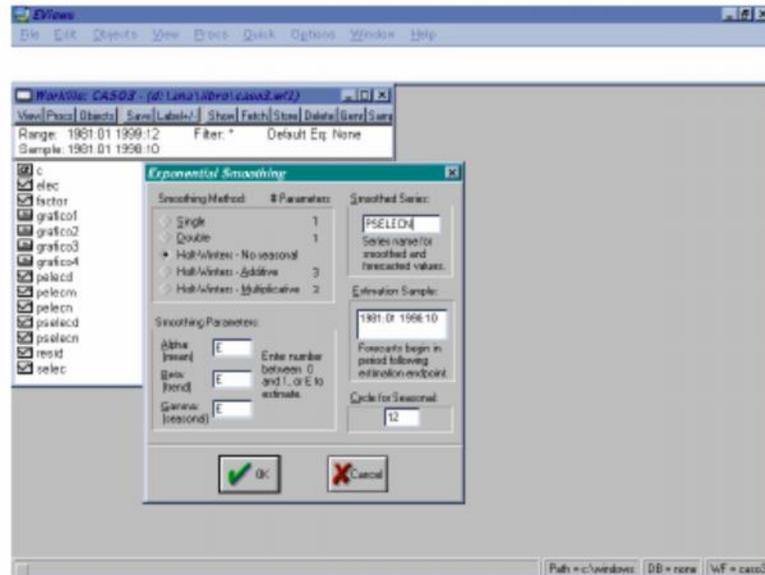


Figura 14.67

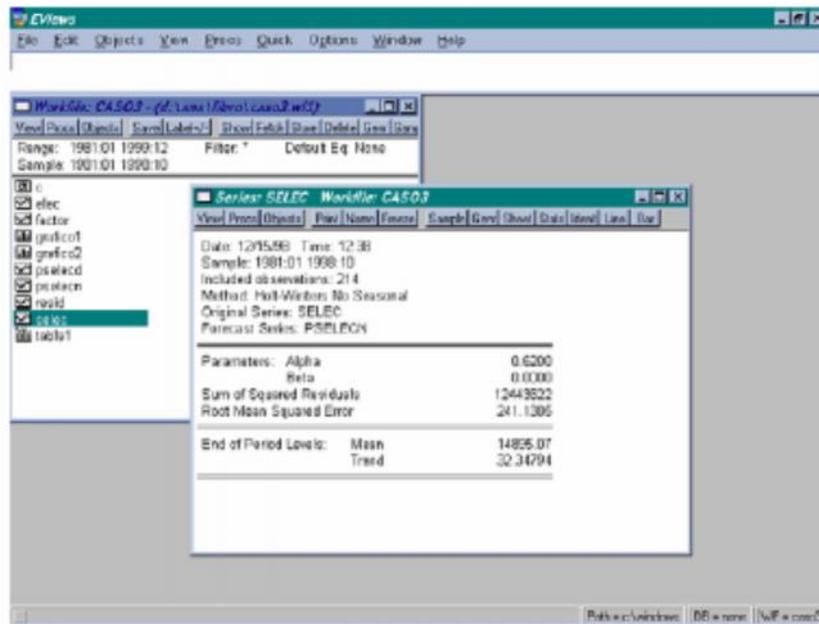


Figura 14.68

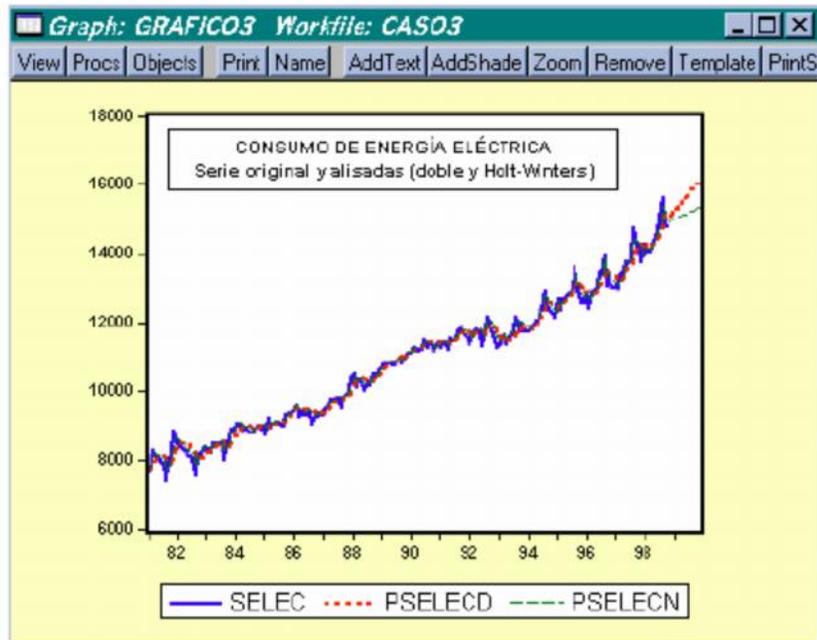


Figura 14.69

Directamente, puede aplicarse a la serie original (ELEC) la técnica de alisado exponencial de Holt-Winters con tres parámetros. La nulidad del parámetro estacional en la estimación indica la existencia de una *estacionalidad rígida*, que no es preciso corregir con la propia evolución de la serie. Así, cuando EViews proporciona valores cero para los parámetros β y γ , como sucede en este caso, podemos considerar que los componentes de tendencia y estacionalidad se estiman como fijos y no cambiantes (Figura 14.70). En la parte inferior de esta salida del alisado, aparecen los valores de media (*mean*) y tendencia (*trend*) al final de periodo de estimación, que se utilizan para los valores alisados de predicción (Figura 14.71).

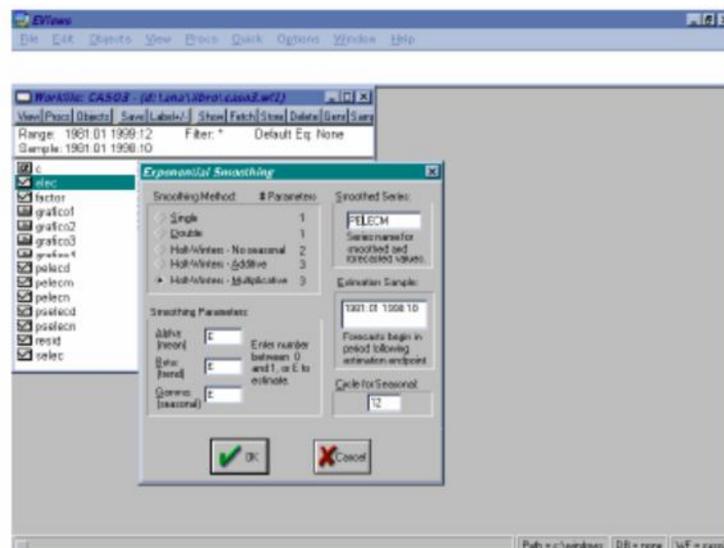


Figura 14.70

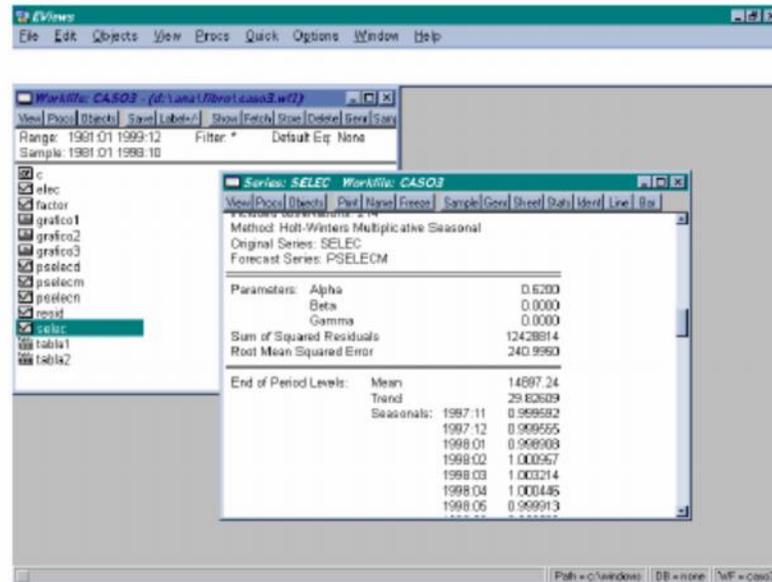


Figura 14.71

Es interesante observar, para este caso, la similitud entre los coeficientes de estacionalidad iniciales, obtenidos por relación a la media móvil, contenidos en la serie FACTOR, y los ahora calculados por Holt-Winters con estacionalidad multiplicativa. La diferencia no es superior a una centésima para ningún mes. La correspondencia entre la serie original (ELEC) y la alisada con este procedimiento (PELECM) se muestran en la Figura 14.72.

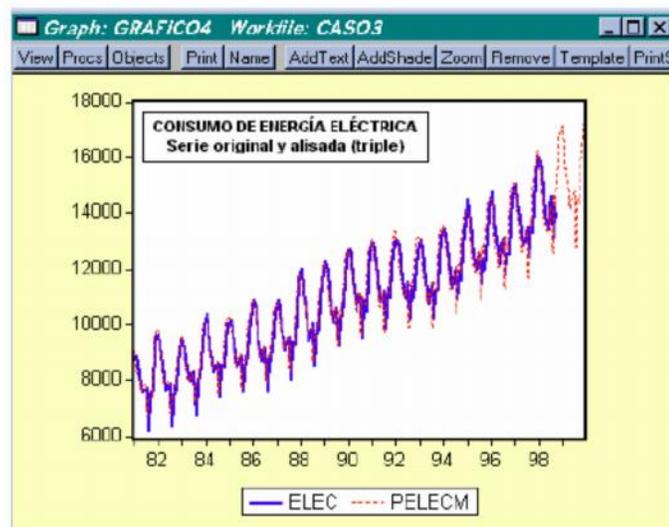


Figura 14.72

Finalmente, los resultados obtenidos se muestran en la Figura 14.73, en la que se ha seleccionado el periodo comprendido entre enero de 1998 hasta diciembre de 1999, que como se sabe abarca diez meses de historia (hasta octubre de 1998) y catorce de predicción (desde noviembre de 1998 hasta finales de 1999). Como cada serie alisada se ha obtenido a partir de la serie original desestacionalizada, las predicciones que automáticamente calcula Econometric Views no llevan incorporada la estacionalidad que originalmente presentaba la serie.

Todas las predicciones realizadas pueden también presentarse incluyendo variaciones estacionales. Para ello, basta con generar doble alisado y Holt-Winters con dos parámetros, nuevas series (PELECD y PELECN, respectivamente) que tomen los valores estimados de tendencia y los multipliquen por el factor de escala de estacionalidad. Para ello, se utiliza la instrucción GENR de la ventana del Workfile que puede verse la Figura 14.74.

obs	SELEC	PSELECD	PSELECN
	Serie desestacionalizada	Alisado exponencial doble	Alisado exponencial de Holt-Winters
1998:01	13967.39	14299.47	14211.02
1998:02	14166.94	14252.19	14092.32
1998:03	14091.03	14278.47	14170.93
1998:04	14237.75	14268.02	14153.74
1998:05	14331.68	14305.08	14238.17
1998:06	14677.15	14360.39	14328.49
1998:07	15024.21	14513.95	14577.00
1998:08	15669.59	14741.45	14886.61
1998:09	14883.19	15123.76	15404.39
1998:10	14761.12	15139.59	15113.60
1998:11	NA	15102.30	14927.42
1998:12	NA	15181.49	14959.76
1999:01	NA	15260.68	14992.11
1999:02	NA	15339.87	15024.46
1999:03	NA	15419.06	15056.81
1999:04	NA	15498.25	15089.16
1999:05	NA	15577.44	15121.50
1999:06	NA	15656.63	15153.85
1999:07	NA	15735.82	15186.20
1999:08	NA	15815.01	15218.55
1999:09	NA	15894.20	15250.90
1999:10	NA	15973.39	15283.24
1999:11	NA	16052.58	15315.59
1999:12	NA	16131.77	15347.94

Figura 14.73

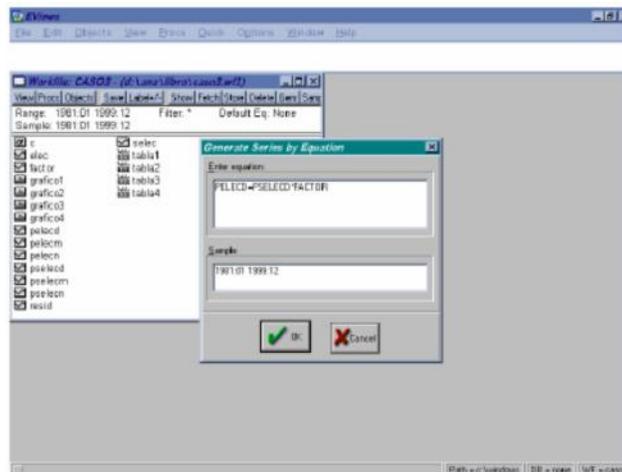


Figura 14.74

obs	ELEC	PELECD	PELECN	PELECM
	Serie original	Alisado exponencial doble	Alisado exponencial de Holt-Winters	Alisado exponencial triple parámetro
1998:01	15996.00	16376.31	16275.02	16253.85
1998:02	15645.00	15739.15	15562.60	15588.89
1998:03	14559.00	14752.66	14641.55	14680.51
1998:04	13956.00	13985.67	13873.66	13849.45
1998:05	13430.00	13405.07	13342.37	13322.25
1998:06	14111.00	13806.46	13775.80	13744.42
1998:07	14659.00	14161.14	14222.67	14214.79
1998:08	13196.00	12414.38	12536.62	12528.38
1998:09	14224.00	14453.92	14722.12	14700.99
1998:10	13870.00	14225.63	14201.20	14199.05
1998:11	NA	15812.90	15629.79	15630.95
1998:12	NA	17028.11	16779.41	16777.34
1999:01	NA	17477.13	17169.55	17149.40
1999:02	NA	16940.31	16591.99	16603.72
1999:03	NA	15931.13	15556.85	15600.59
1999:04	NA	15191.56	14790.56	14788.92
1999:05	NA	14597.38	14170.13	14158.85
1999:06	NA	15052.70	14569.32	14535.34
1999:07	NA	15353.32	14817.06	14794.84
1999:08	NA	13318.47	12816.16	12799.09
1999:09	NA	15190.23	14575.42	14553.63
1999:10	NA	15009.09	14360.61	14335.53
1999:11	NA	16807.89	16036.23	16002.96
1999:12	NA	18093.98	17214.80	17175.85

Figura 14.75

En la Figura 14.75 se incluye, como ejemplo, los resultados para los años 1998 y 1999 completos de la evolución real, la de doble alisado, Holt-Winters con dos parámetros y Holt-Winters con tres parámetros. Como puede observarse, las diferencias entre las distintas variantes no son especialmente significativas en el presente caso.

Bibliografía

- **Pulido, A. y Lopez, A.** Predicción Y Simulación Aplicada a La Economía Y Gestión De Empresas. Madrid: Pirámide, 1999.
- **Pulido San Román, Antonio.** "Curso Combinado De Predicción Y Simulación.," www.uam.es/predysim, Universidad Autónoma de Madrid. , 2004.