

ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES

1^{era} Parte: ANÁLISIS DETERMINISTA

2^{da} Parte: ANÁLISIS ESTOCÁSTICO

Autora: Prof. Helena Chuliá

Organización del curso:

Análisis determinista de Series Temporales

- 1.- INTRODUCCIÓN A LAS SERIES TEMPORALES
- 2.- ANÁLISIS DETERMINISTA I
- 3.- ANÁLISIS DETERMINISTA II

Análisis estocástico Series Temporales

- 4.- ANÁLISIS ESTOCÁSTICO DE SERIES TEMPORALES
- 5.- MODELOS LINEALES DE SERIES TEMPORALES.
- 6.- METODOLOGIA BOX-JENKINS

Organización del curso:

ANÁLISIS DETERMINISTA

1.- INTRODUCCIÓN A LAS SERIES TEMPORALES

1. Definición de serie temporal i previsión económica.
2. Clasificación de los métodos de predicción.
3. Criterios de evaluación de la capacidad predictiva.

2.- ANÁLISIS DETERMINISTA I

1. Componentes de una serie temporal y esquemas de integración.
2. Predicción con modelos sin tendencia.
3. Predicción con modelos con Tendencia.

3.- ANÁLISIS DETERMINISTA II.

1. Predicción con modelos sin tendencia y con componente estacional.
2. Predicción con modelos con tendencia y con componente estacional.

Organización del curso:

BIBLIOGRAFÍA:

BÁSICA (bloque 1 y bloque 2):

- URIEL, E. i PEIRÓ, A . Introducción al análisis de series temporales. Madrid: Editorial AC, 2000

CONSULTAS:

- Box, G.W., Jenkins, G.M. i Reinsel, G.C. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Prentice Hall, 3ª edició. 1994.
- BROCKWELL, P.J. i DAVIS, R.A. Introduction to Time Series and Forecasting. Springer. 2002.
- PEÑA, D. Análisis de series temporales. Alianza Editorial. 2005.
- Shumway, R. H. i soffer, D.S. Time Series Analysis and Its Applications. With R exemples, Springer, 2006.

Tema 1. Introducción. Análisis de Series Temporales

1. Introducción

2. Definición de serie temporal

3. Predicción y evaluación de predicciones

4. Componentes de una serie temporal

5. Tipos de series temporales. Contrastes

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

1. Introducción:

- ¿Porqué hacer previsiones?
- ¿Qué es una serie temporal?

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

- Hacer previsiones supone realizar la mejor apreciación posible de algún suceso futuro.
- En el mundo comercial, sujeto a continuos cambios, esas apreciaciones pueden marcar la diferencia entre éxito y fracaso.
 - En consecuencia, no parece razonable depositar toda la confianza en la intuición o en el “ojo clínico” al proyectar las ventas futuras, las existencias necesarias, los requerimientos de personal u otras variables comerciales importantes.
- Se ha demostrado que los métodos cuantitativos ayudan a realizar pronósticos más fiables sobre el devenir de los acontecimientos futuros.

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

- A mediados de la década de 1980, el estudio de Forgionni (1984) sobre un conjunto de importantes compañías estadounidenses puso de manifiesto que cerca del 94% de ellas utilizaba previsiones de ventas.

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

- Por su parte, Chambers, Mullick y Smith (1971) indican que *“virtualmente en cada decisión que adopta el ejecutivo hoy tiene en cuenta algún tipo de predicción. Predicciones bien fundadas ya no son artículos de lujo, sino una necesidad, si el directivo tiene que dar cuenta de la estacionariedad, cambios repentinos en estos niveles de demanda, maniobras en los precios de la competencia,... La predicción puede ayudarle a afrontar estos problemas; pero puede ayudarle más cuanto más reconoce él los principios de predicción y qué técnicas son adecuadas para sus necesidades en cada momento.”*

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

- Pueden pensarse múltiples situaciones como ilustraciones del papel de la predicción en el proceso de la toma de decisiones.
- Asumamos la tradicional distinción de los tres agentes de la economía:
 - Las economías domésticas (o familias)
 - El gobierno
 - Las empresas

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

A nivel de las **economías domésticas** (o familias), podemos considerar los siguientes ejemplos:

- A la hora de decidir la partición entre consumo y ahorro deberán tener alguna idea sobre la rentabilidad que esperan recibir en el futuro
- A la hora de decidir la adquisición de ciertos bienes duraderos deberán prever cuál será el nivel de renta futura y la evolución que van a seguir los precios

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

Los ejemplos a nivel de **gobierno** son inmediatos:

- Cuando el gobierno elabora el presupuesto cada año, lo hace tras realizar un pronostico sobre cuál será la evolución de las variables que afectan a gastos e ingresos públicos
- Cuando el gobierno decide su política de financiación del déficit, lo hace tras prever cuál será la evolución de los tipos de interés
- Cuando el gobierno decide su política monetaria se ponderan los pronósticos hechos sobre la evolución de ciertas variables como la tasa de inflación, tipos de cambio, etc.

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

Pero es sin duda en el marco de **la empresa** en el que, de forma más natural, se han propuesto ilustraciones de este tipo, agrupándolas según el área de la empresa a que correspondan:

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

La mayor parte de las decisiones que se toman en **el área de marketing** tienen que hacer frente a cuestiones del tipo:

- ¿Cuál va a ser la demanda de cada uno de los productos que suministra la empresa en los periodos futuros?
- ¿Cuáles van a ser las preferencias de los clientes en lo que respecta a ciertas características del producto, como color, calidad, embalaje y diseño?
- ¿Cuál va a ser la demanda de cada producto en cada zona geográfica?
- ¿Cuál va a ser la política de los competidores y cómo va a afectar a la participación de la empresa?

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

En **el área de financiación**, también de forma inmediata, surgen cuestiones del siguiente tipo:

- ¿Cuál va a ser la evolución de los tipos de interés?
- ¿Cuáles van a ser las necesidades de capital de la empresa?
- ¿Cuál va a ser la evolución de los flujos de ingresos y gastos?

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

En **el área de producción** hay también hay cuestiones relacionadas con la predicción que pueden condicionar decisivamente las decisiones que se toman. Por ejemplo:

- ¿Cuál va a ser la evolución que va a seguir la oferta de las materias primas que utiliza la empresa?
- ¿Cuál va a ser el comportamiento futuro de los precios de esas materias primas?
- ¿Cuáles van a ser las necesidades de mano de obra según la categoría profesional y especialización?
- ¿Cuál va a ser la evolución futura de los salarios y los otros costes laborales?

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

- Podríamos continuar hasta elaborar una lista interminable de cuestiones en las que se pone de manifiesto la relevancia del ejercicio de predicción en la toma de decisiones por los diferentes agentes.
- Pero estas ya son suficientes para entender el protagonismo de la actividad predictiva en el marco de la empresa actual.

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

- Este curso está dedicado al estudio de las **técnicas cuantitativas o métodos objetivos** de predicción.
- Las técnicas cuantitativas han terminado imponiendo su dominio en el campo de la previsión. No obstante, existe un historial muy rico de previsiones basadas en **métodos subjetivos o de apreciación**, algunos de los cuales pueden ser útiles hoy en día.
 - En general, estos métodos son los que el analista utiliza cuando carece de datos históricos. Estos métodos son los adecuados, por ejemplo, para la previsión de ventas de un nuevo producto.
 - Además, estos métodos pueden ser preferibles a un método cuantitativo, por ejemplo, cuando se necesitan predicciones a muy largo plazo.

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

- Un buen ejemplo de **método subjetivo/cualitativo o de apreciación** es el **método Delphi**. Es un método ampliamente empleado.
- El método Delphi intenta sacar provecho del saber de personas que tienen conocimientos sobre el área objeto de previsión.
- Un grupo de expertos se reúnen para discutir sobre sus puntos de vista bajo un formato estructurado. Habitualmente a lo largo del proceso suele originarse un movimiento hacia el acuerdo. Este acuerdo es el producto final que puede ser una previsión subjetiva.

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

- ¿Qué debemos utilizar métodos cuantitativos/objetivos o métodos subjetivos/cualitativos?
 - son preferibles los métodos cuantitativos,
 - pero que los métodos subjetivos pueden tener interés como apoyo al uso de métodos cuantitativos.

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Porqué hacer previsiones?

- Charles y Chase (1991), de Jonson & Jonson Consumer Products, Inc. han resumido en 3 los inconvenientes de los métodos cualitativos:
 1. están casi siempre sesgados
 2. su exactitud no es consistente a lo largo del tiempo
 3. en muchos casos se necesitan años de experiencia para aprender a convertir la apreciación intuitiva en buenas previsiones

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Qué es una serie temporal?

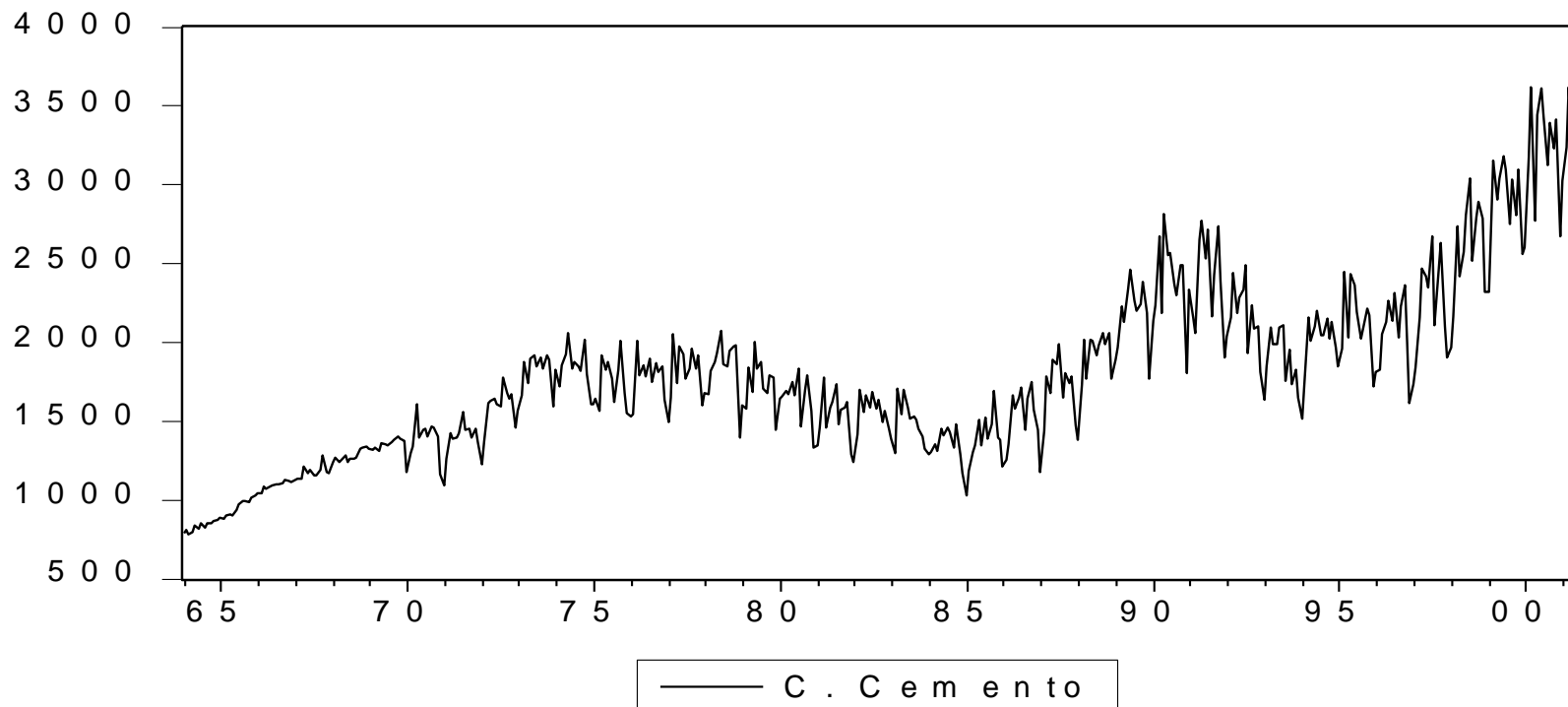
- Una **serie temporal** es una secuencia de observaciones (datos) sobre una variable ordenadas cronológicamente.

Ejemplos

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Qué es una serie temporal?

1. Consumo de cemento en España, datos mensuales

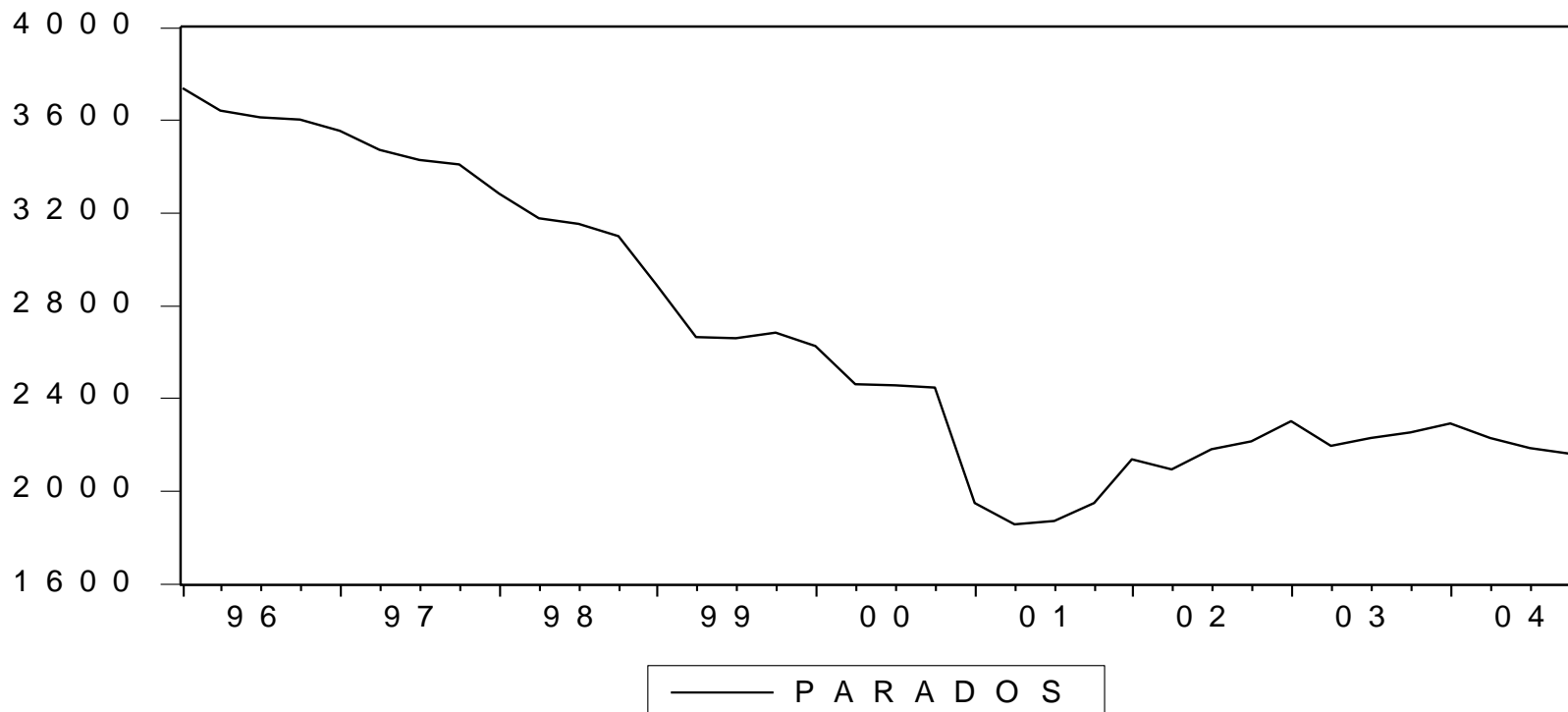


Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Qué es una serie temporal?

2. Paro en España,

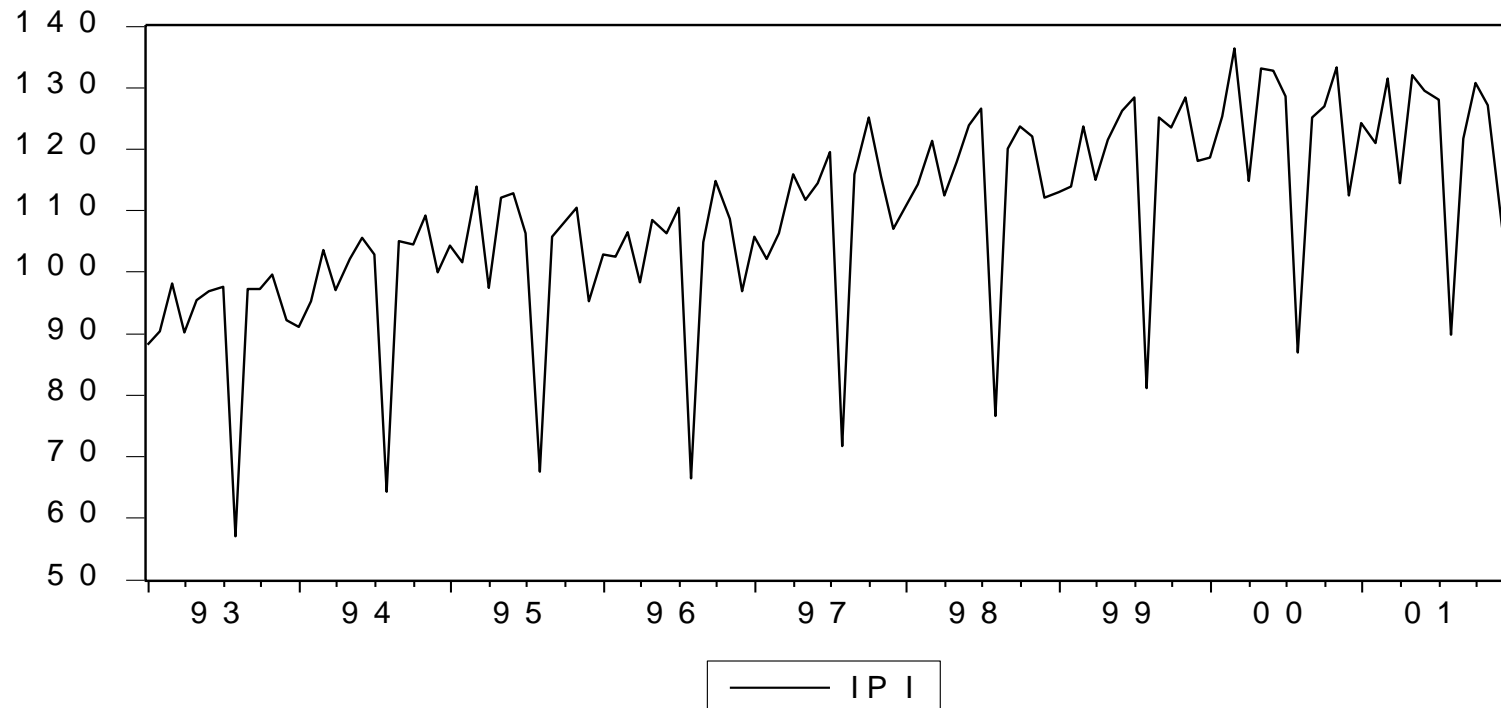
INE, datos trimestrales, número de parados



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Qué es una serie temporal?

3. Índice de producción industrial, España datos mensuales

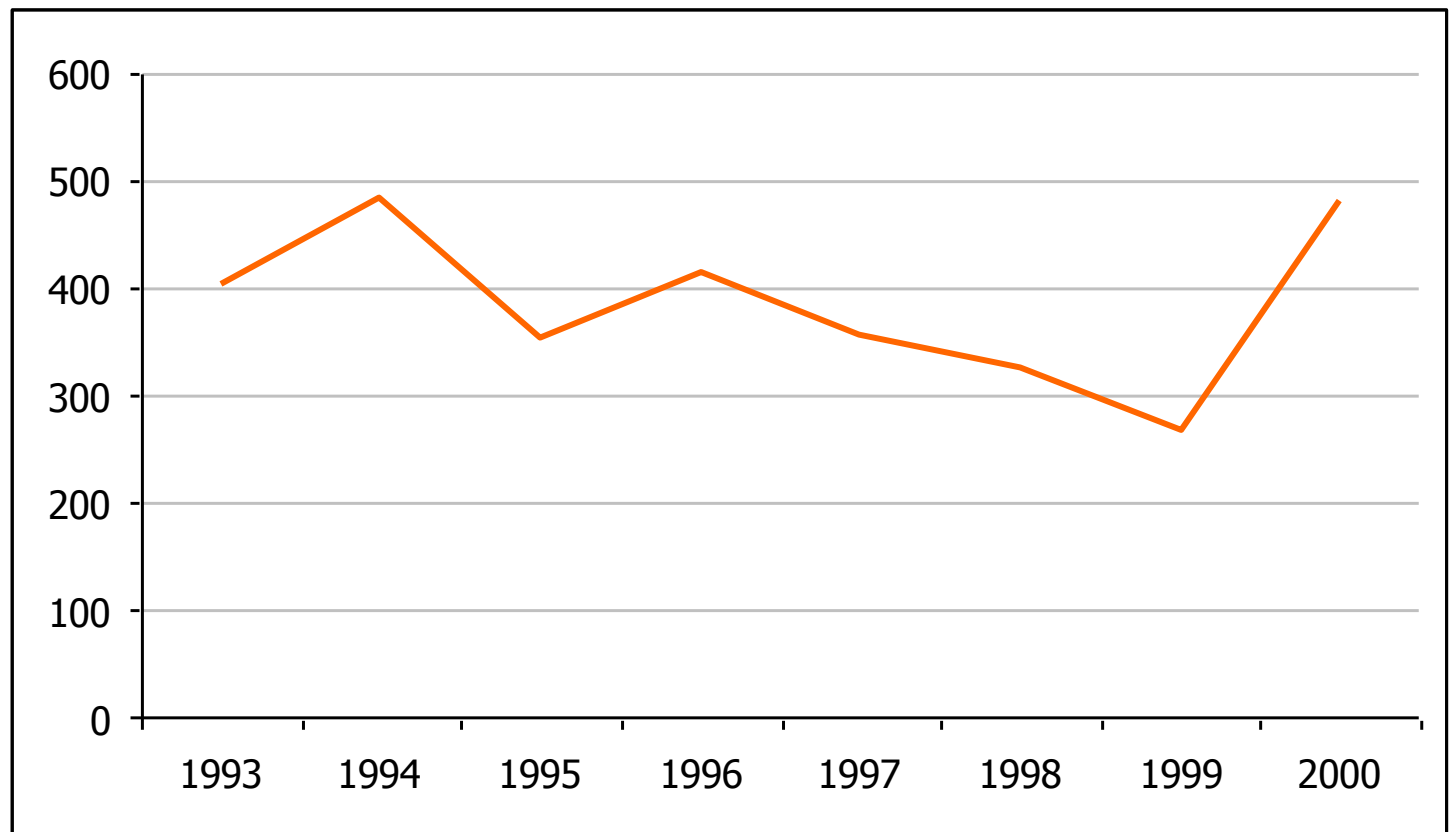


Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Qué es una serie temporal?

4. Oferta de turismo rural, Galicia

datos anuales, número de plazas ofertadas

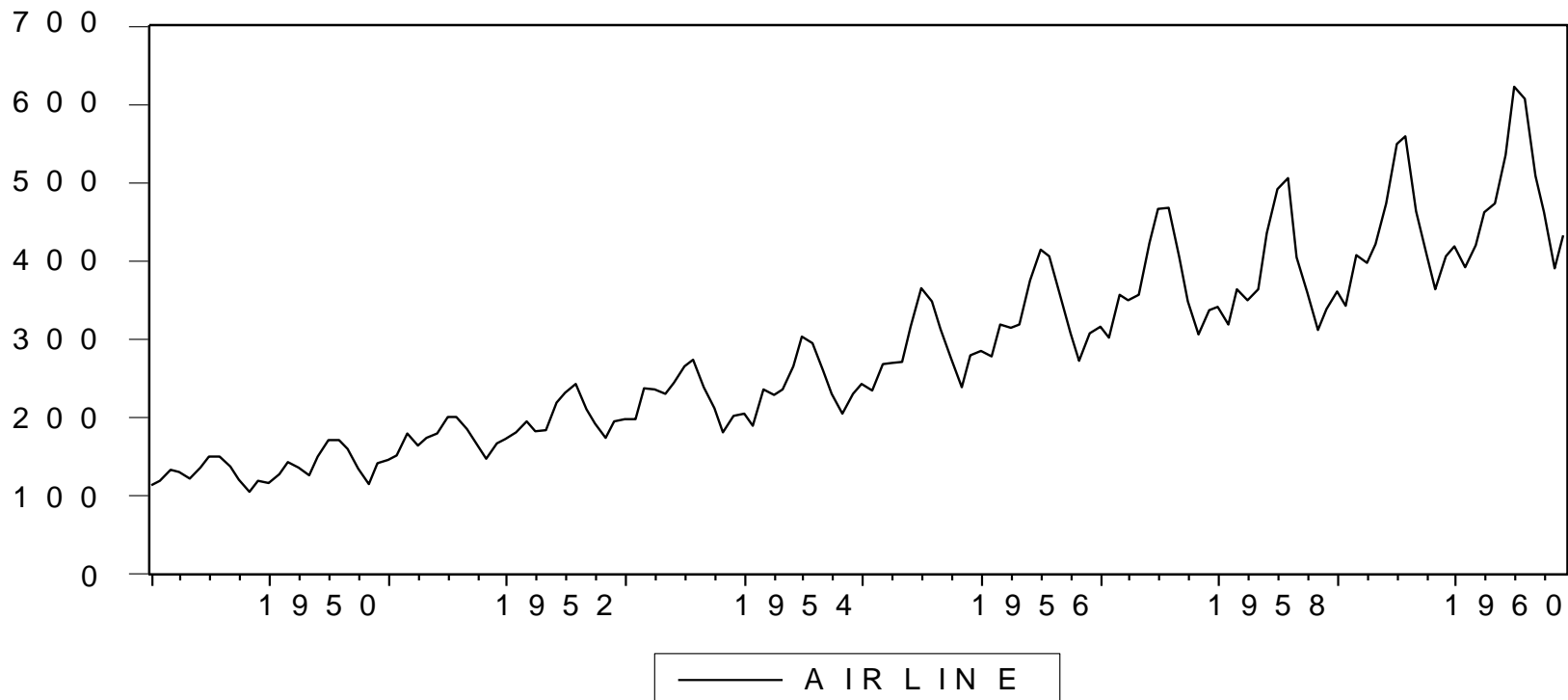


Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Qué es una serie temporal?

5. Pasajeros de líneas aéreas internacionales

Mensual, en miles de personas

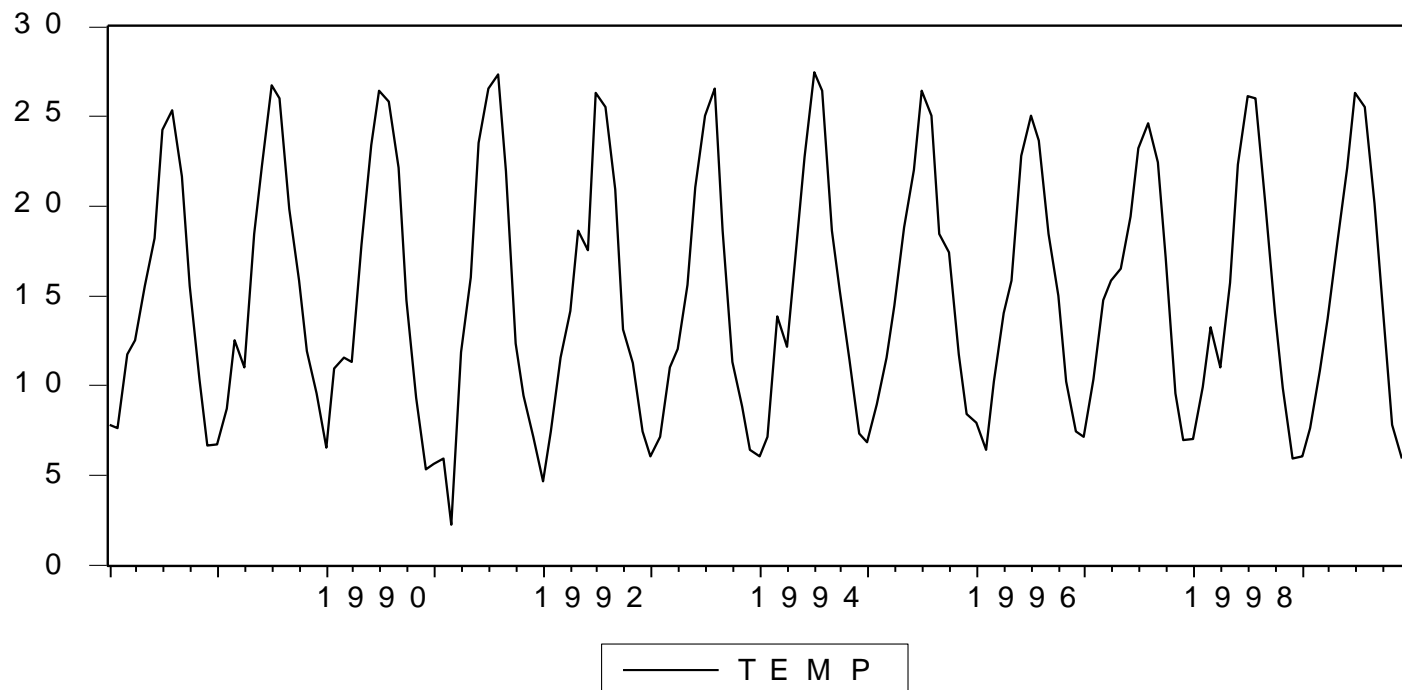


Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Qué es una serie temporal?

6. Temperatura media medida en Madrid-Retiro

Mensual, en grados centígrados

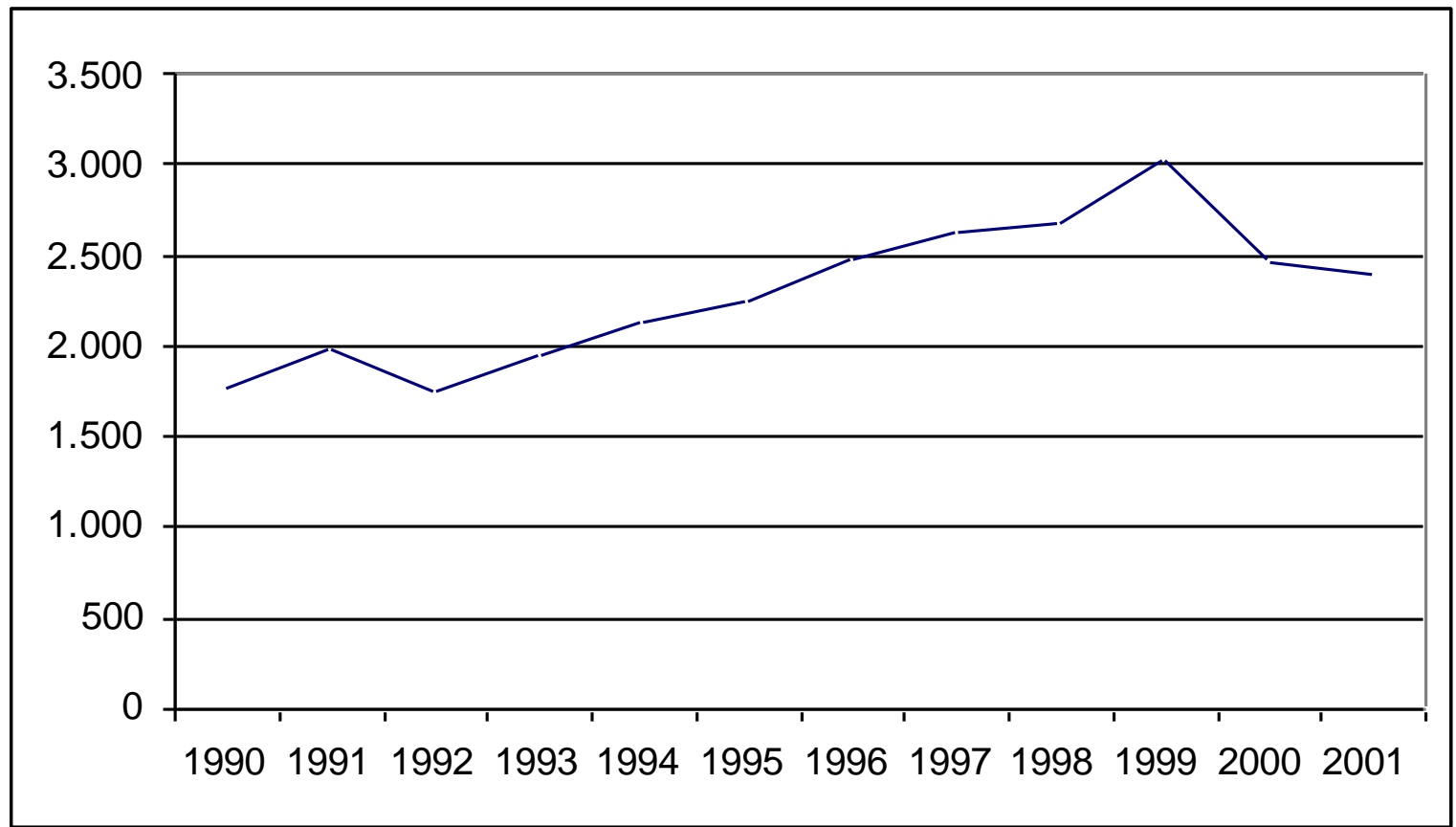


Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Qué es una serie temporal?

7. Número de empresas cotizadas en el NYSE

Anual, en nº de empresas

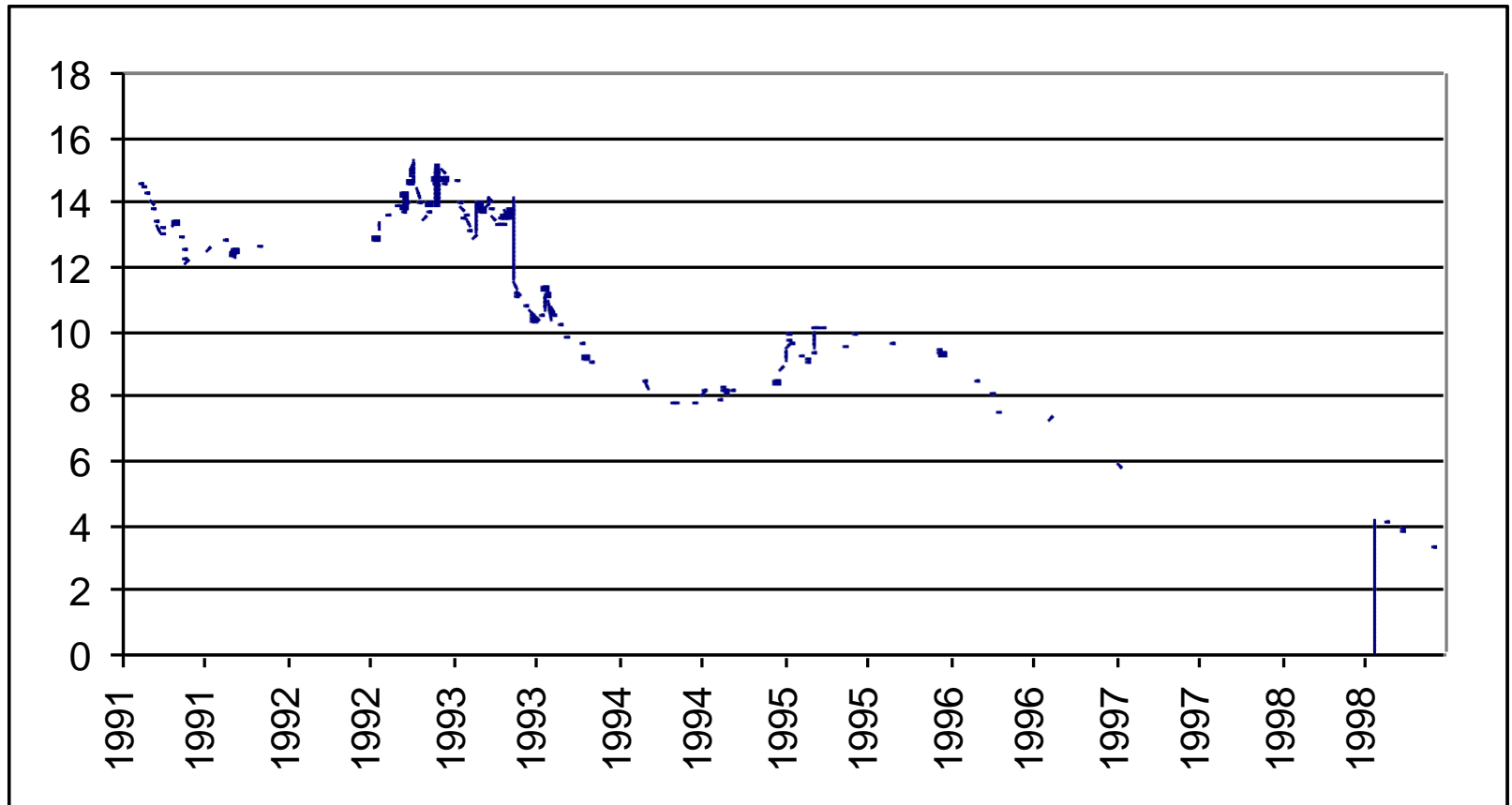


Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Qué es una serie temporal?

8. Tipos de interés MIBOR a 6 meses, España

Datos diarios

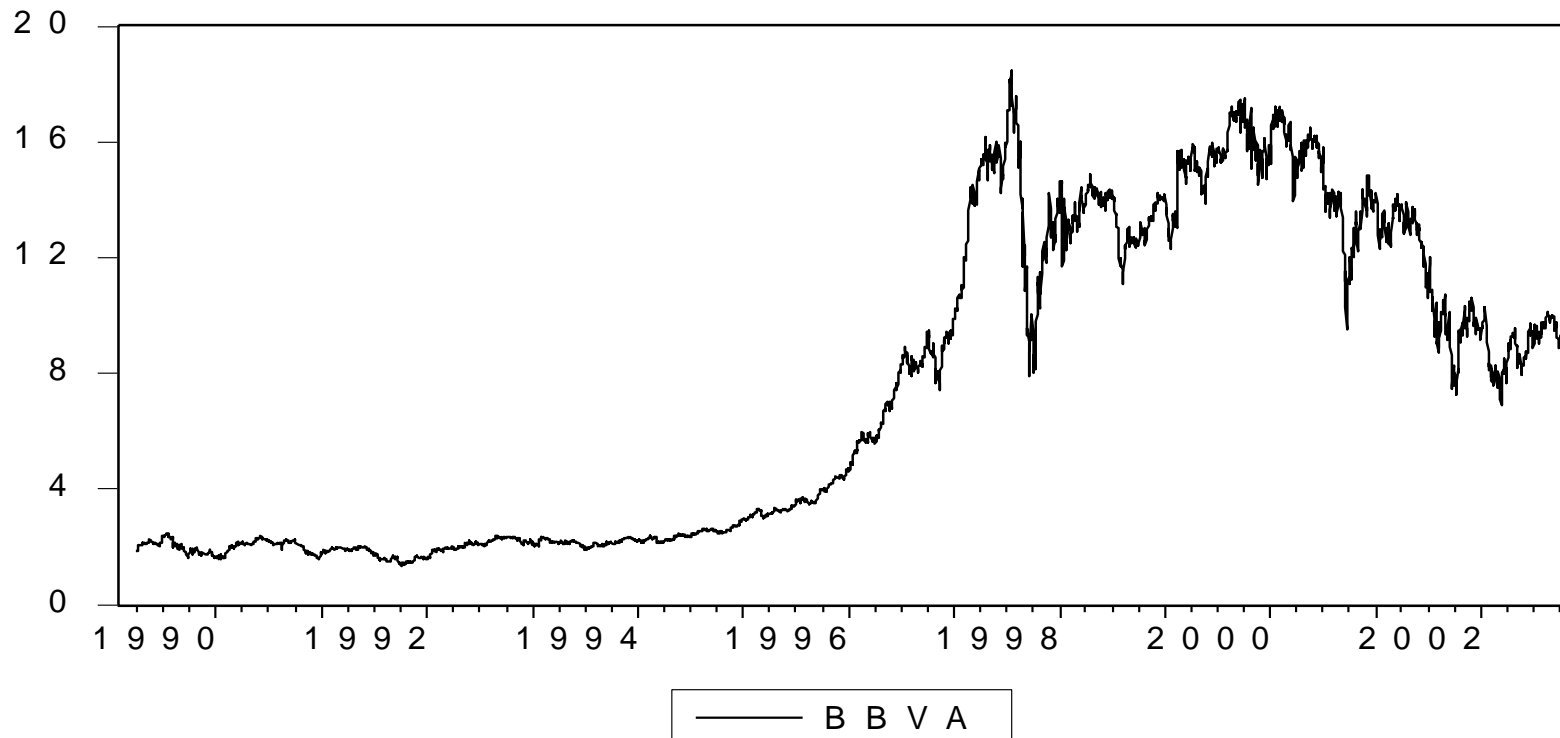


Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

¿Qué es una serie temporal?

9. Cotización de las acciones de BBVA

Datos diarios de cierre, en euros



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

2. Definición de serie temporal

- Una **serie temporal** es un conjunto de observaciones sobre una variable determinada para distintos momentos del tiempo.
- En general, estas observaciones se realizan a intervalos regulares de tiempo. Así, tenemos diferentes **frecuencias** de observación:
 - Anual
 - Semestral
 - trimestral
 - Mensual
 - Diaria, etc

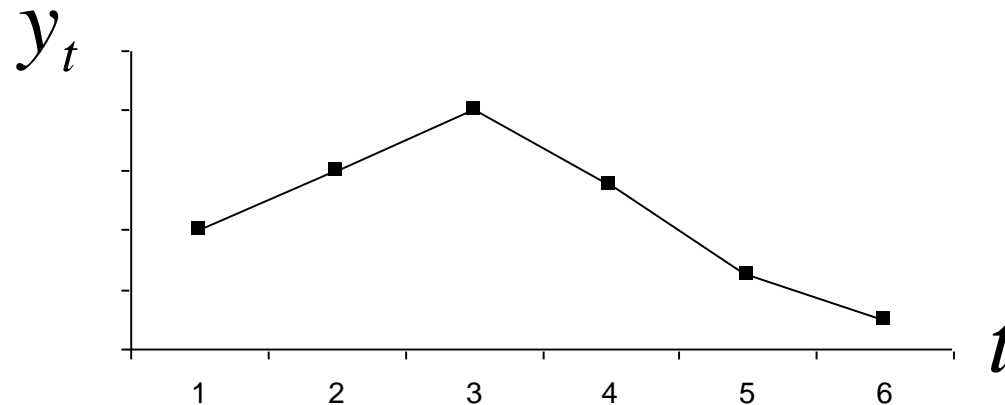
Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- A una serie temporal la denotaremos:

$$y_1, y_2, \dots, y_T$$

donde el subíndice t hace referencia al momento del tiempo al que se encuentra asociado el valor de y

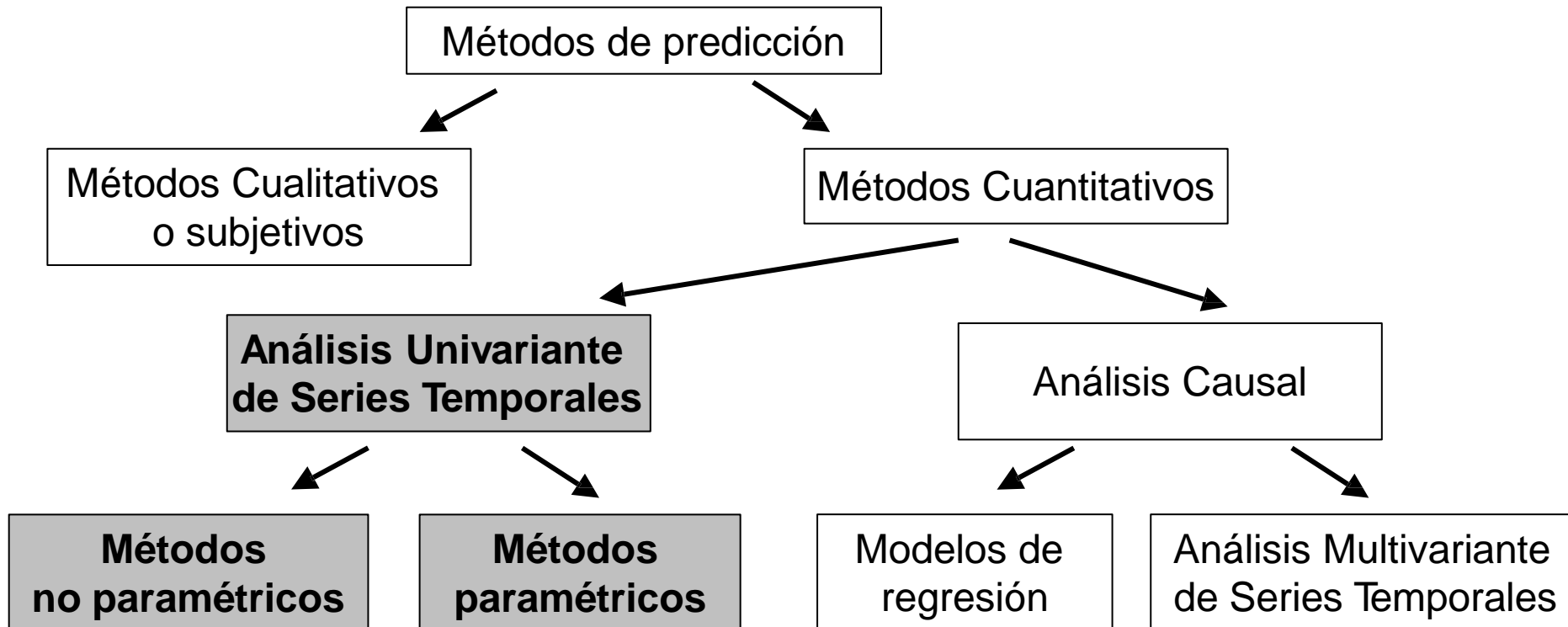
- La **representación gráfica** será:



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

3. Predicción y evaluación de predicciones

- Clasificación de los métodos de predicción



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

3. Predicción y evaluación de predicciones

- Los **métodos de predicción cualitativos** se utilizan en aquellos casos en los que el pasado no proporciona información directa sobre el fenómeno considerado. Por ejemplo, comercialización de nuevos productos.
- Por el contrario, en los **métodos cuantitativos**, la misión del estadístico es extraer toda la información posible contenida en los datos y, en base al patrón de comportamiento seguido en el pasado, realizar conjeturas sobre el futuro.

Dentro de este grupo podemos distinguir dos enfoques alternativos:

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

3. Predicción y evaluación de predicciones

1. En el **análisis univariante de series temporales** se hacen predicciones de los valores futuros de una variable utilizando como información únicamente los valores pasados de la serie temporal. Se pueden distinguir dos grandes grupos:
 - **Métodos no paramétricos:** Estos métodos están basados en la idea de que dentro de los valores de la serie temporal se pueden observar 4 componentes: tendencia, ciclo, estacionalidad y componente irregular. Los métodos de descomposición tratan de aislar los componentes y hacer predicciones de los mismos.
 - **Métodos paramétricos:** Se parte de la idea de que la serie temporal ha sido generada por un proceso estocástico. Se trata de identificar el proceso generador de las observaciones para después estimar, validar y obtener predicciones.

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

3. Predicción y evaluación de predicciones

2. Por el contrario, el **análisis causal** se llama así, porque en el explicación de la variable de interés intervienen factores externos. Se puede dividir en:

- **Análisis de regresión:** Existe una variable endógena que se explica por medio de un conjunto de variables exógenas

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_k x_{kt}$$

- **Análisis multivariante de series temporales:** Es una extensión del anterior donde se estudian conjuntamente varias variables endógenas. Permite considerar influencia entre dichas variables

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

3. Predicción y evaluación de predicciones

- El objetivo del estudio de las series temporales es la **realización de predicciones**. Utilizando toda la información disponible de la variable y hasta el momento T , es decir,

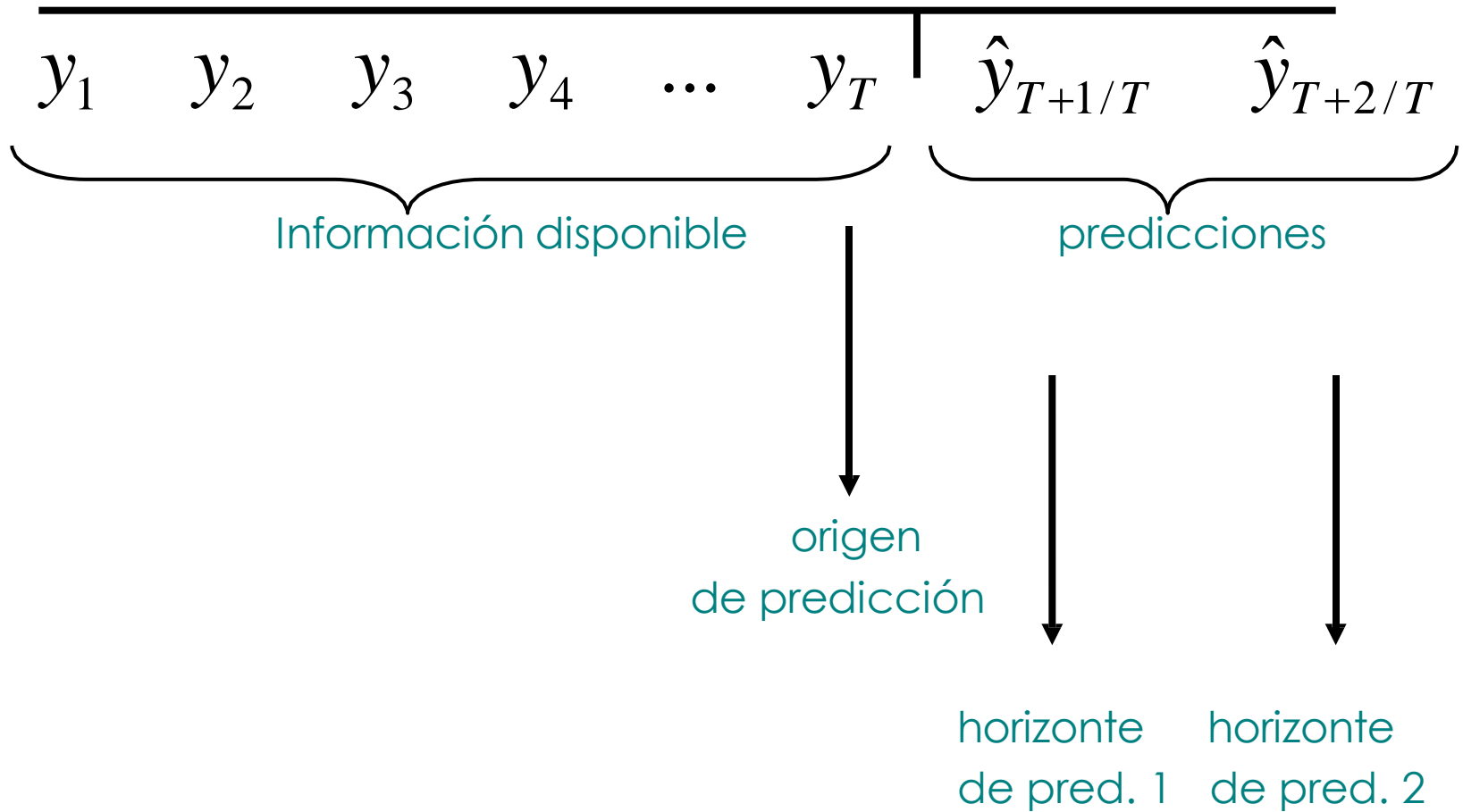
$$y_1, y_2, \dots, y_T$$

hacer la previsión de y para el periodo $T+1$, la cual se expresará como:

$$\begin{cases} \hat{y}_{T+1/T} \\ \hat{y}_T(1) \end{cases}$$

- El circunflejo indica que se trata de una predicción
- $T+1/T$ indica que la predicción se realiza para el momento $T+1$ condicionada a la información disponible hasta el momento T
- Estamos haciendo predicciones **un periodo hacia adelante**

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción



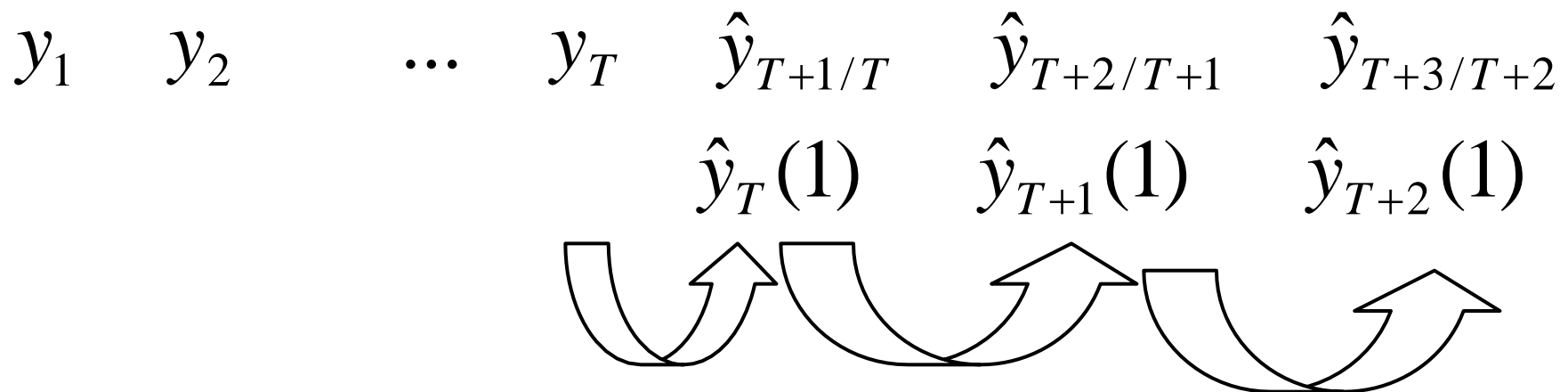
Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- En general:

$$\hat{y}_{T+H/T} \quad o \quad \hat{y}_T(H)$$

, es decir, la predicción a horizonte H con origen T.

- Por ejemplo, predicciones un periodo hacia delante:



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

DOS TIPOS DE PREDICCIONES:

- **Predicciones Estáticas:**

- Origen: cambia ($T, T+1, T+2, \dots$)
- Horizonte: fijo (habitualmente igual a 1)

$$y_1 \quad y_2 \quad \dots \quad y_T \quad \hat{y}_{T+1/T} \quad \hat{y}_{T+2/T+1} \quad \hat{y}_{T+3/T+2}$$

- **Predicciones Dinámicas:**

- Origen: fijo (T)
- Horizonte: cambia ($1, 2, 3, \dots$)

$$y_1 \quad y_2 \quad \dots \quad y_T \quad \hat{y}_{T+1/T} \quad \hat{y}_{T+2/T}$$

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- En un ejercicio de predicción:

y_1

y_2

y_3

...

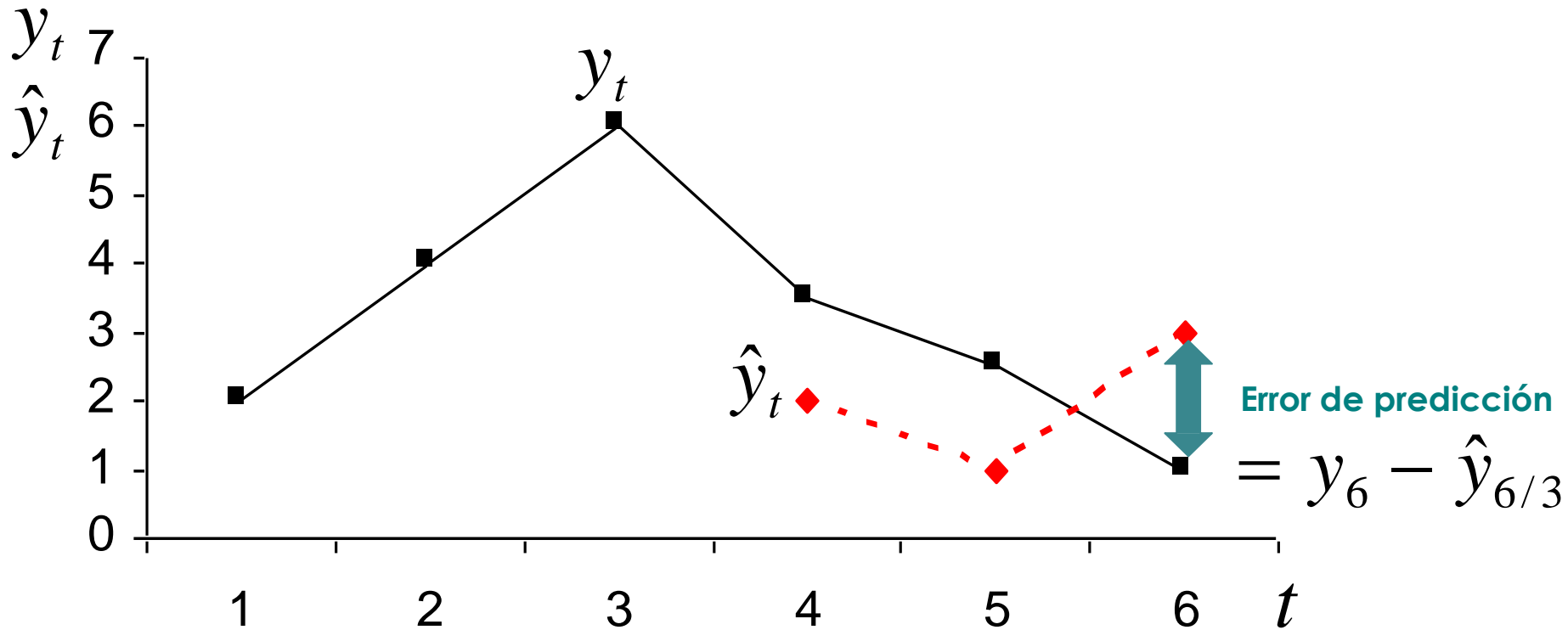
y_T

Cuando disponemos de los valores realmente observados, podemos obtener el error de predicción:

$$\left. \begin{array}{ll} y_{T+1} & \hat{y}_{T+1/T} \\ y_{T+2} & \hat{y}_{T+2/T} \\ y_{T+3} & \hat{y}_{T+3/T} \end{array} \right\} \begin{array}{l} e_T(1) = y_{T+1} - \hat{y}_{T+1/T} = y_{T+1} - \hat{y}_T(1) \\ e_T(2) = y_{T+2} - \hat{y}_{T+2/T} = y_{T+2} - \hat{y}_T(2) \end{array}$$

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- En un ejercicio de predicción:



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- En general:

$$e_T(1) = y_{T+1} - \hat{y}_{T+1/T} = \\ = y_{T+1} - \hat{y}_{T(1)}$$

para $m = 1, 2, 3, \dots, H$

- ¿Cómo medir si los errores que cometemos son grandes o pequeños?
- ¿Cómo elegir entre modelos alternativos?
 - **Evaluación de la capacidad predictiva**

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

▪ Evaluación de la capacidad predictiva

- La **evaluación de la capacidad predictiva de un modelo** se realiza mediante la cuantificación de los errores de predicción.
- Los errores serán positivos y negativos
 - Por ello, se consideran los errores en valor absoluto o elevados al cuadrado
- Utilizaremos dos estadísticos que proporcionan una media de los “errores sin signo”
 - 1) Error cuadrático medio
 - 2) Error absoluto medio

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

▪ Evaluación de la capacidad predictiva

1) Error cuadrático medio

$$ECM(H) = \sum_{l=1}^H \frac{e_T^2(l)}{H} = \sum_{l=1}^H \frac{(\hat{y}_{T+l} - y_{T+l})^2}{H}$$

2) Error absoluto medio

$$EAM(H) = \sum_{l=1}^H \frac{|e_T(l)|}{H} = \sum_{l=1}^H \frac{|\hat{y}_{T+l} - y_{T+l}|}{H}$$

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Algunas consideraciones:

a) Si estamos situados en el periodo T , los valores de

$$\hat{y}_{2/1}, \hat{y}_{3/2}, \hat{y}_{4/3}, \dots$$

no son predicciones ya que se refieren a sucesos situados en periodos pasados, pero **lo importante no es el momento en que nos encontramos sino la información que utilizamos.**

- En consecuencia, podemos considerar ambos estadísticos en el periodo muestral y en el periodo extramuestral
 - ECM muestral y ECM extramuestral
 - EAM muestral y EAM extramuestral

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Algunas consideraciones:

- En general, se trabaja con dos tipos de predicciones según el periodo:

- En el periodo muestral:

- Predicciones un periodo hacia adelante
 - El origen cambia, el horizonte siempre 1

$$\hat{y}_t(1) \quad t = 1, 2, 3, \dots, T$$

- En el periodo extramuestral

- Predicciones a diferentes horizontes y origen T
 - El origen siempre T, el horizonte cambia

$$\hat{y}_T(m) \quad m = 1, 2, 3, \dots, H$$

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- En el ejemplo anterior:

y_1	$\hat{y}_{1/0}$	{	ECM muestral EAM muestral
y_2	$\hat{y}_{2/1}$		
y_3	$\hat{y}_{3/2}$		
\dots			
y_T	$\hat{y}_{T/T-1}$		
y_{T+1}	$\hat{y}_{T+1/T}$	{	ECM extra-muestral EAM extra- muestral
y_{T+2}	$\hat{y}_{T+2/T}$		
y_{T+3}	$\hat{y}_{T+3/T}$		

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Algunas consideraciones:

b) Selección de modelos:

- Habitualmente, en el análisis de una serie temporal se utilizan varios métodos de predicción alternativos.
- En consecuencia, para saber **cuál es el más adecuado** se deben calcular ambos estadísticos para cada método y compararlos.
- Seleccionaremos aquel modelo que muestre menores errores de predicción, es decir, el modelo que minimiza el ECM y/o EAM.
- Cuando ambos estadísticos muestren resultados contradictorios, se elige aquel que minimiza el ECM, dado que este estadístico penaliza los errores concretos de forma cuadrática.

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Algunas consideraciones:

b) Selección de modelos:

- El EAM y el EQM no son adimensionales!!!!
- Dependén de las unidades de medida de la variable objeto de estudio.
- Por tanto, un EQM de 7 es mucho o poco? ...
- Para medir la capacidad predictiva (o bondad predictiva) de un método concreto necesitamos un indicador que sea adimensional

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Algunas consideraciones:

b) Selección de modelos:

Error Porcentual Absoluto Medio (EPAM):

$$EPAM(H) = \frac{100}{H} \sum_{l=1}^H \left| \frac{e_T(l)}{Y_{T+l}} \right|$$

- Interpretación:
 - $EPAM \leq 1\%$: Muy buena capacidad predictiva
 - $1\% < EPAM \leq 3\%$: Buena capacidad predictiva
 - $3\% < EPAM \leq 5\%$: Capacidad predictiva regular
 - $5\% < EPAM$: Baja/ muy baja capacidad predictiva

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Algunas consideraciones:

- c) Es habitual que se comparen diversos modelos sofisticados de predicción y **es muy útil comparar dicho modelos con un modelo de predicción muy sencillo/simple.**
- Esta comparación es útil puesto que si seleccionamos como mejor el modelo más sencillo, esto nos estará indicando que el método sofisticado no es el adecuado y deberíamos usar otro método alternativo.
- Estos métodos muy simples, reciben el nombre de métodos ingenuos.

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- **Método ingenuo**

- El más simple de todos los métodos de previsión consiste en suponer que el periodo siguiente será idéntico al actual.

Es el método que usamos al decidir qué ropa ponernos cuando no conocemos la previsión meteorológica

- Consiste en asignar al periodo $t+1$ el valor observado en el periodo t

$$\hat{y}_t(1) = \hat{y}_{t+1/t} = y_t$$

- Para predicciones a partir de T (en el periodo extra-muestral):

$$\hat{y}_T(l) = y_T \quad \text{para} \quad l = 1, 2, 3, \dots, H$$

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:

t	y_t	$\hat{y}_{t-1}(1)$	$e_{t-1}(1)$	EA	EC
1	10				
2	13				
3	18				
4	25				
5	40				

Información
muestral

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:

t	y_t	$\hat{y}_{t-1}(1)$	$e_{t-1}(1)$	EA	EC
1	10	--			
2	13	10			
3	18	13			
4	25	18			
5	40	25			

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:

t	y_t	$\hat{y}_{t-1}(1)$	$e_{t-1}(1)$	EA	EC
1	10	--	--		
2	13	10	3		
3	18	13	5		
4	25	18	7		
5	40	25	15		


Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:

t	y_t	$\hat{y}_{t-1}(1)$	$e_{t-1}(1)$	EA	EC
1	10	--	--		
2	13	10	3	3	
3	18	13	5	5	
4	25	18	7	7	
5	40	25	15	15	

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:



t	y_t	$\hat{y}_{t-1}(1)$	$e_{t-1}(1)$	EA	EC
1	10	--	--		
2	13	10	3	3	9
3	18	13	5	5	25
4	25	18	7	7	49
5	40	25	15	15	225

Información muestral:

- ECM muestral:** $(9+25+49+225)/4 = 77$
- EAM muestral:** $(3+5+7+15)/4=7.5$

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:

t	y_t	$\hat{y}_{t-1}(1)$	$e_{t-1}(1)$	EA	EC
1	10	--	--		
2	13	10	3	3	9
3	18	13	5	5	25
4	25	18	7	7	49
5	40	25	15	15	225
6	43				
7	45				



Información
extra-muestral

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:

t	y_t	$\hat{y}_{t-1}(1)$	$e_{t-1}(1)$	EA	EC
1	10	--	--		
2	13	10	3	3	9
3	18	13	5	5	25
4	25	18	7	7	49
5	40	25	15	15	225
6	43	40			
7	45	40			

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:

t	y_t	$\hat{y}_{t-1}(1)$	$e_{t-1}(1)$	EA	EC
1	10	--	--		
2	13	10	3	3	9
3	18	13	5	5	25
4	25	18	7	7	49
5	40	25	15	15	225
6	43	40	3		
7	45	40	5		

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:

t	y_t	$\hat{y}_{t-1}(1)$	$e_{t-1}(1)$	EA	EC
1	10	--	--		
2	13	10	3	3	9
3	18	13	5	5	25
4	25	18	7	7	49
5	40	25	15	15	225
6	43	40	3	3	9
7	45	40	5	5	25

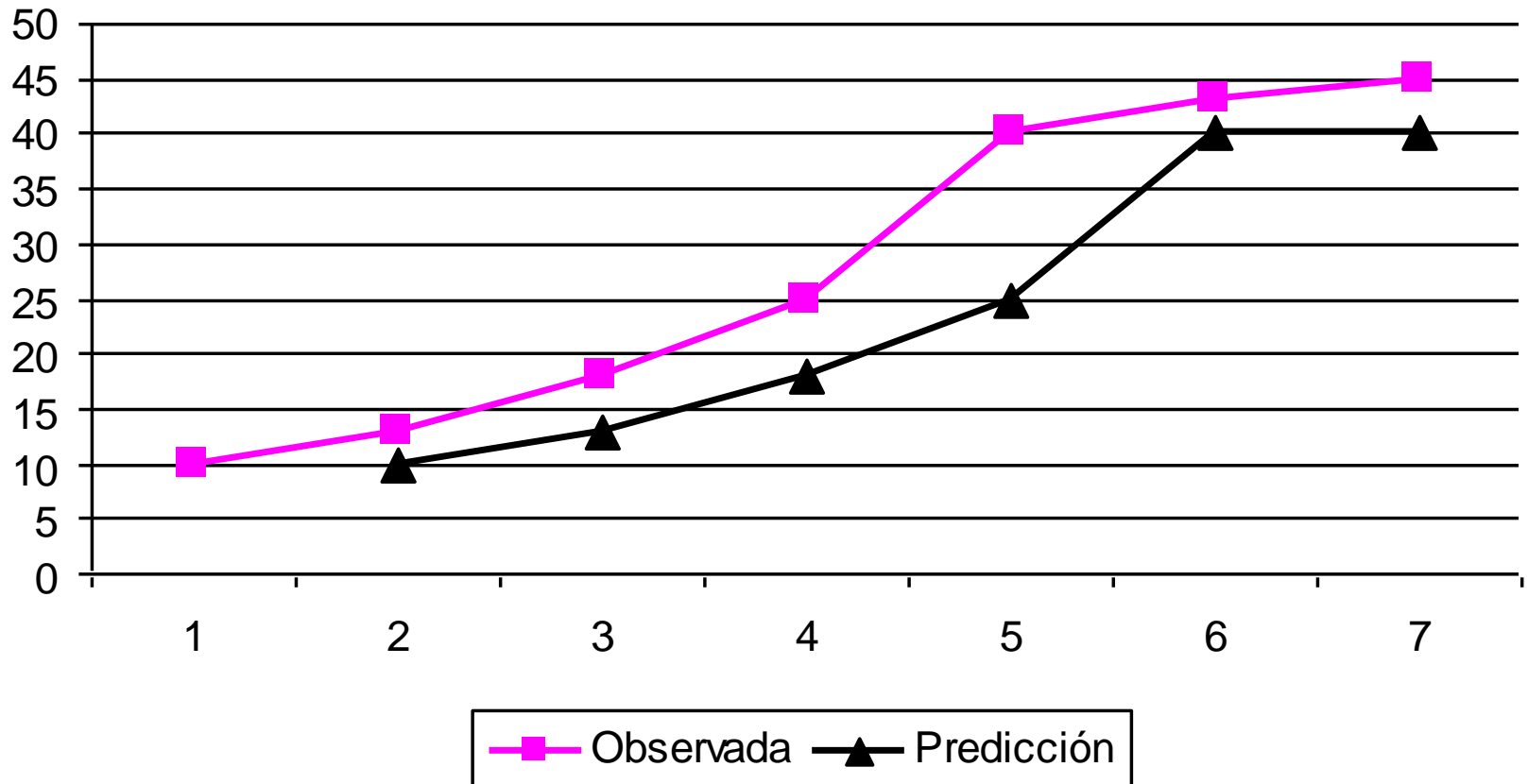
- Información extra-muestral

- » **ECM extra-muestral:** $(9+25)/2 = 17$
- » **EAM extra-muestral:** $(3+5)/2=4$

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:

Modelo ingenuo



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:
 - Comparar los resultados obtenidos para el método ingenuo con los obtenidos por este método más sofisticado: **¿qué modelo seleccionaría para predecir la serie temporal?**

t	y_t	$\hat{y}_{t-1}(1)$	$e_{t-1}(1)$	EA	EC
1	10				
2	13	11			
3	18	16			
4	25	27			
5	40	46			
6	43	47			
7	45	47			

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:
 - Comparar los resultados obtenidos para el método ingenuo con los obtenidos por este método más sofisticado: **¿cuál modelo seleccionaría para predecir la serie temporal?**

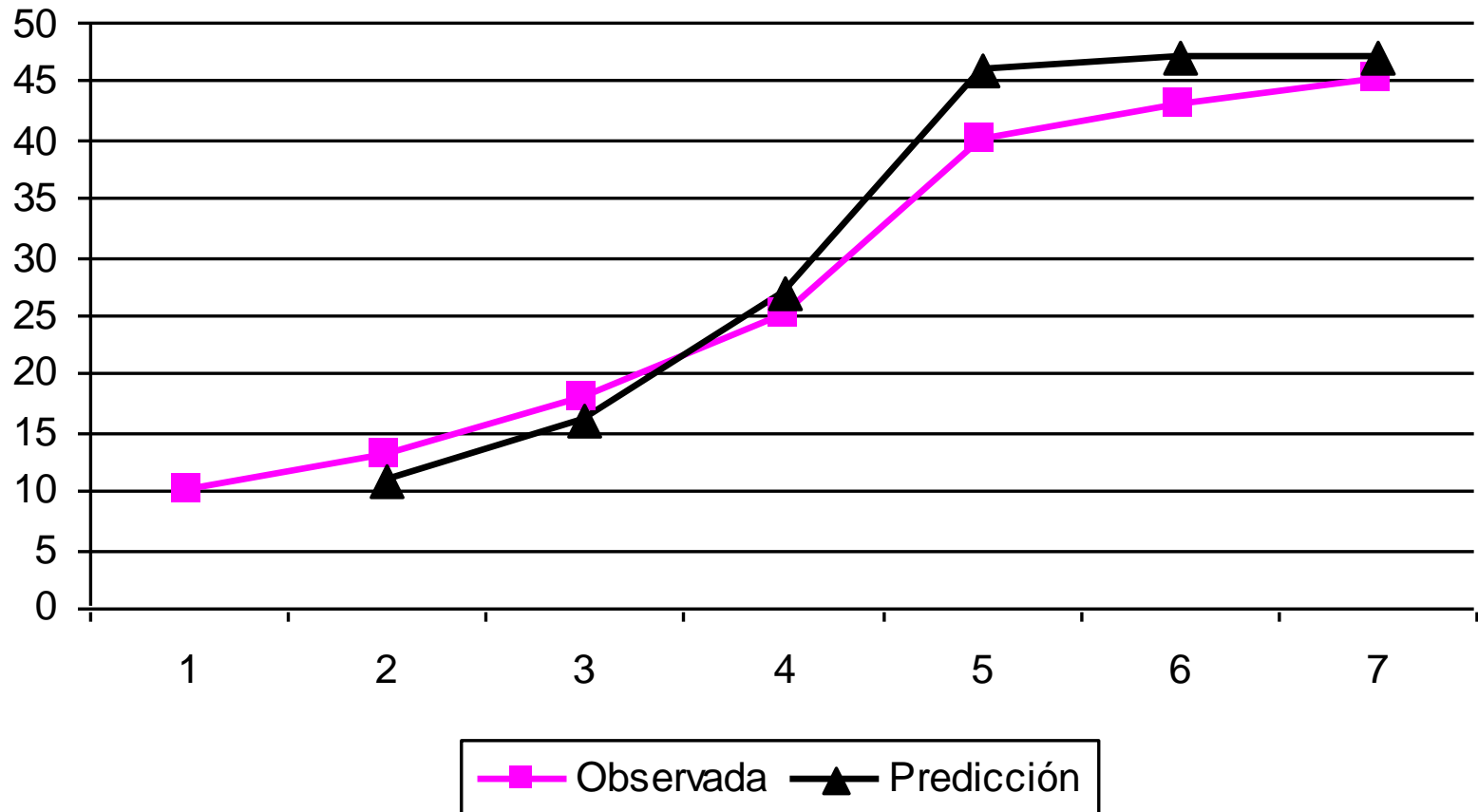
t	y_t	$\hat{y}_{t-1}(1)$	$e_{t-1}(1)$	EA	EC
1	10	--	--	--	--
2	13	11	2	2	4
3	18	16	2	2	4
4	25	27	-2	2	4
5	40	46	-6	6	36
6	43	47	-4	4	16
7	45	47	-2	2	4

- **ECM muestral = 12 ECM extra-muestral = 10**
- **EAM muestral = 3 EAM extra-muestral = 3**

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:

Modelo más sofisticado



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Ejemplo:

Comparación de ambos métodos

- Método ingenuo:
 - ECM muestral = 77
 - EAM muestral = 7.5
 - ECM extra-muestral = 17
 - EAM extra-muestral = 4
- Método sofisticado:
 - **ECM muestral = 12**
 - **EAM muestral = 3**
 - **ECM extra-muestral = 10**
 - **EAM extra-muestral = 3**



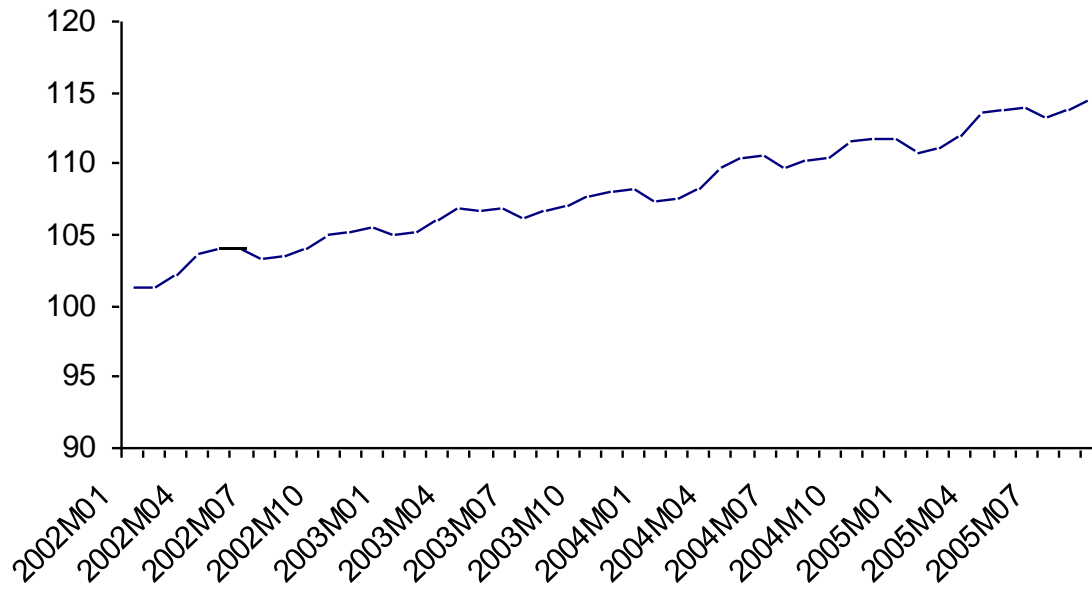
Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

3. Componentes de una serie temporal

- El **análisis clásico de series temporales** supone que una serie temporal se puede descomponer en todos o en algunos de los siguientes componentes:
 1. Tendencia (T_t)
 2. Ciclo (C_t)
 3. Componente Estacional (S_t)
 4. Componente irregular (I_t)

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- La **tendencia** de una serie temporal es un componente de la misma que representa la evolución a largo plazo de la serie. Esta evolución o pauta de comportamiento estable en largos periodos de tiempo puede ser creciente o decreciente
 - IPC (INE, mensual)



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

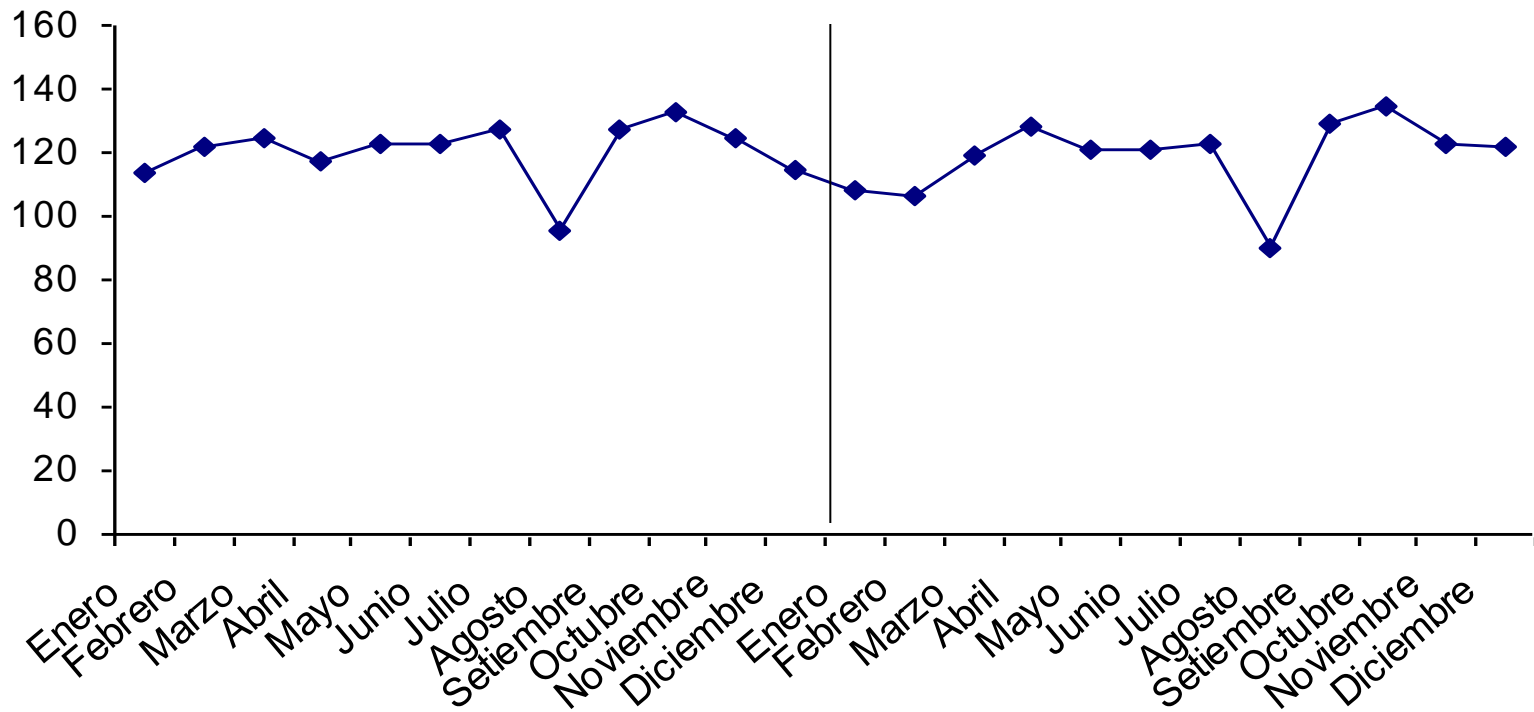
- El **componente cíclico** recoge movimientos oscilatorios por encima y por debajo de la tendencia que se mantienen en periodos superiores al año.
 - La **duración** del ciclo se mide desde un pico hasta el siguiente o desde un valle hasta el siguiente. La duración del ciclo o periodo no se mantiene constante. Pero siempre es superior al año.
- En general resulta difícil separar la tendencia del ciclo y, en consecuencia, se engloban ambos en un solo componente **tendencia-ciclo.**

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- El **componente estacional** recoge aquellas oscilaciones de una serie temporal que se completan dentro del año y que se repiten en años sucesivos.
- En consecuencia, el periodo de este componente es igual o inferior al año.
- Las razones son básicamente de tipo físico-natural (tiempo meteorológico, ciclos biológicos, etc.) y de tipo institucional (vacaciones, fiestas, etc.)

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- IPI, mensual, periodo enero de 1996 a diciembre de 1997.



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- El **componente irregular** se refiere a variaciones esporádicas de la serie que no están recogidas en la tendencia, en el ciclo ni en el componente estacional, teniendo por tanto un carácter residual.
- Este componente se puede descomponer en dos partes:
 - **Aleatorio**, que recoge pequeños efectos accidentales o no explicados
 - **Errático** que es consecuencia de efectos no previsibles pero que pueden ser identificados a posteriori como huelgas, catástrofes, etc.

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

ESQUEMAS DE INTEGRACIÓN:

- El valor que toma la serie temporal y en cada momento del tiempo es función de los cuatro componentes descritos. Así, de forma genérica se puede establecer que y_t , es decir, el valor que toma la variable y en el momento t viene dado por la expresión:

$$y_t = f(T_t, C_t, E_t, I_t)$$

- El esquema más ampliamente utilizado para describir la forma en que los 4 componentes se integran para dar lugar a la serie es el **esquema multiplicativo**:

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Esquema multiplicativo:

$$y_t = T_t * C_t * E_t * I_t$$

- Esquema aditivo:

$$y_t = T_t + C_t + E_t + I_t$$

- Esquema mixto:

$$y_t = T_t * C_t * E_t + I_t$$

- Es importante tener en cuenta que en una serie temporal no tienen por qué estar presentes los 4 componentes. De hecho, una serie temporal con periodicidad anual carece de componente estacional

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

5. Tipos de series temporales. Contrastes

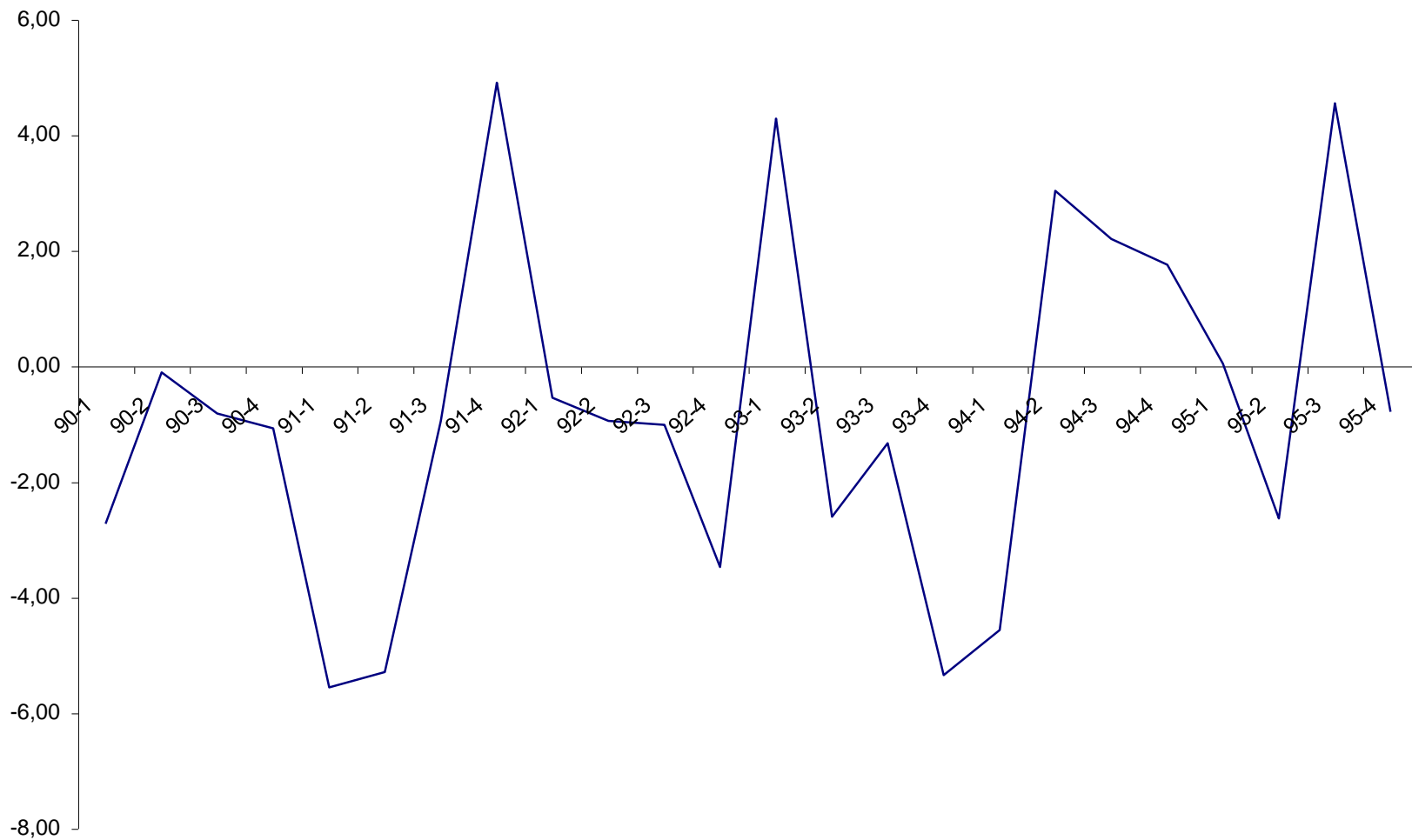
- Podemos encontrarnos básicamente con 4 tipos de series temporales:
 - **SERIE TIPO 1:** Serie sin tendencia y sin componente estacional
 - **SERIE TIPO 2:** Serie sin tendencia y con componente estacional
 - **SERIE TIPO 3:** Serie con tendencia y sin componente estacional
 - **SERIE TIPO 4:** Serie con tendencia y con componente estacional

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

		Tendencia	
		Sí	No
Componente estacional	Sí	SERIE TIPO 4	SERIE TIPO 2
	No	SERIE TIPO 3	SERIE TIPO 1

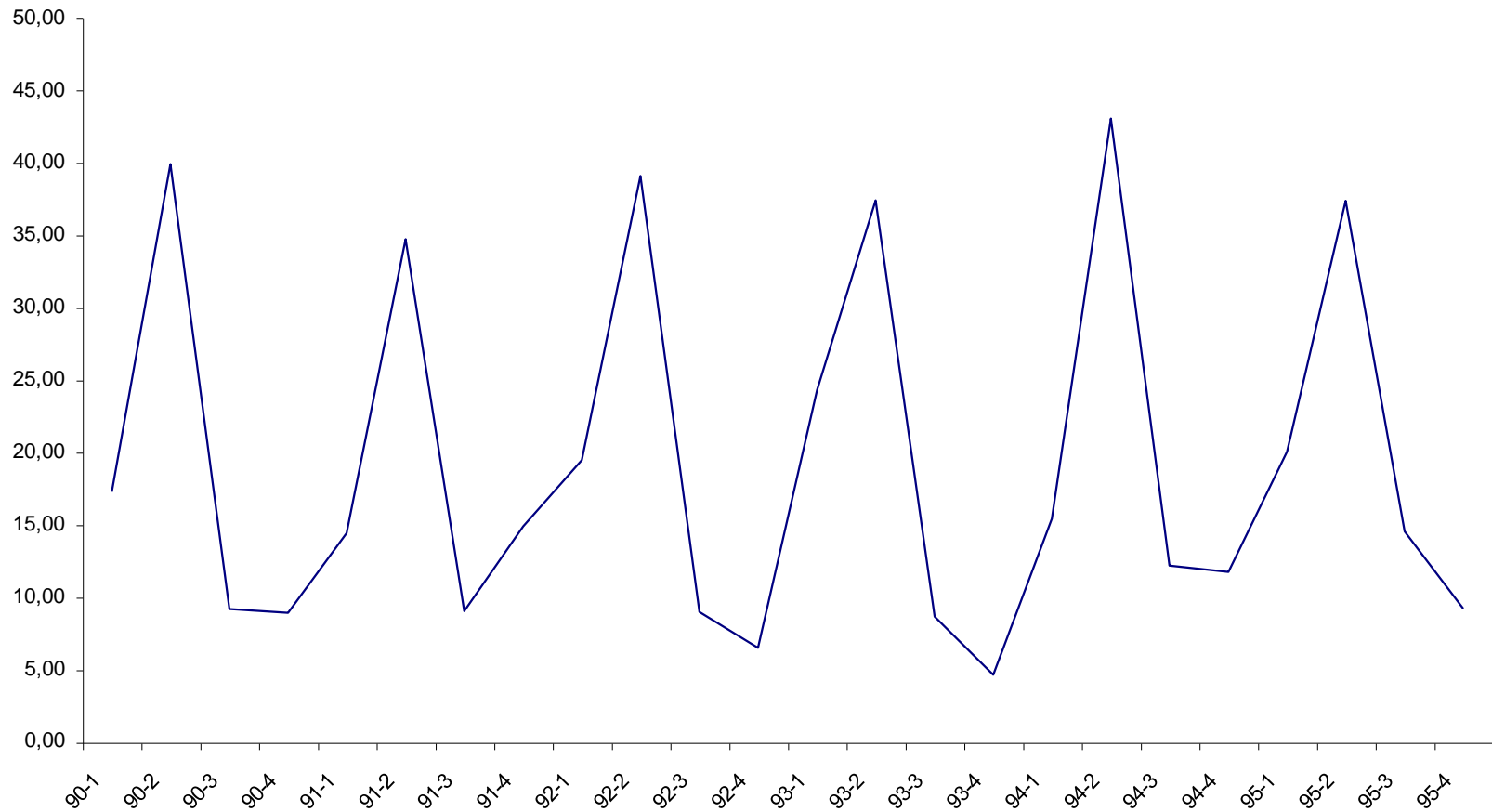
Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Serie 1: Serie sin tendencia y sin comp. estacional



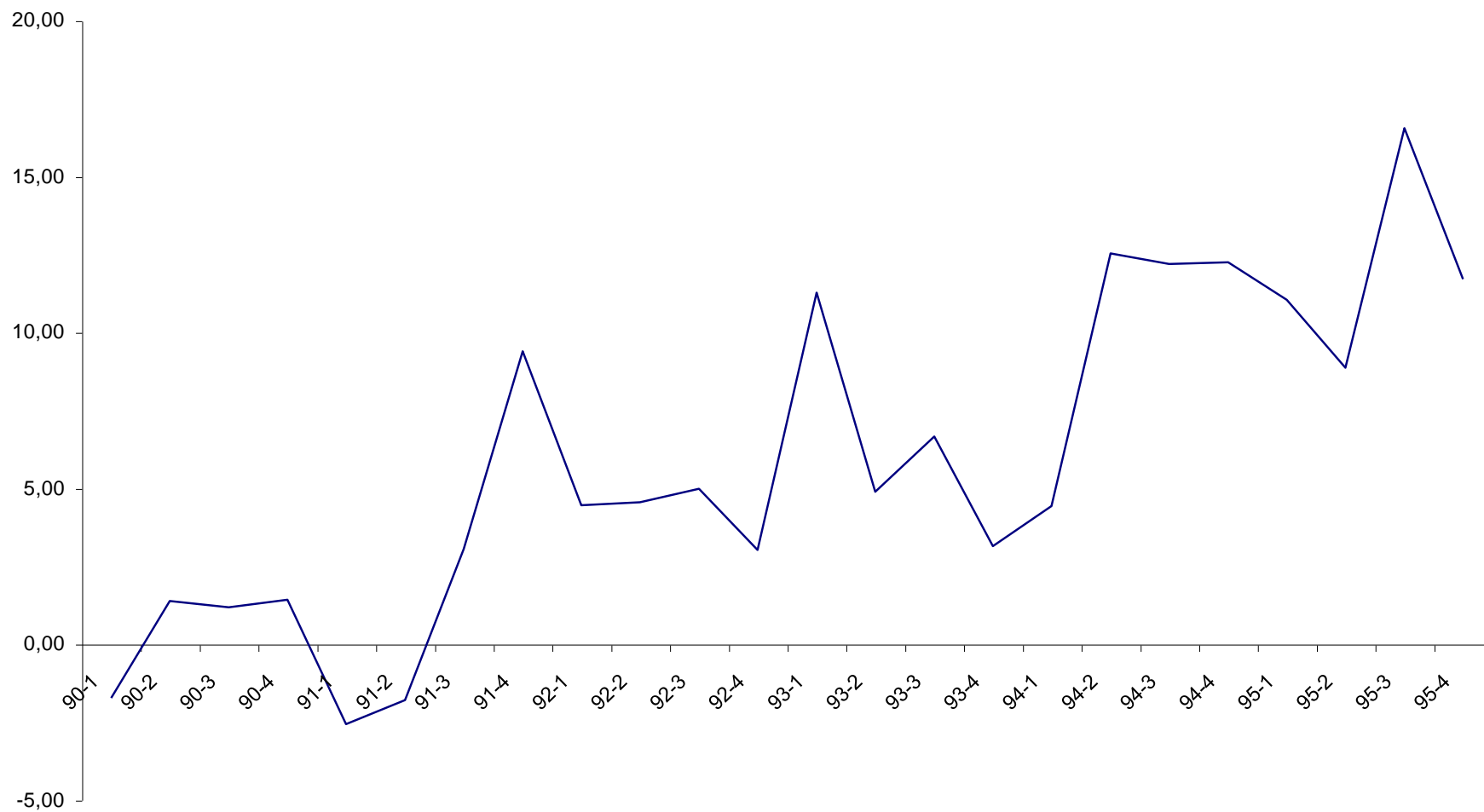
Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Serie 2: Serie sin tendencia y con comp. estacional



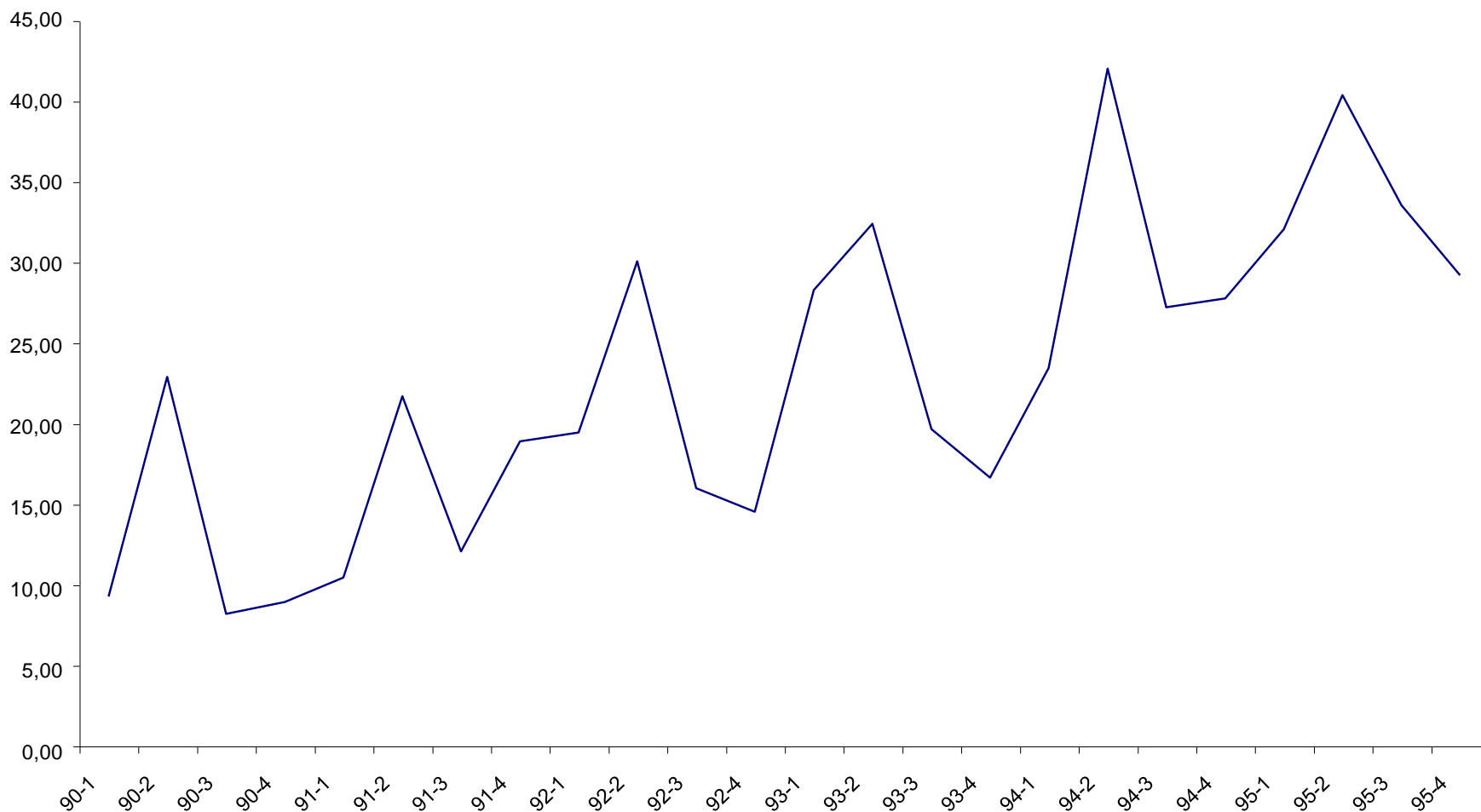
Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Serie 3: Serie con tendencia y sin comp. estacional



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Serie 4: Serie con tendencia y con comp. estacional



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- En función de qué tipo de serie temporal tenemos, habrá que aplicar un método de previsión u otro.

**¿Cómo saber de qué tipo es una serie temporal? o
¿Cómo saber si una serie tiene o no tendencia y si tiene o no
componente estacional?**

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

- Dos alternativas:
 1. A partir de la **representación gráfica** de la serie temporal (ya *lo hemos visto*)
 2. Mediante una serie de **contrastes estadísticos** diseñados para detectar la existencia de tendencia (como el contraste de Daniel) y de estacionalidad (contraste de Kruskal-Wallis)

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

➤ **Contraste de Daniel:**

Se trata de contrastar la siguiente hipótesis:

H_0 nula = la serie no tiene tendencia

H_1 alternativa = la serie sí tiene tendencia

Pasos para construir el contraste:

- 1 paso:** Crear una variable tendencia determinista (t), es decir, una variable que toma valores 1, 2, 3, .. ordenados temporalmente

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

y_t	t	$Rango(y_t)$	d_t
$y_1 = 10$	1	2	1
$y_2 = 15$	2	3	1
$y_3 = 9$	3	1	-2
$y_4 = 23$	4	4	0
..

- 2 paso:** Crear una variable rango según el lugar que ocupa cada observación en una ordenación de la serie de menor a mayor
- 3 paso:** Calcular la diferencia entre el rango y la tendencia (t)

$$d_t = Rango(y_t) - t$$

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

4 paso: Calcular el estadístico T_s

$$T_s = 1 - \frac{6 \sum_{t=1}^T d_t^2}{T(T^2 - 1)}$$

donde T es el número de observaciones.

5 paso: Calcular el estadístico Z

$$Z = \sqrt{T-1} * T_s \quad \square \quad N(0,1)$$

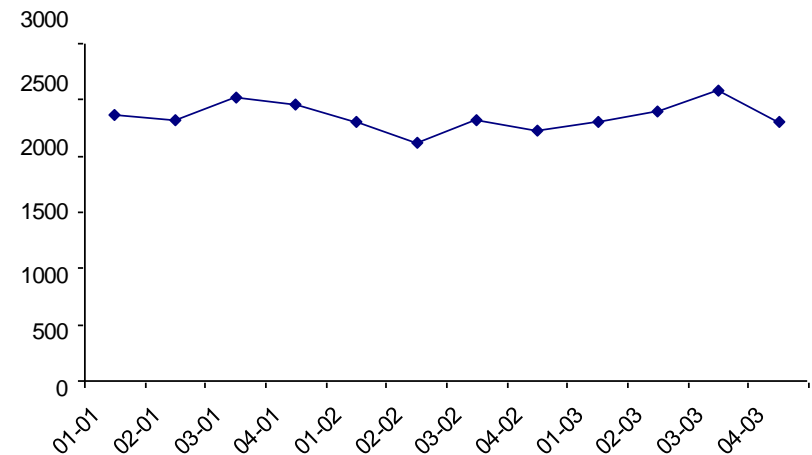
Conclusión: para un nivel de significación α ,

- Si $|Z| > N\alpha \rightarrow$ se rechaza la H nula
 $\rightarrow y_t$ tiene tendencia
- Si $|Z| < N\alpha \rightarrow$ no se rechaza la H nula
 $\rightarrow y_t$ no tiene tendencia

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Ejemplo: La serie temporal del consumo de gas trimestral de una familia durante 3 años, ¿qué tipo de serie es?

Fechas	Serie
01-01	2360
02-01	2325
03-01	2515
04-01	2460
01-02	2300
02-02	2125
03-02	2320
04-02	2220
01-03	2310
02-03	2400
03-03	2575
04-03	2306



Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Fechas	Serie	t	Rango	d_t	d_t²
01-01	2360	1	8	7	49
02-01	2325	2	7	5	25
03-01	2515	3	11	8	64
04-01	2460	4	10	6	36
01-02	2300	5	3	-2	4
02-02	2125	6	1	-5	25
03-02	2320	7	6	-1	1
04-02	2220	8	2	-6	36
01-03	2310	9	5	-4	16
02-03	2400	10	9	-1	1
03-03	2575	11	12	1	1
04-03	2306	12	4	-8	64
				SUMA	322

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

$$T_s = 1 - \frac{6 * 322}{12(12^2 - 1)} = -0.126 \quad Z = \sqrt{12-1} * (-0.126) = -0.4175$$

- En esta serie $|-0.4175| < 1.96 \rightarrow$ No se rechaza la H nula.
- Luego el consumo de gas de esta familia **no tiene tendencia lineal**

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

➤ Contraste de Kruskal-Wallis:

Se trata de contrastar la siguiente hipótesis:

H nula = la serie no tiene componente estacional

H alternativa = la serie sí tiene componente estacional

El estadístico de Kruskal-Wallis es:

$$KW = \frac{12}{T(T+1)} * \left[\sum_{i=1}^s \frac{(R_i)^2}{T_i} \right] - 3(T+1) \quad \square \quad \chi^2_{s-1}$$

- donde s es el número de periodos estacionales dentro del año
- T_i es el número de observaciones que corresponden a la estación i-ésima
- R_i es la suma de los rangos (correspondientes a la estación i-ésima) que resultan de una ordenación de menor a mayor de los valores de la serie temporal

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Si tenemos una serie trimestral, entonces:

- $s=4$
- $T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

Conclusión: para un nivel de significación α ,

- Si $|KW| > \chi_{(s-1)}^2 \alpha \rightarrow$ se rechaza la H nula
 $\rightarrow y_t$ tiene componente estacional
- Si $|KW| < \chi_{(s-1)}^2 \alpha \rightarrow$ no se rechaza la H nula
 $\rightarrow y_t$ no tiene componente estacional

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Continuación del ejemplo anterior: La serie temporal del consumo de gas trimestral de una familia durante 3 años, ¿tiene componente estacional?

Fechas	Serie	Rango	R₁	R₂	R₃	R₄
01-01	2360	8				
02-01	2325	7				
03-01	2515	11				
04-01	2460	10				
01-02	2300	3				
02-02	2125	1				
03-02	2320	6				
04-02	2220	2				
01-03	2310	5				
02-03	2400	9				
03-03	2575	12				
04-03	2306	4				

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Continuación del ejemplo anterior: La serie temporal del consumo de gas trimestral de una familia durante 3 años, ¿tiene componente estacional?

Fechas	Serie	Rango	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
01-01	2360	8	8	7	11	10
02-01	2325	7				
03-01	2515	11				
04-01	2460	10				
01-02	2300	3	3	1	6	2
02-02	2125	1				
03-02	2320	6				
04-02	2220	2				
01-03	2310	5	5	9	12	4
02-03	2400	9				
03-03	2575	12				
04-03	2306	4				

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Continuación del ejemplo anterior: La serie temporal del consumo de gas trimestral de una familia durante 3 años, ¿tiene componente estacional?

Fechas	Serie	Rango	R₁	R₂	R₃	R₄
01-01	2360	8	8	7	11	10
02-01	2325	7				
03-01	2515	11				
04-01	2460	10				
01-02	2300	3	3	1	6	2
02-02	2125	1				
03-02	2320	6				
04-02	2220	2				
01-03	2310	5	5	9	12	4
02-03	2400	9				
03-03	2575	12				
04-03	2306	4				
		Suma	16	17	29	16

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Continuación del ejemplo anterior: La serie temporal del consumo de gas trimestral de una familia durante 3 años, ¿tiene componente estacional?

- $s=4$
- $T_1=3$ $T_2=3$ $T_3=3$ $T_4=3$
- $T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 12$ observaciones
- $R_1^2 = (\text{suma de la primera columna})^2 = (16)^2 = 256$
- $R_2^2 = (17)^2 = 289$, $R_3^2 = (29)^2 = 841$, $R_4^2 = (16)^2 = 256$,

$$KW = \frac{12}{12(12+1)} * \left[\frac{256}{3} + \frac{289}{3} + \frac{841}{3} + \frac{256}{3} \right] - 3(12+1) = 3.1025$$

Tema 1. Análisis de Series Temporales: Introducción

Conclusión: para un nivel de significación 0.05 y sabiendo que

$$\chi_{(s-1)}^{0.05} = 7.81$$

- $|3.1025| < \chi_{(s-1)}^{\alpha} \rightarrow$ no se rechaza la H nula
 \rightarrow la serie de consumo de gas no tiene componente estacional

Por tanto, la serie de consumo de gas no tiene ni tendencia ni estacionalidad. En consecuencia es una serie tipo 1