

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN APLICADOS AL TURISMO

MÁSTER DE DIRECCIÓN DE EMPRESAS TURÍSTICAS
UNIVERSIDAD DE HUELVA

ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES

Prof. Dr. Juan José García del Hoyo

Área de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa

Dpto. de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa,
Estadística e Investigación Operativa



Cuestiones que podríamos plantearnos

- ¿Con qué componente de una serie temporal se puede asociar una guerra, un aumento de las ventas de juguetes en Navidades, una recesión en la compra de viviendas de 4 años o un aumento en la producción acuícola de mejillones por una mejora tecnológica?
- ¿Qué tendencia presenta la cotización de una acción de una empresa en la bolsa?
- ¿Cuándo se produce los mayores y menores grados de ocupación en los hoteles de Huelva?



1. Introducción

Serie Temporal:

Es una sucesión de observaciones cuantitativas de un fenómeno ordenadas en el tiempo.

Se designa por:

y_t con $t = n^\circ$ de observaciones [$t = 1, \dots, Np$] o

y_{ik} con $i = n^\circ$ de años [$i = 1, \dots, N$] y $k =$ período inferior al año (mes, trimestre, ...) [$k = 1, \dots, p$].

1. Introducción

Utilidad:

- Analizar la evolución de una variable en el transcurso del tiempo.
- Efectuar predicciones futuras.

Representación gráfica:



1. Introducción

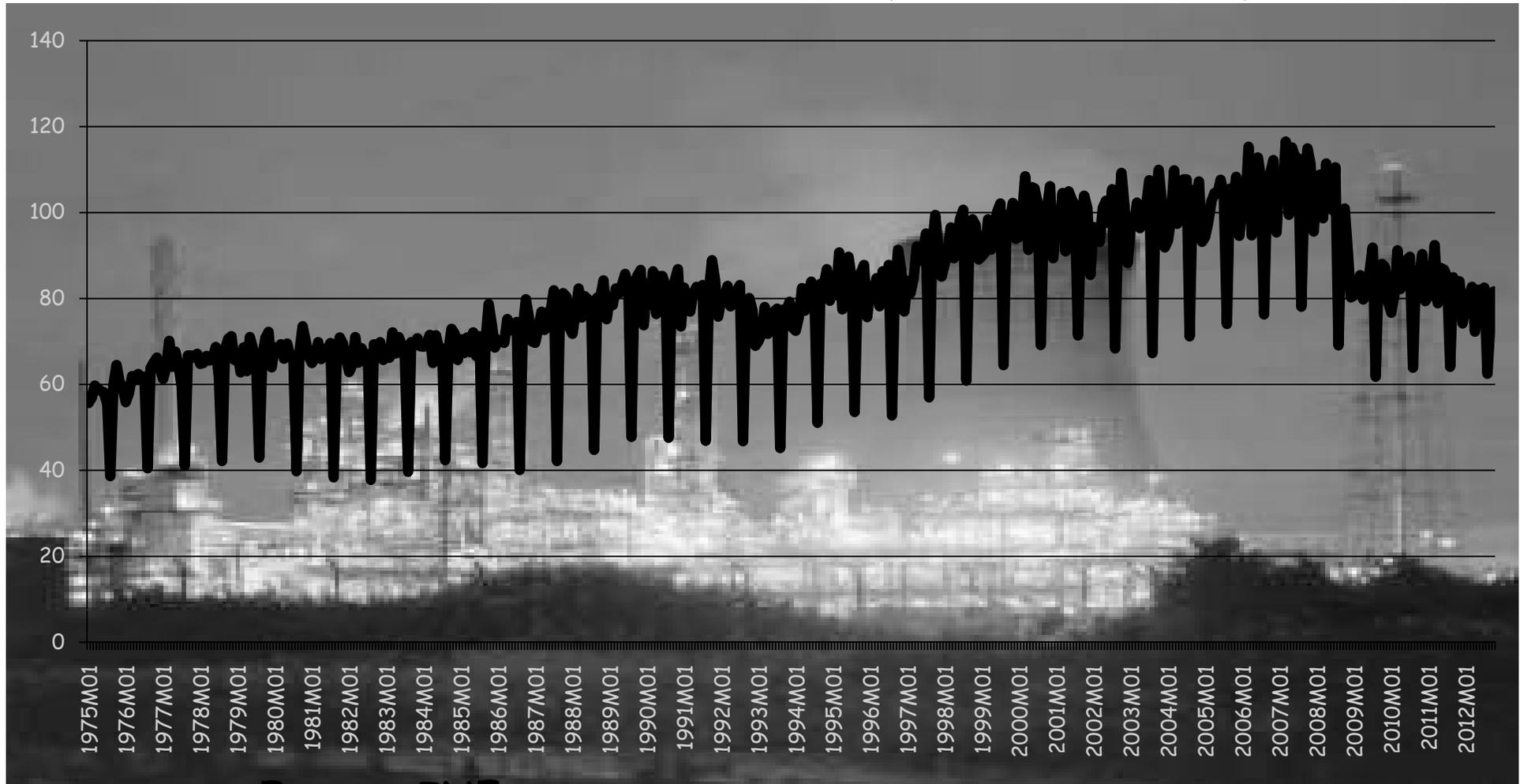
EVOLUCIÓN INTERTRIMESTRAL DEL PARO (1976T3-2012T4) Miles de personas



Fuente: INE. Encuesta de Población Activa)

1. Introducción

ÍNDICE DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL (1975M1-2012M12) Base 2005



Fuente: INE.



1. Introducción

EURIBOR a 1 AÑO (1995M1-2012M11)

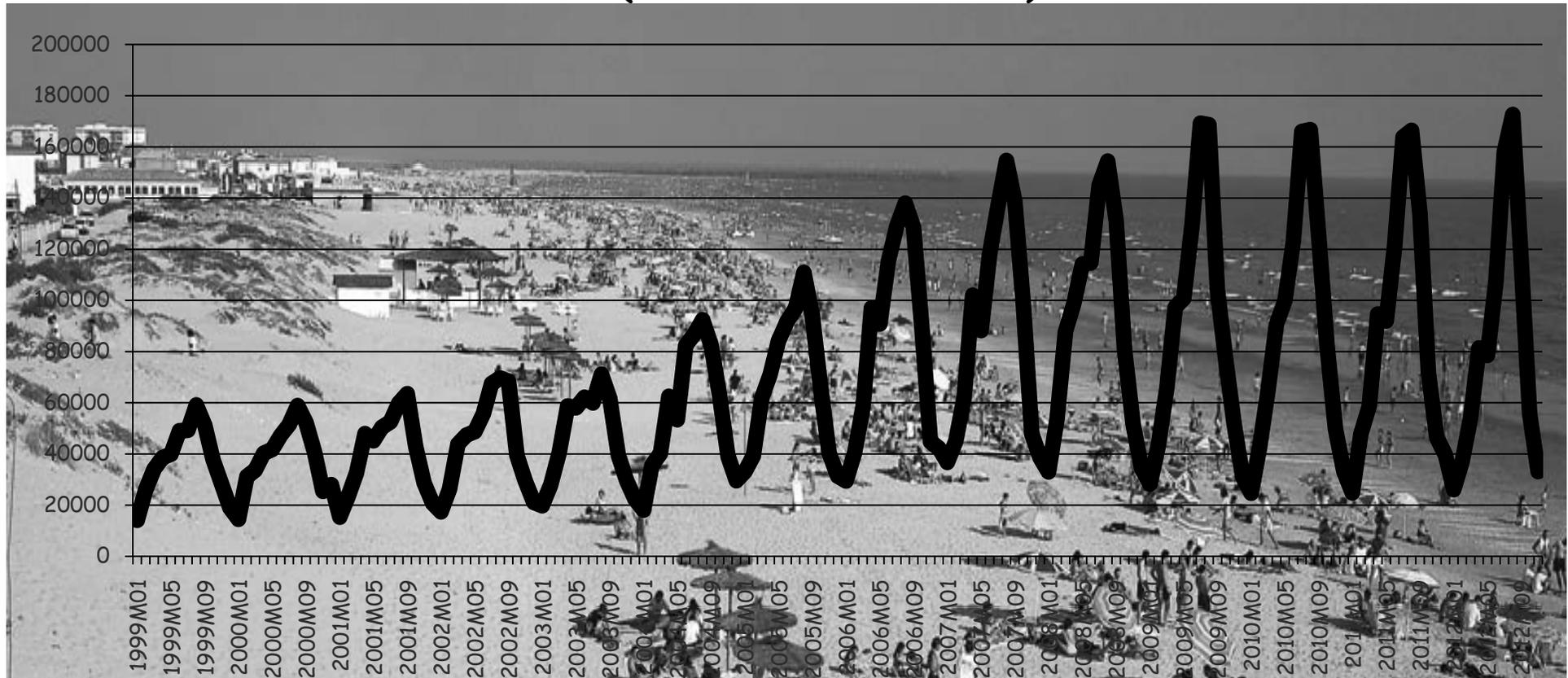


Fuente: Banco de España (INE)



1. Introducción

VIAJEROS A HUELVA (1995M1 A 2012M11) Unidad: Personas.



Fuente: INE. Encuesta de ocupación en alojamientos turísticos



1. Introducción

Objetivo del estudio de series temporales:

Examinar el patrón de la variable en los períodos anteriores y, bajo el supuesto de que las condiciones que generaron los datos históricos no serán diferentes de las condiciones futuras, salvo para aquellas variables que el modelo reconozca de forma explícita; usarlo para efectuar predicciones.



1. Introducción

Métodos de predicción

Métodos cualitativos

Métodos cuantitativos

Análisis univariante

el enfoque se centra en el estudio de la variable de interés y la predicción se realiza a partir de la información autocontenida en la serie

Análisis causal

en la explicación de las variables de interés intervienen factores externos

Medias
móviles

Alisado
exponencial

Descomposición

Regresión
simple

Regresión
múltiple

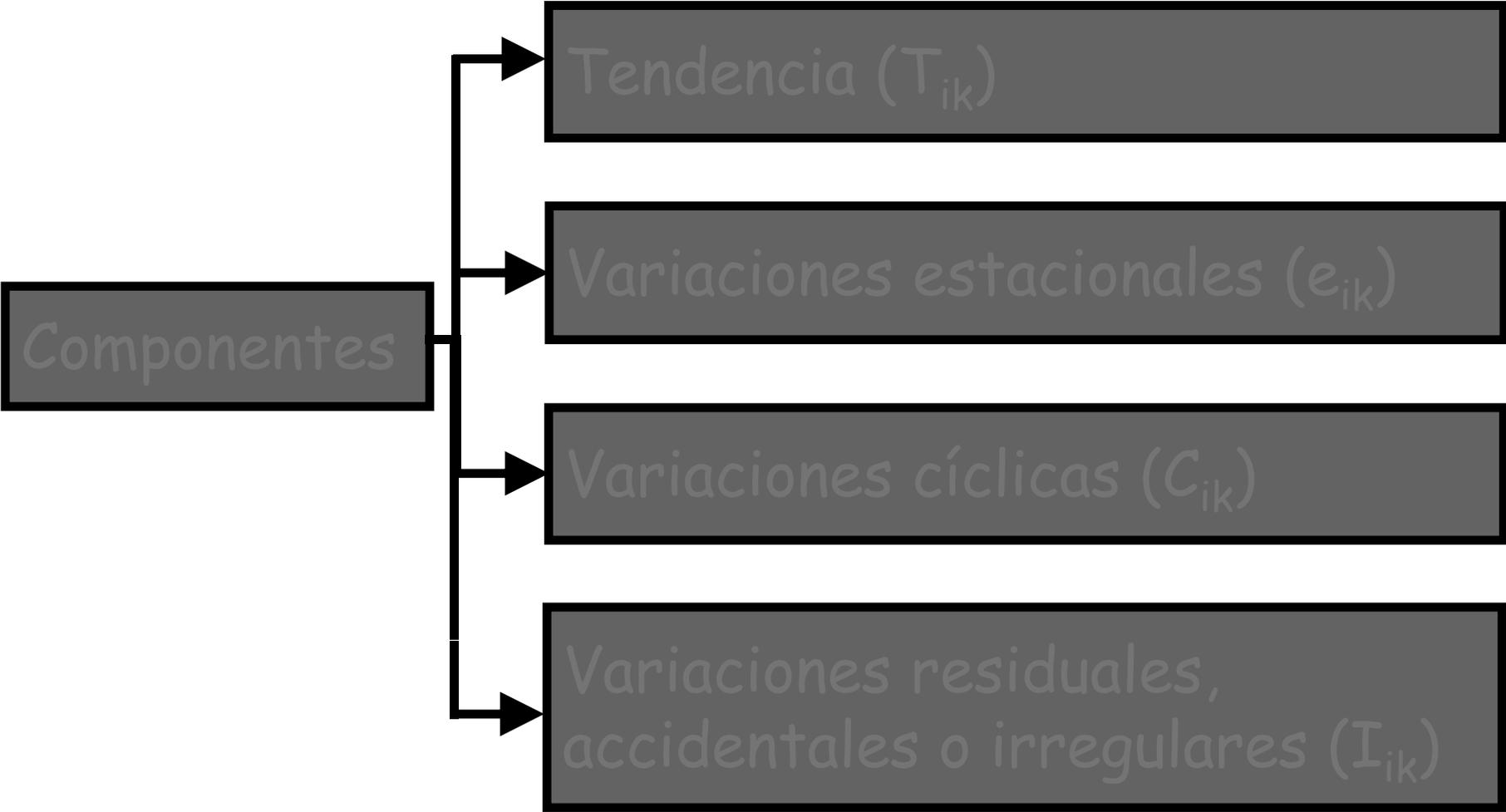


2. Componentes de una serie temporal

Métodos de Descomposición

Suponen que la serie temporal esta formada por cuatro componentes, de tal forma que el método funciona extrayendo en primer lugar cada una de dichas componentes para analizarlas por separado -lo que permite adquirir un conocimiento sobre las series- y después, volver a combinarlas para formar las predicciones.

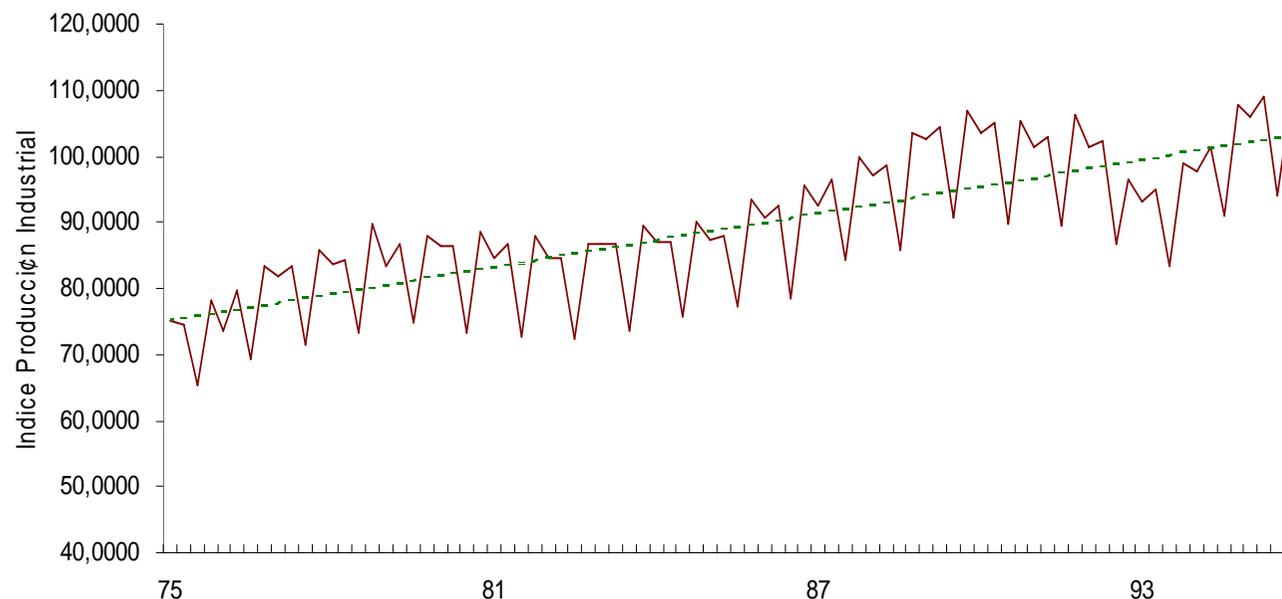
2. Componentes de una serie temporal



2. Componentes de una serie temporal

Tendencia (T_{ik})

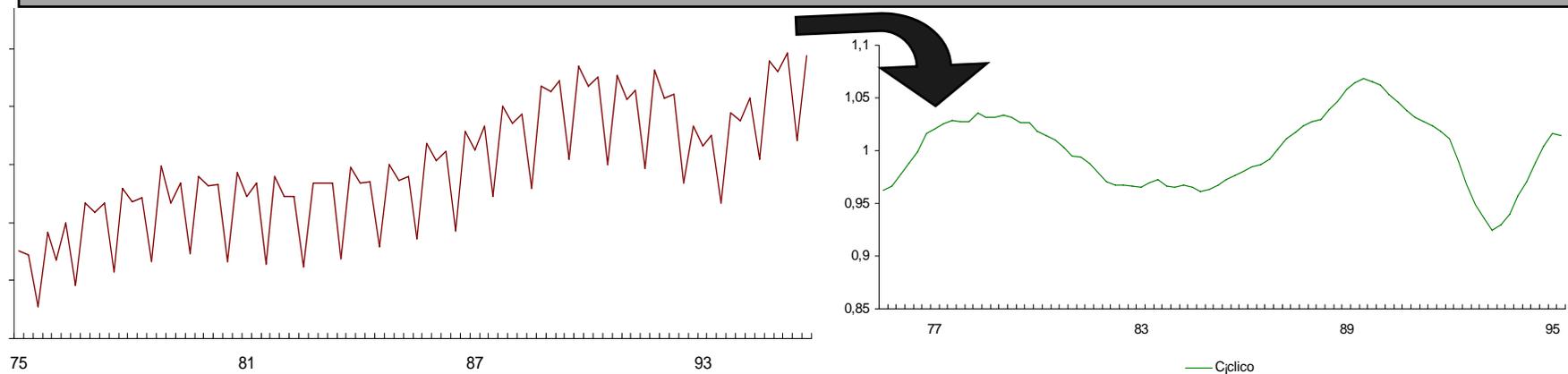
Es el movimiento a largo plazo de la serie (crecimiento, decrecimiento o estancamiento). Es necesario un n° suficientemente grande de observaciones



2. Componentes de una serie temporal

Variaciones cíclicas (C_{ik})

Son movimientos producidos con un **período superior al año**. Se suelen deber a la alternancia de etapas de prosperidad y de depresión en la actividad económica.

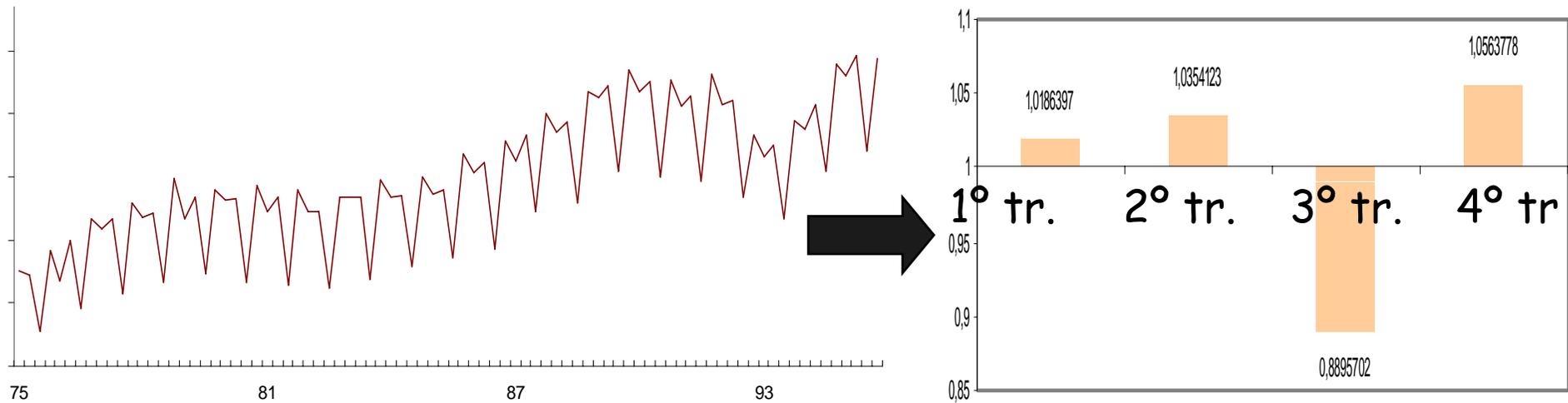


A veces se trata conjuntamente el ciclo con la tendencia y se habla de **Componente Tendencia-Ciclo** o **Componente Extraestacional (E_{ik})**.

2. Componentes de una serie temporal

Var. estacionales (e_{ik})

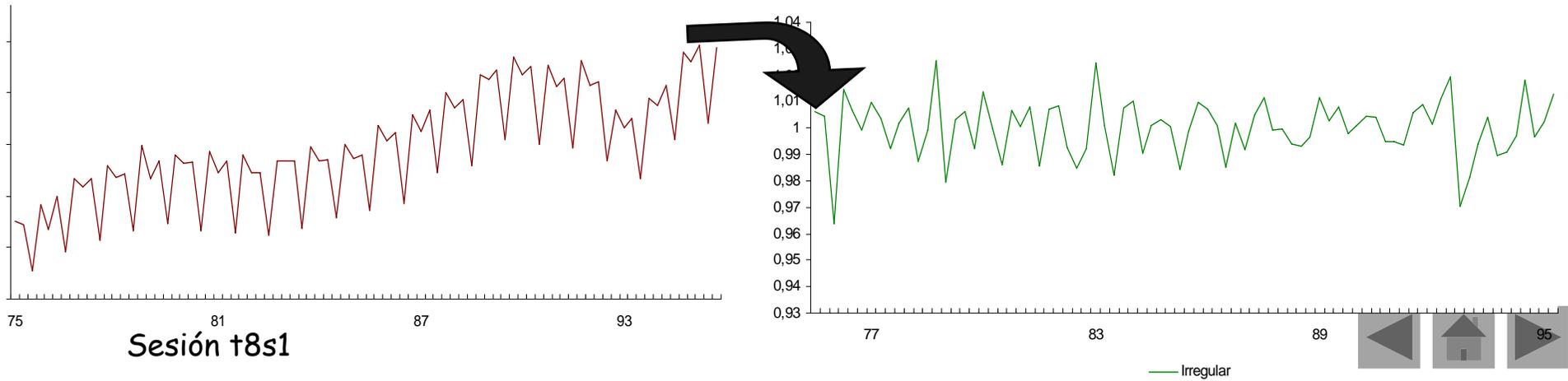
Son oscilaciones que se producen en un período inferior al año. Siguen patrones regulares. Se deben a factores climatológicos, de tradición y culturales.



2. Componentes de una serie temporal

Variaciones residuales, accidentales o irregulares (I_{ik})

Son movimientos de muy c/p, sin un carácter periódico reconocible, ocasionados por fenómenos singulares o fortuitos produciendo efectos casuales y transitorios, como el efecto causado por una huelga, una guerra, un terremoto, etc.



2. Componentes de una serie temporal

Combinación de las Componentes

MODELO ADITIVO

$$y_{ik} = T_{ik} + e_{ik} + C_{ik} + I_{ik}$$

MOD. MULTIPLICATIVO

$$y_{ik} = T_{ik} \cdot e_{ik} \cdot C_{ik} \cdot I_{ik}$$



2. Componentes de una serie temporal

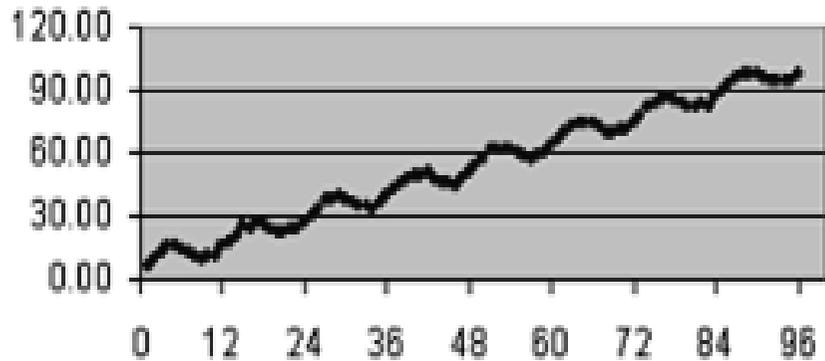
MODELO ADITIVO

$$y_{ik} = T_{ik} + e_{ik} + C_{ik} + I_{ik}$$

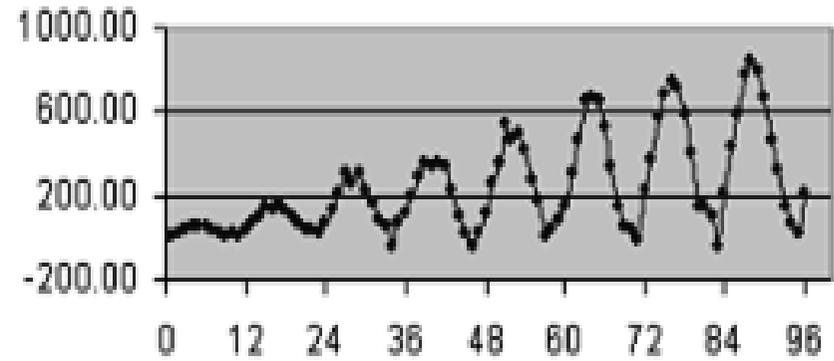
MOD. MULTIPLICATIVO

$$y_{ik} = T_{ik} \cdot e_{ik} \cdot C_{ik} \cdot I_{ik}$$

Additive Seasonality With Trend



Multiplicative Seasonality With Trend



3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

TENDENCIA (T_{ik})

La tendencia es la componente a largo plazo que representa el crecimiento o decrecimiento de la serie temporal durante un largo periodo. Dicho movimiento puede revelar una tendencia lineal o curvilínea.

Métodos para su
determinación

✓ Regresión

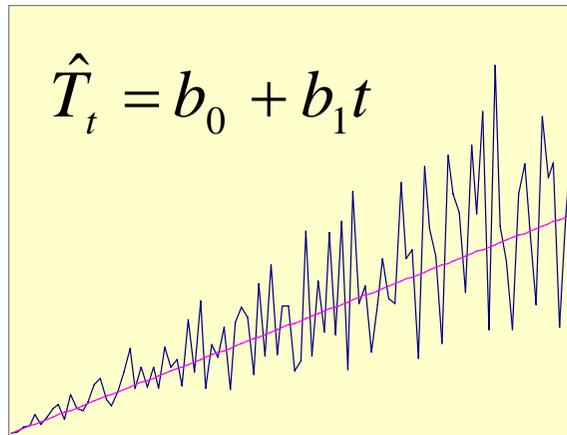
✓ Medias móviles

3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

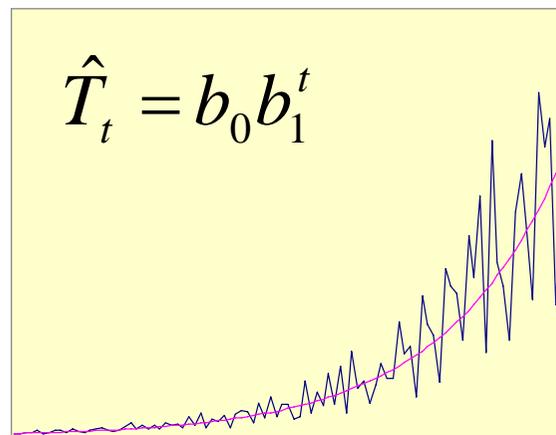
A) MÉTODO DE REGRESIÓN

El procedimiento que se usa para estimar la tendencia es el de *Mínimos Cuadrados*. Consiste en estimar un modelo de regresión que explique la evolución temporal de la variable que se está analizando en función de una variable codificada $t = 1, 2, 3, \dots$ que representa el paso del tiempo (año, mes, trimestre, ...)

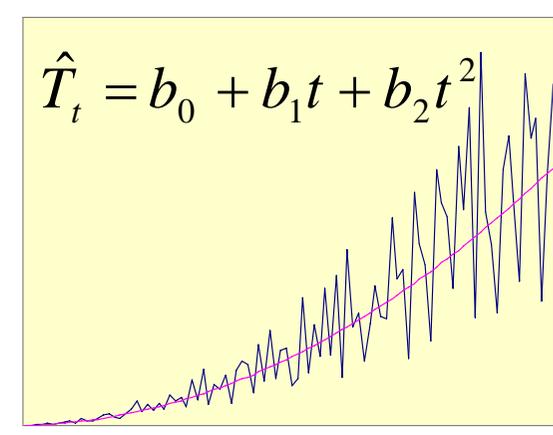
3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación



Tendencia lineal



Tendencia exponencial



Tendencia cuadrática

Tendencia lineal

$$b_1 = S_{Y,t} / S_t^2$$

$$b_0 = \bar{Y}_t - b_1 \bar{t}$$

Sesión t8s1

Supone que la variable aumenta (o disminuye) en una cantidad constante (b_1) durante todo el periodo de tiempo.



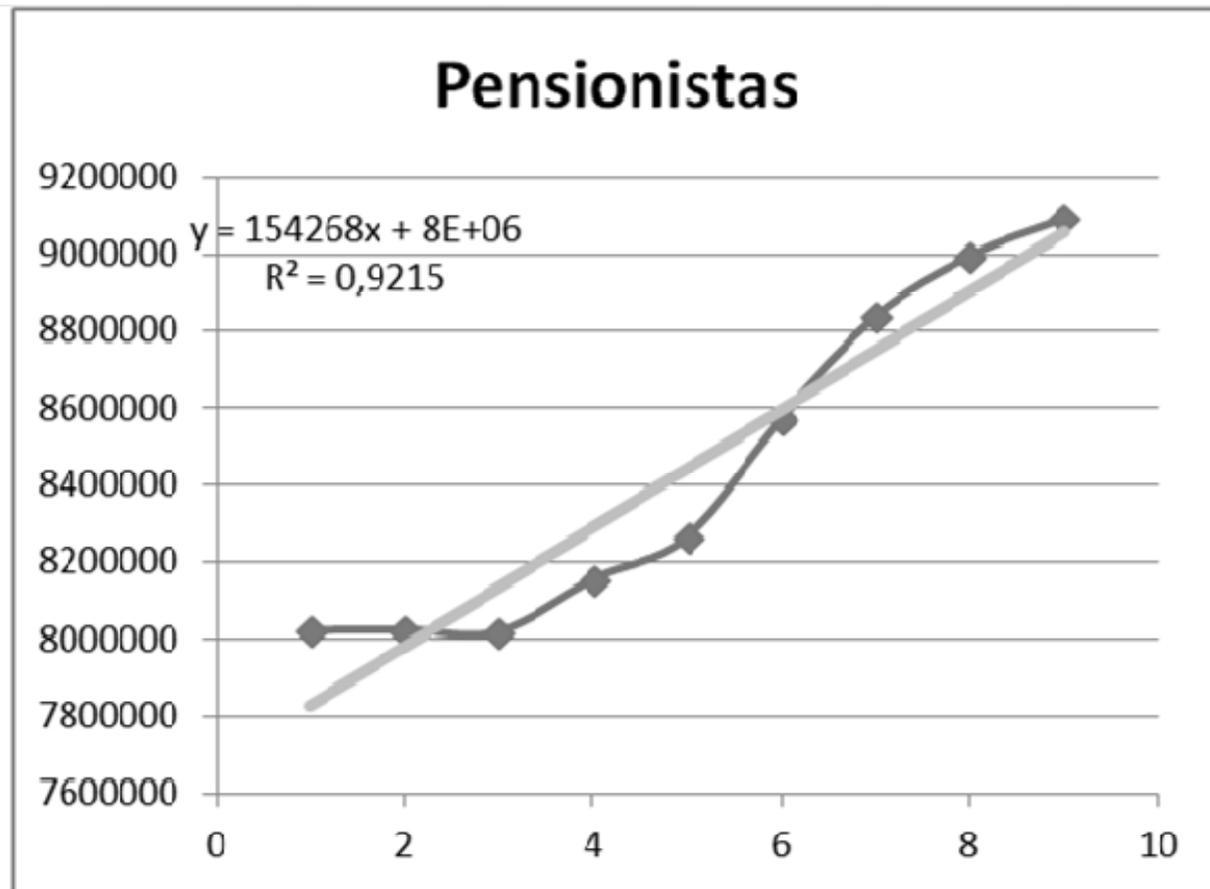
3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

EJEMPLO 1

$$\hat{T}_t = 7.671.331,19 + 154.268,05t$$

Mercado de trabajo y pensiones en las fuentes tributarias.

Año	t	Pensionistas
2002	1	8022602
2003	2	8024503
2004	3	8018617
2005	4	8154828
2006	5	8263076
2007	6	8572736
2008	7	8837596
2009	8	8996206
2010	9	9093879



Fuente: Agencia Estatal de la Administración Tributaria (AEAT)



3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

➤ La elección de la forma funcional correcta de la tendencia depende de una serie de criterios objetivos basados en la medición de la calidad del ajuste (observación gráfica, R^2 , significatividad individual de los parámetros estimados,...) así como del propio criterio del analista, de forma que se requiere tanto experiencia como sentido común.

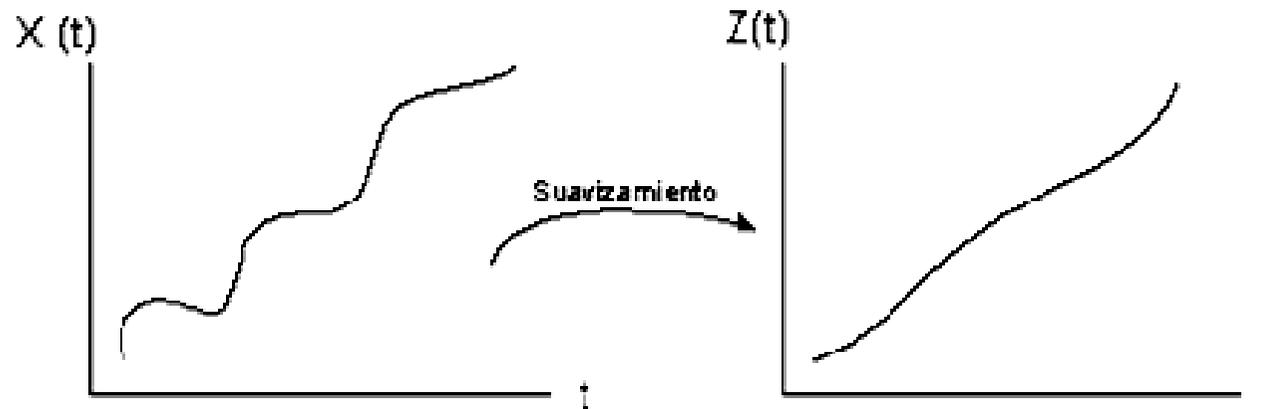
➤ Puede que la recta o curva que mejor se ajuste al conjunto de datos no tenga sentido si se proyecta como tendencia futura.

✓ Para **series estacionales**, es necesario eliminar previamente dicha componente

3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

B) MEDIAS MÓVILES

Se basa en el suavizado o amortiguamiento de la serie mediante el cálculo de una serie de medias móviles sucesivas de cada "p" elementos contiguos de la serie original



3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

PASOS:

P1. Representar gráficamente la serie y observar cuál es el período de oscilaciones más importantes.

P2. Elegir un número "p" que represente el período de oscilaciones más importantes de la serie.

•**Caso 2.1.** Si "p" es impar, obtenemos una sucesión de medias móviles de orden "p" centradas.

•**Caso 2.2.** Si "p" es par las medias móviles de orden "p" serán descentradas. Para centrarlas será necesario hacer la media de dos medias móviles consecutivas.

3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

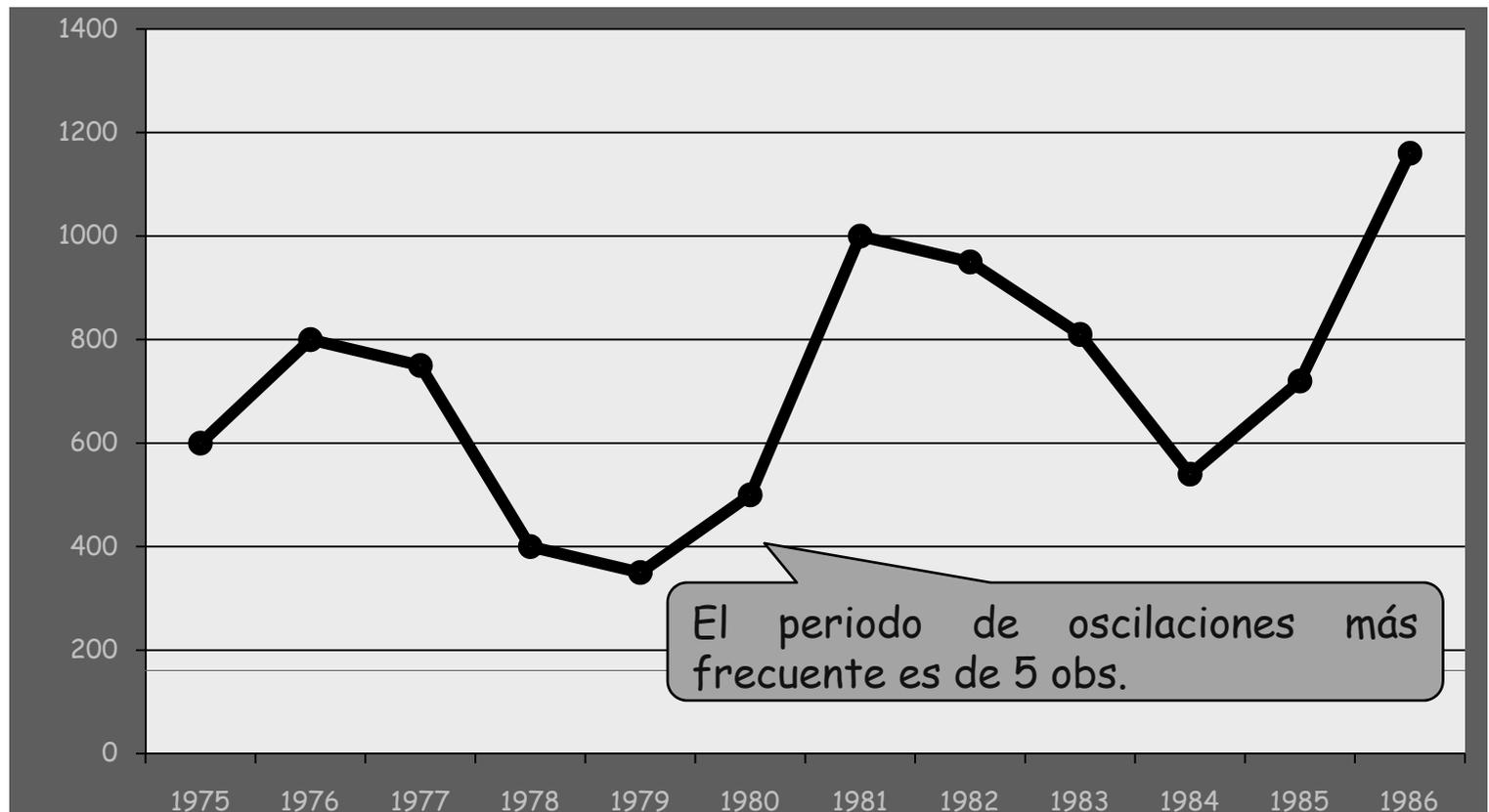
P3. La tendencia de la serie, T_{ik} , es la línea quebrada que une las medias móviles centradas obtenidas en el Paso 2.

3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

EJEMPLO 2

De 1975 a 1986, la inversión en instalaciones turísticas fue la siguiente:

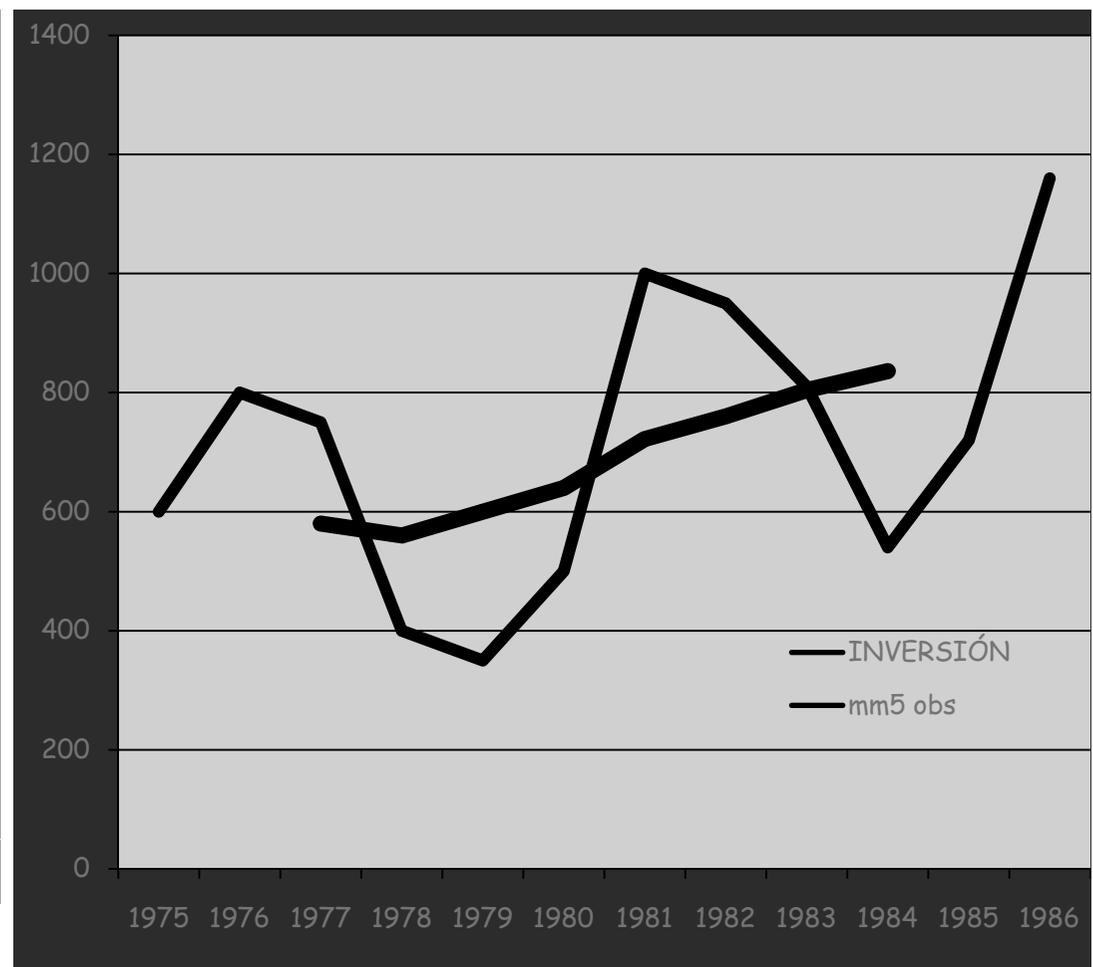
AÑOS	Y_t
1975	600
1976	800
1977	750
1978	400
1979	350
1980	500
1981	1000
1982	950
1983	810
1984	540
1985	720
1986	1160



3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

Caso 1: p= 5 observaciones

AÑOS	INVERSIÓN	mm5 obs (Tendencia)
1975	600	
1976	800	
1977	750	580
1978	400	560
1979	350	600
1980	500	640
1981	1000	722
1982	950	760
1983	810	804
1984	540	836
1985	720	
1986	1160	



Sesión t8s1

3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

Caso 2: $p=4$ observaciones

AÑOS	Y_t	$mm4$	mmc
1975	600	-	-
1976	800	637,5	-
1977	750	575	606,25
1978	400	500	537,5
1979	350	562,5	531,25
1980	500	700	631,25
1981	1000	815	757,5
1982	950	825	820
1983	810	755	790
1984	540	807,5	781,25
1985	720	-	-
1986	1160	-	-



3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

➤ Si los datos tienen una periodicidad inferior al año (mensuales, trimestrales, cuatrimestrales, ...); y le damos a "p" la amplitud de un año:

- ✓ $p=12$ para datos mensuales,
- ✓ $p=4$ si son trimestrales,
- ✓ $p=3$ si son cuatrimestrales, ...;

se eliminaría la estacionalidad y la componente irregular, quedando formada la serie de medias móviles por "la tendencia y el ciclo".

3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

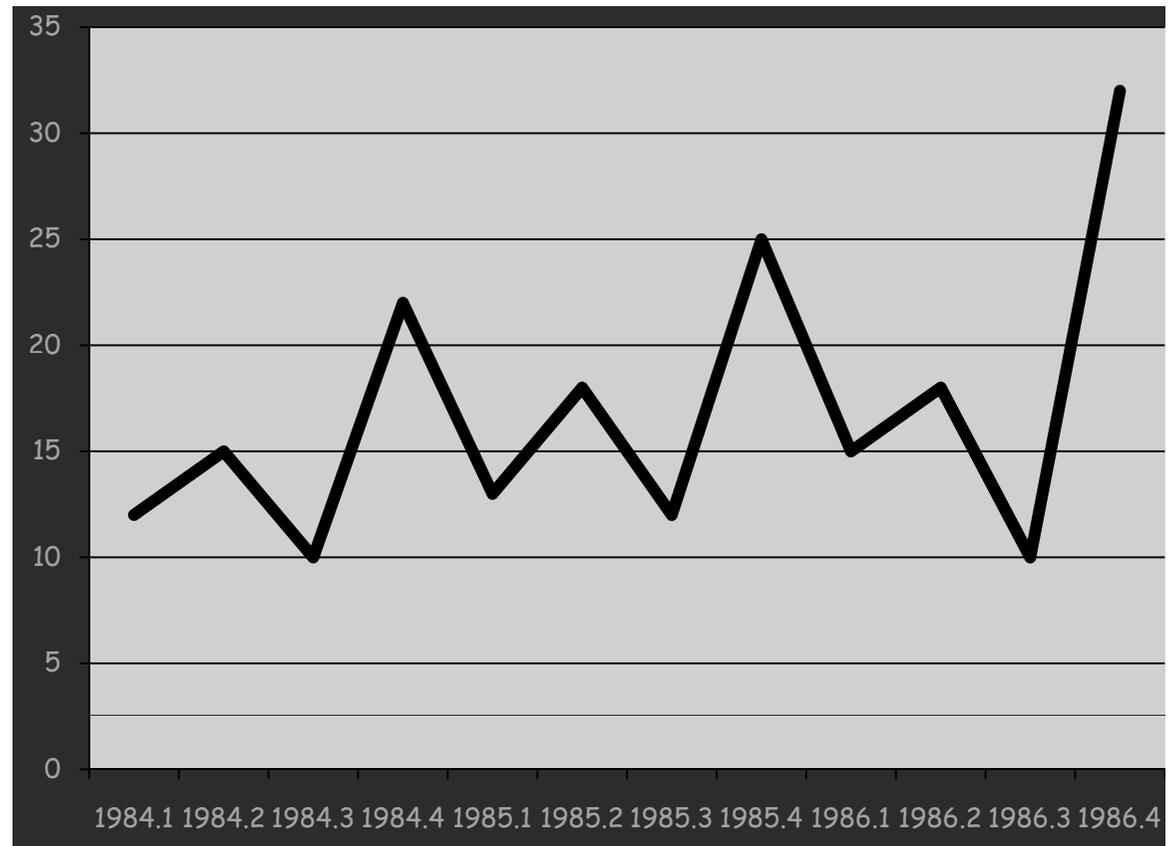
Ejemplo 3: En la siguiente tabla se muestran los datos de la evolución de los gastos en vestido y calzado por persona y día durante el periodo 1984 a 1986:

	1984	1985	1986
1er Trimestre	12	13	15
2er Trimestre	15	18	18
3er Trimestre	10	12	10
4er Trimestre	22	25	32

Datos trimestrales

$p=4$

Sesión t8s1



3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

Ejemplo 3: Media móvil cada 4 observaciones (datos trimestrales)

t	Yt	MM (4 obs)	mmc
1984,1	12		
1984,2	15	14,75	
1984,3	10	15	14,875
1984,4	22	15,75	15,375
1985,1	13	16,25	16
1985,2	18	17	16,625
1985,3	12	17,5	17,25
1985,4	25	17,5	17,5
1986,1	15	17	17,25
1986,2	18	18,75	17,875
1986,3	10		
1986,4	32		

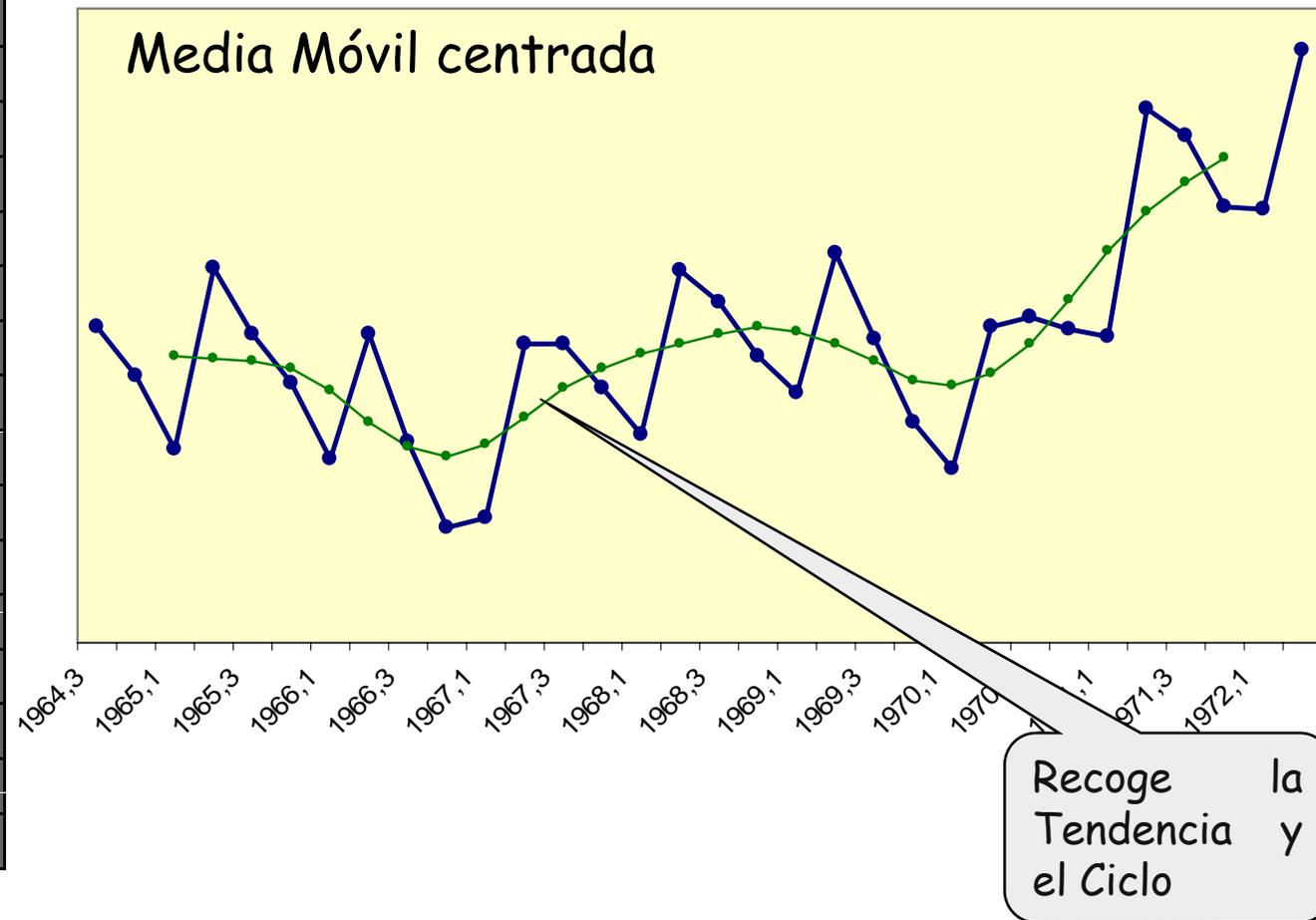


3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

Ejemplo 4: Datos trimestrales. Aplicamos una media móvil con $p=4$ obs.

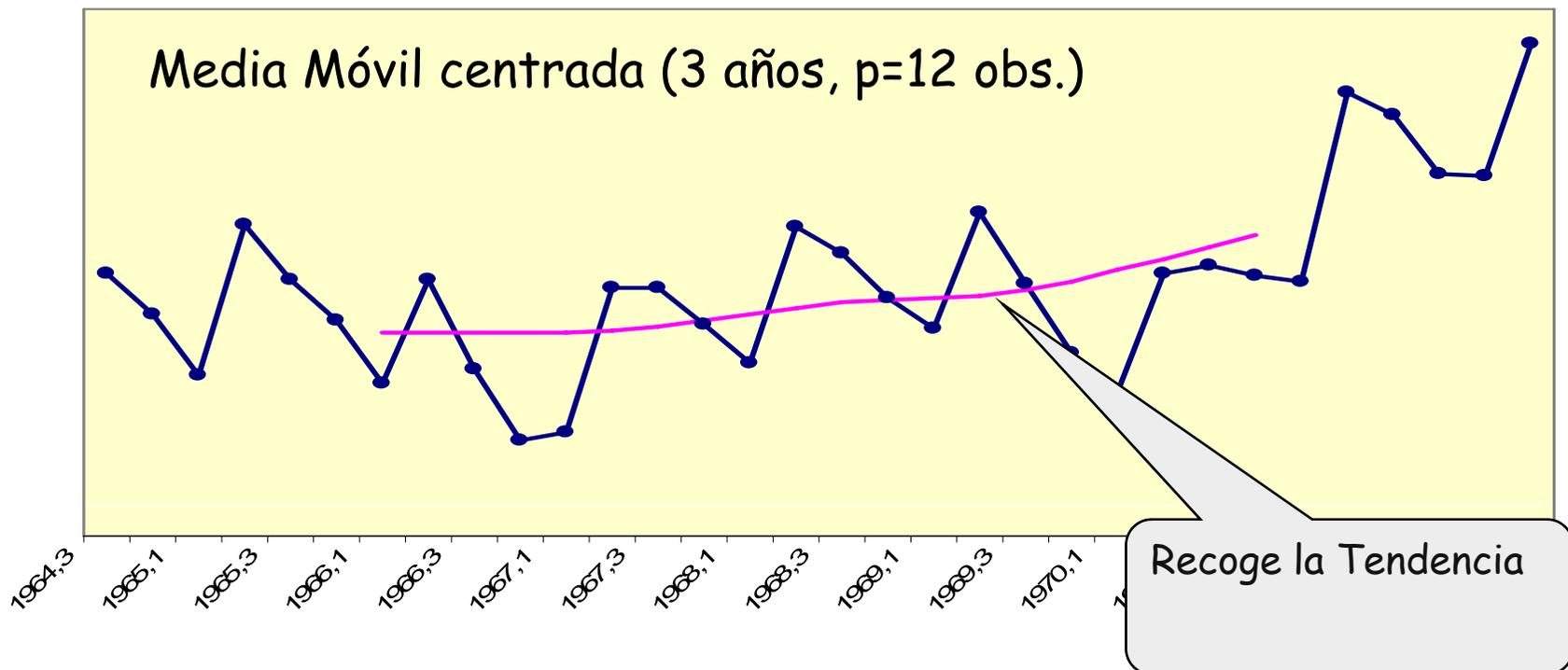
t	y	mmc
1964,3	398	-
1964,4	352	-
1965,1	283	371
1965,2	454	369,4
1965,3	392	367,4
1965,4	345	358,5
1966,1	274	338
1966,2	392	308,4
1966,3	290	284,5
1966,4	210	276,3
1967,1	218	286,5
1967,2	382	314,3
1967,3	382	340,5
1967,4	340	359,3
...

Sesión t8s1



3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

➤ Si conociésemos la amplitud de la componente cíclica (esto es difícil), "p" tendría dicha amplitud para eliminar dicha componente (y siendo múltiplo de un año eliminaría también la estacionalidad).



3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

VENTAJAS:

- Sencillez.

INCONVENIENTES:

- No existe una medida de fiabilidad de los valores de la tendencia.
- Las medias móviles pueden generar ciclos u otros movimientos que no estaban presentes en los datos originales.

3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

INCONVENIENTES:

- Difícil elección de "p":
 - Supone conocer parte de las componentes cíclicas y/o estacionales.
 - Problemas cuando se superponen oscilaciones.
- La elección de "p" supone una pérdida de observaciones. Se pierden:
 - $p-1$ observaciones, si p es impar;
 - p observaciones, si p es par.

3. Análisis de la Tendencia. Métodos para su determinación

ELIMINACIÓN DE LA TENDENCIA:

- En un esquema aditivo:

$$y_{ik} - T_{ik}$$

- En un esquema multiplicativo:

$$\frac{y_{ik}}{T_{ik}}$$

4. Análisis de la Estacionalidad. Desestacionalización

Método de las Medias Móviles:

- Se basa en la eliminación de la **Componente Extraestacional** (Tendencia y Ciclo): E_{ik}

PASOS:

1. Obtener la **Componente Extraestacional** (E_{ik}) usando el "Método de las Medias Móviles" ("p" será la periodicidad de la serie).

4. Análisis de la Estacionalidad. Desestacionalización

2. Calcular los **Índices Específicos de Variación Estacional** ($IEVE_{ik}$).

2.1. Aditivo

$$IEVE_{ik} = Y_{ik} - E_{ik}$$

2.2. Multiplicativo

$$IEVE_{ik} = \frac{Y_{ik}}{E_{ik}} \times 100$$

4. Análisis de la Estacionalidad.

Desestacionalización

3. Calcular los Índices Generales de Variación Estacional ($IGVE_k$):

$$IGVE_k = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} IEVE_{ik}}{N-1} \text{ para } k = 1, 2, \dots, p$$

$N = N^\circ$ de años

4. Calcular el Índice General de Variación Estacional Medio:

$$\overline{IGVE} = \frac{\sum_{k=1}^p IGVE_k}{k}$$



4. Análisis de la Estacionalidad. Desestacionalización

5. Calcular los Índices Generales de Variación Estacional Ajustados ($IGVEA_k$).

5.1. Aditivo

$$IGVEA_k = IGVE_k - \overline{IGVE}$$

$$\sum_{i=1}^p IGVEA_k = 0$$

5.2. Multiplicativo

$$IGVEA_k = \frac{IGVE_k}{\overline{IGVE}} \times 100$$

$$\sum_{i=1}^p IGVEA_k = 100 \times p$$

4. Análisis de la Estacionalidad. Desestacionalización

6. La estacionalidad de cada período vendrá representada por los **Índices Generales de Variación Estacional Ajustados** ($IGVEA_k$) correspondientes a cada uno de los períodos.

4. Análisis de la Estacionalidad.

Desestacionalización

INTERPRETACIÓN de los $IGVEA_k$

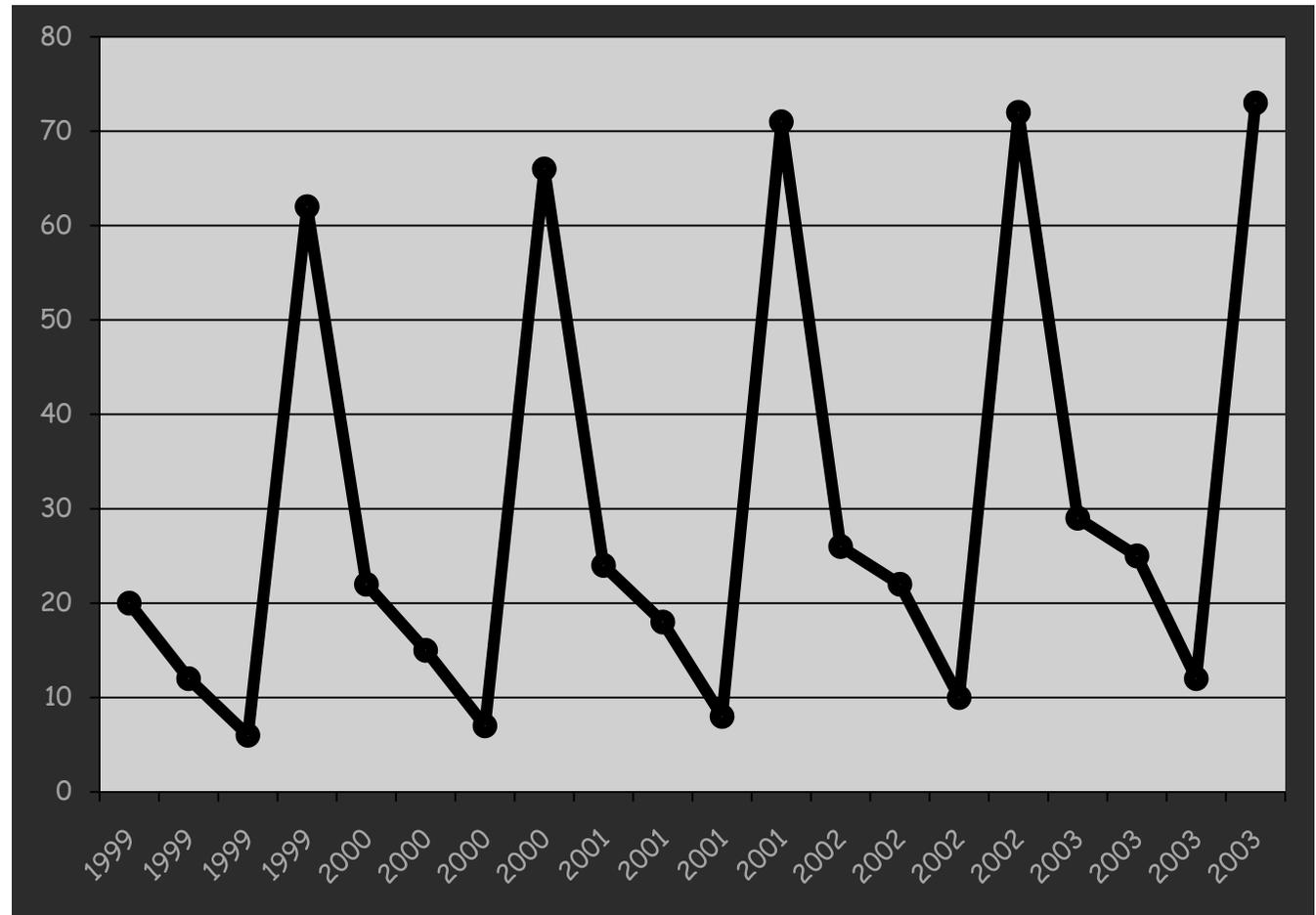
- En el esquema aditivo: Si un $IGVEA$ es positivo, la variable supera a la media de tendencia-ciclo en dicho período por el efecto estacional; dándose el efecto contrario si es negativo.
- En el esquema multiplicativo: Si un $IGVEA$ es mayor que 1 (100 en %), la variable supera a la media de tendencia-ciclo en dicho período por el efecto estacional; y viceversa, si es menor que 100%.

4. Análisis de la Estacionalidad.

Desestacionalización

- **Ejemplo 5: Serie trimestral**

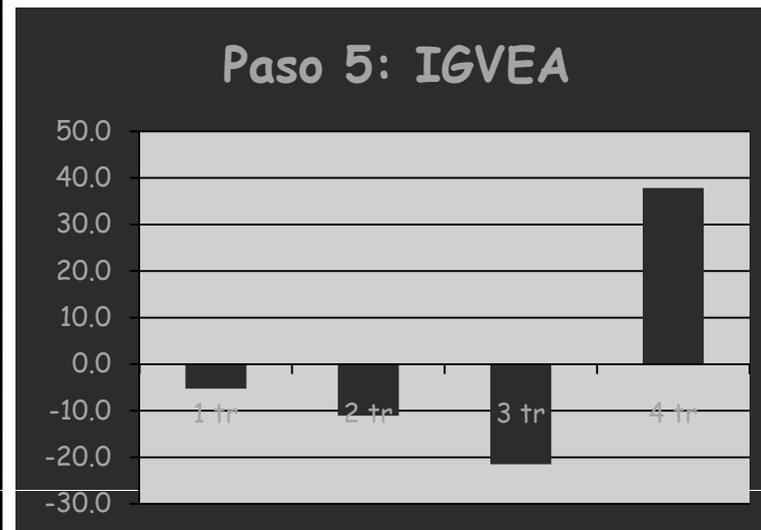
años	Trim	yt
1999	1	20
1999	2	12
1999	3	6
1999	4	62
2000	1	22
2000	2	15
2000	3	7
2000	4	66
2001	1	24
2001	2	18
2001	3	8
2001	4	71
2002	1	26
2002	2	22
2002	3	10
2002	4	72
2003	1	29
2003	2	25
2003	3	12
2003	4	73



4. Análisis de la Estacionalidad.

Modelo aditivo

años	Trim	Yt	Paso 1		Paso 2
			mm (4 obs)	Mmc=Et	IEVE=Yt-Et
1999	1	20			
1999	2	12	25		
1999	3	6	25,5	25,25	-19,3
1999	4	62	26,25	25,875	36,1
2000	1	22	26,5	26,375	-4,4
2000	2	15	27,5	27	-12,0
2000	3	7	28	27,75	-20,8
2000	4	66	28,75	28,375	37,6
2001	1	24	29	28,875	-4,9
2001	2	18	30,25	29,625	-11,6
2001	3	8	30,75	30,5	-22,5
2001	4	71	31,75	31,25	39,8
2002	1	26	32,25	32	-6,0
2002	2	22	32,5	32,375	-10,4
2002	3	10	33,25	32,875	-22,9
2002	4	72	34	33,625	38,4
2003	1	29	34,5	34,25	-5,3
2003	2	25	34,75	34,625	-9,6
2003	3	12			
2003	4	73			



Paso 3	IGVE	Paso 5: IGVEA
1 tr	-5,1	-5,3
2 tr	-10,9	-11,1
3 tr	-21,3	-21,5
4 tr	38,0	37,8

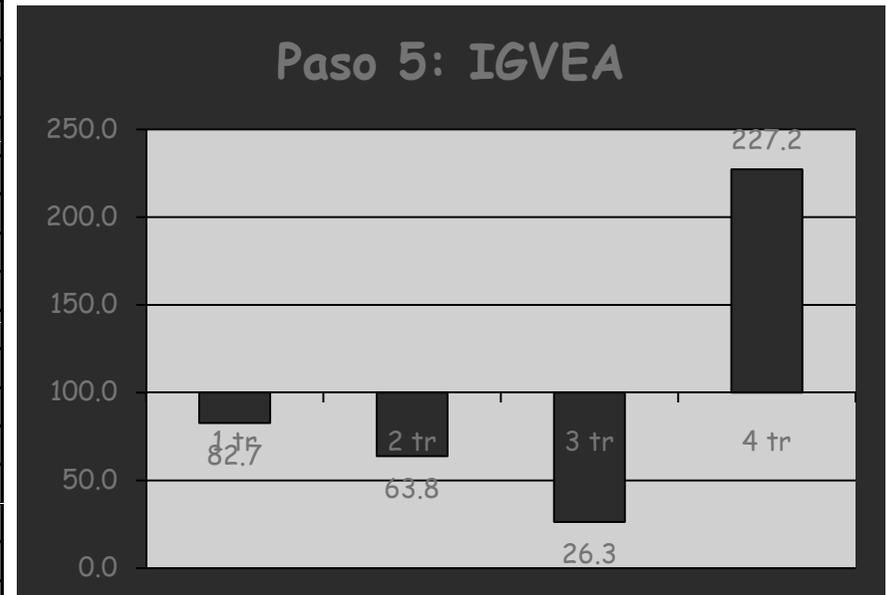
Paso 4	IGVE Medio	Media
Media	0,1	0,0



4. Análisis de la Estacionalidad.

Modelo multiplicativo

años	Trim	Yt	Paso 1		Paso 2
			mm (4 obs)	mmc=Et	IEVE= =Yt/Et*100
1999	1	20			
1999	2	12	25		
1999	3	6	25,5	25,25	23,8
1999	4	62	26,25	25,875	239,6
2000	1	22	26,5	26,375	83,4
2000	2	15	27,5	27	55,6
2000	3	7	28	27,75	25,2
2000	4	66	28,75	28,375	232,6
2001	1	24	29	28,875	83,1
2001	2	18	30,25	29,625	60,8
2001	3	8	30,75	30,5	26,2
2001	4	71	31,75	31,25	227,2
2002	1	26	32,25	32	81,3
2002	2	22	32,5	32,375	68,0
2002	3	10	33,25	32,875	30,4
2002	4	72	34	33,625	214,1
2003	1	29	34,5	34,25	84,7
2003	2	25	34,75	34,625	72,2
2003	3	12			
2003	4	73			



Paso 3	IGVE	Paso 5: IGVEA
1 tr	83,1	82,7
2 tr	64,1	63,8
3 tr	26,4	26,3
4 tr	228,4	227,2
Paso 4 Medio	IGVE Medio	
Media	100,5	100,0



4. Análisis de la Estacionalidad.

Desestacionalización

• DESESTACIONALIZACIÓN:

Desestacionalizar una serie consiste en eliminar su componente estacional.

- Esquema Aditivo

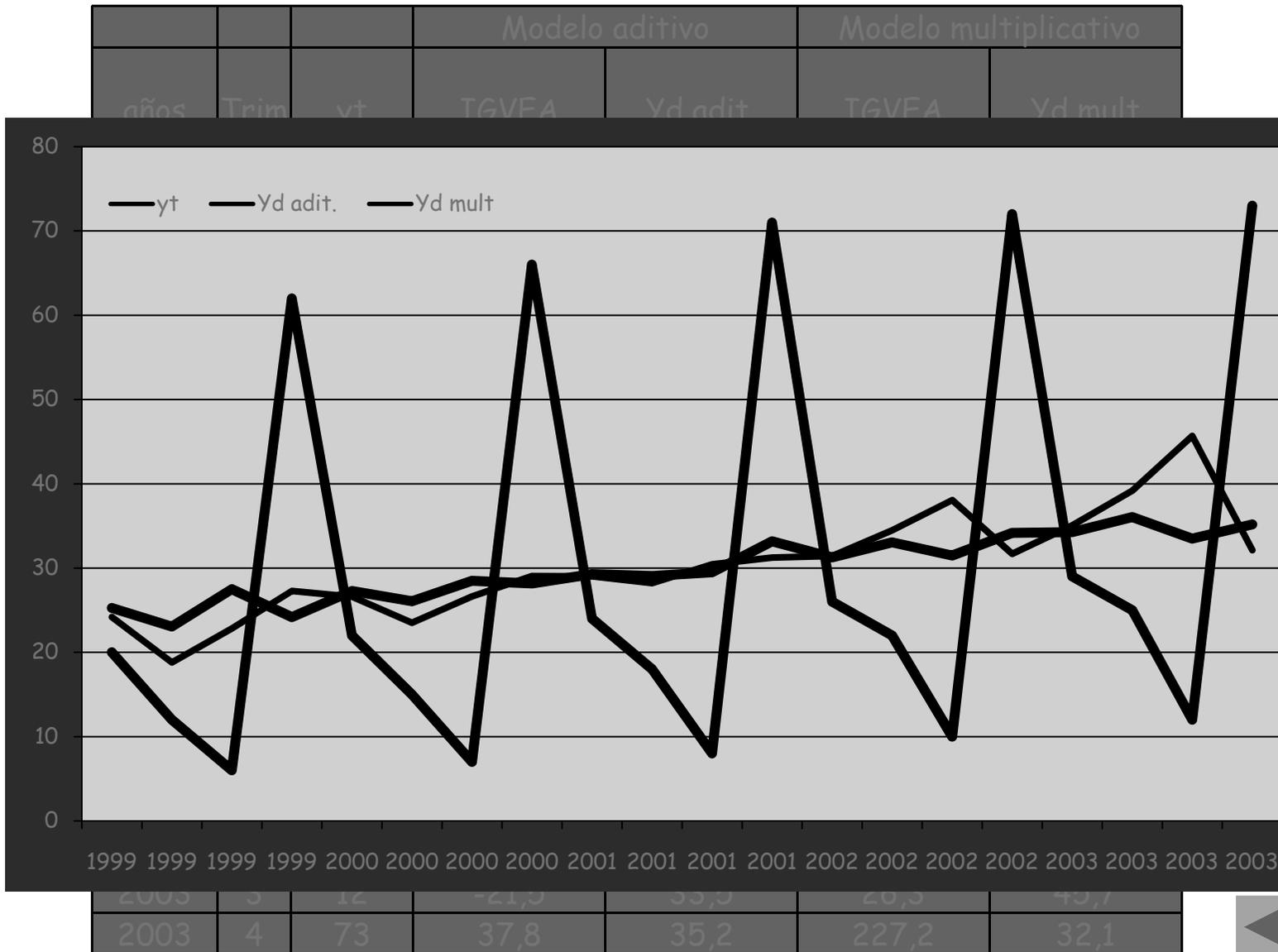
$$y_{ik}^d = y_{ik} - IGVEA_k \quad \text{para } k = 1, 2, \dots, p$$

- Esquema Multiplicativo

$$y_{ik}^d = \frac{y_{ik}}{\frac{IGVEA_k}{100}} \quad \text{para } k = 1, 2, \dots, p$$

4. Análisis de la Estacionalidad.

Desestacionalización



4. Análisis de la Estacionalidad.

Desestacionalización

PREDICCIONES A CORTO PLAZO

- ✓ La serie desestacionalizada puede emplearse para hacer predicciones a corto plazo.
- ✓ Para las predicciones, se proyectan cada una de las componentes aisladas para cada periodo futuro del que se quiere la predicción, y se usa el modelo multiplicativo o aditivo para formar el pronóstico.



4. Análisis de la Estacionalidad.

Desestacionalización

PASOS

1. Se calculan las componentes estacionales: $IGVEA_k (e_k)$
2. Se obtiene la serie desestacionalizada: Y^d
3. A partir de la serie Y^d , se estima la tendencia mediante el método de la regresión
4. En general, la predicción se obtiene mediante la tendencia calculada y los valores estacionales :

$$\hat{Y}_{t,k} = \hat{T}_{t,k} \times e_k \quad \text{multiplicativo}$$

$$\hat{Y}_{t,k} = \hat{T}_{t,k} + e_k \quad \text{aditivo}$$

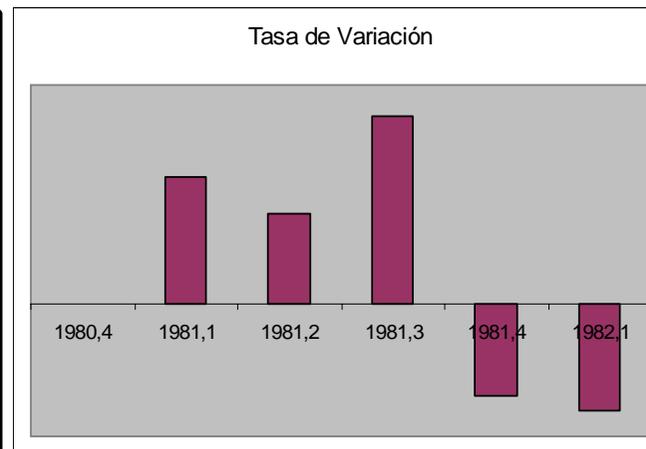


5. Las Tasas de Variación

La tasa de variación es una medida de la evolución (variación) intertemporal de una variable en el tiempo (en tanto por uno o en %).

$$T_{11} = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \cdot 100 = \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} - 1 \right) \cdot 100$$

Periodo	Y	Tasa de Variación
1980,4	1477	
1981,1	2339	58
1981,2	3315	42
1981,3	6161	86
1981,4	3586	-42
1982,1	1848	-48



5. Las Tasas de Variación

Sobre datos mensuales

Tasa intermensual

$$T_{11}^1 = \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} - 1 \right) \cdot 100$$

Tasa interanual

$$T_{12}^1 = \left(\frac{Y_t}{Y_{t-12}} - 1 \right) \cdot 100$$

Sobre datos trimestrales

Tasa intertrimestral

$$T_{11}^1 = \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} - 1 \right) \cdot 100$$

Tasa interanual

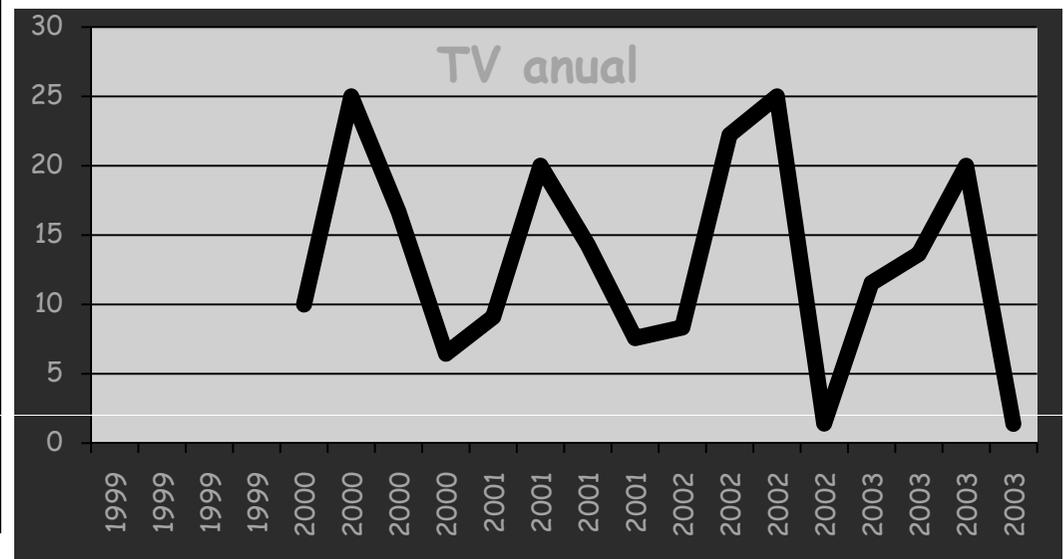
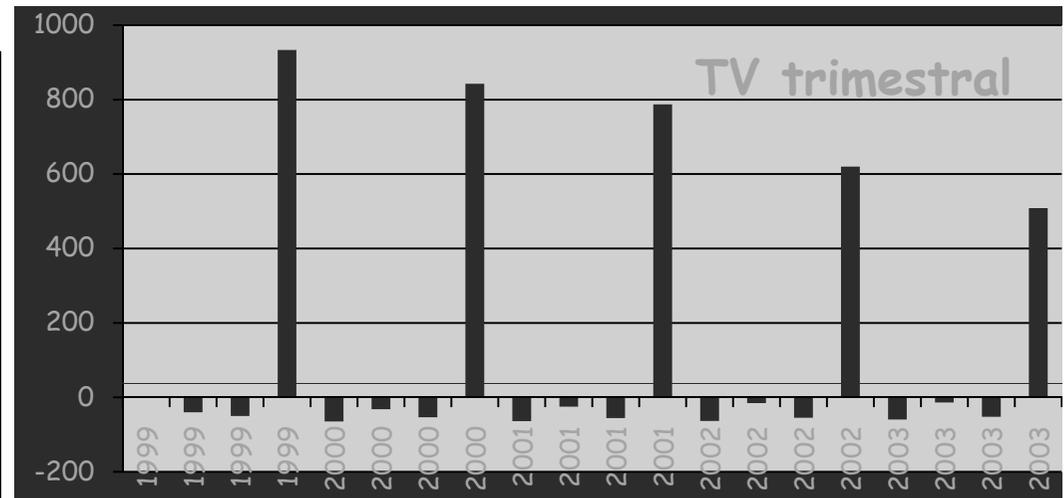
$$T_{14}^1 = \left(\frac{Y_t}{Y_{t-4}} - 1 \right) \cdot 100$$

5. Las Tasas de Variación



• Ejemplo 6:

años	Trim	yt	TV trimestral	TV anual
1999	1	20		
1999	2	12	-40,0	
1999	3	6	-50,0	
1999	4	62	933,3	
2000	1	22	-64,5	10,0
2000	2	15	-31,8	25,0
2000	3	7	-53,3	16,7
2000	4	66	842,9	6,5
2001	1	24	-63,6	9,1
2001	2	18	-25,0	20,0
2001	3	8	-55,6	14,3
2001	4	71	787,5	7,6
2002	1	26	-63,4	8,3
2002	2	22	-15,4	22,2
2002	3	10	-54,5	25,0
2002	4	72	620,0	1,4
2003	1	29	-59,7	11,5
2003	2	25	-13,8	13,6
2003	3	12	-52,0	20,0
2003	4	73	508,3	1,4



BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Martín-Pliego López, F.J. (2004): Introducción a la Estadística Económica y Empresarial. Págs.: 459-466. Thomson (3ª edición).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Uriel, E. (1995): Análisis de datos. Series temporales y Análisis multivariante. Págs.: 53-123. AC.

Rodríguez Morilla, C. (2000): Análisis de series temporales. Págs: 42-95. La Muralla.

