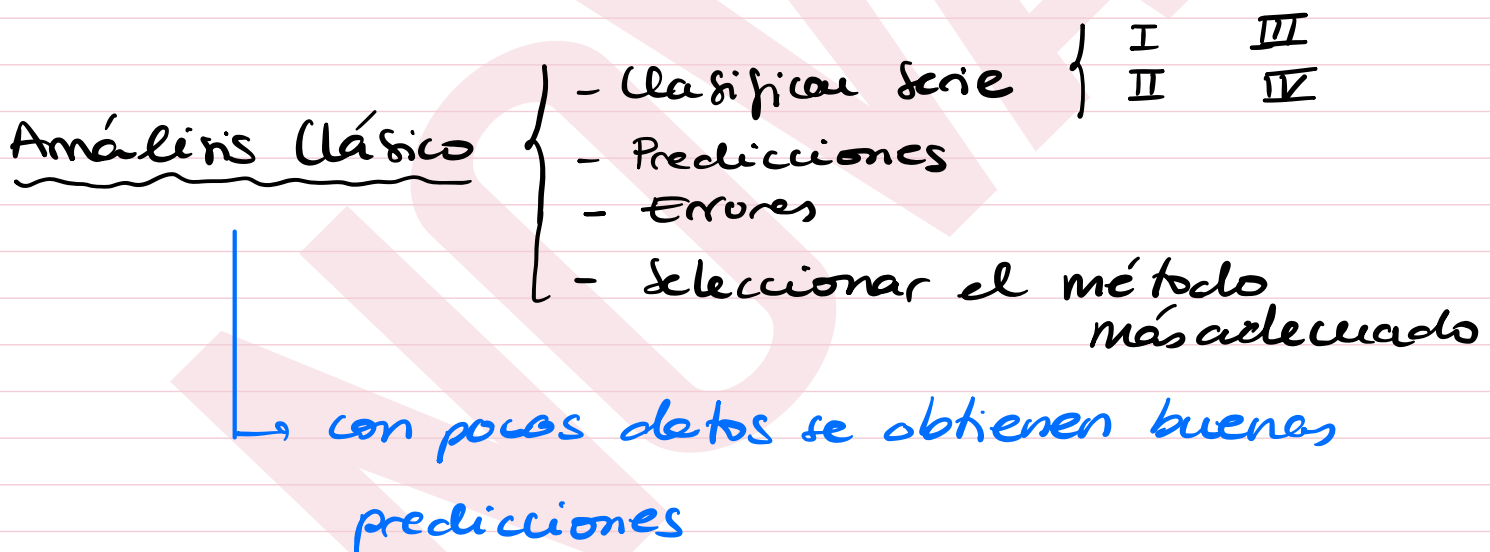
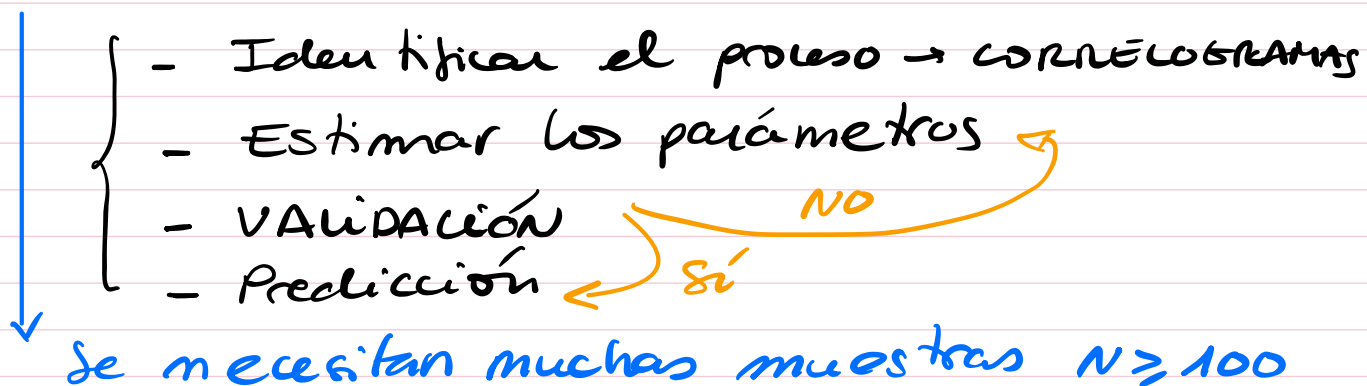


<b>EVALUACIÓN</b> 40%	1 <sup>er</sup> Parcial	(Excel)	Practice	10%
			Teórica	10%
	2 <sup>a</sup> Parcial	(Gretl)	Practice	10%
			Teórica	10%

## Análisis serie Temporales



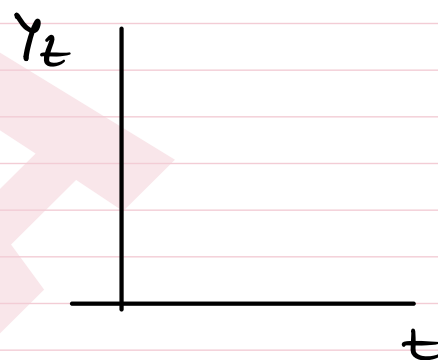
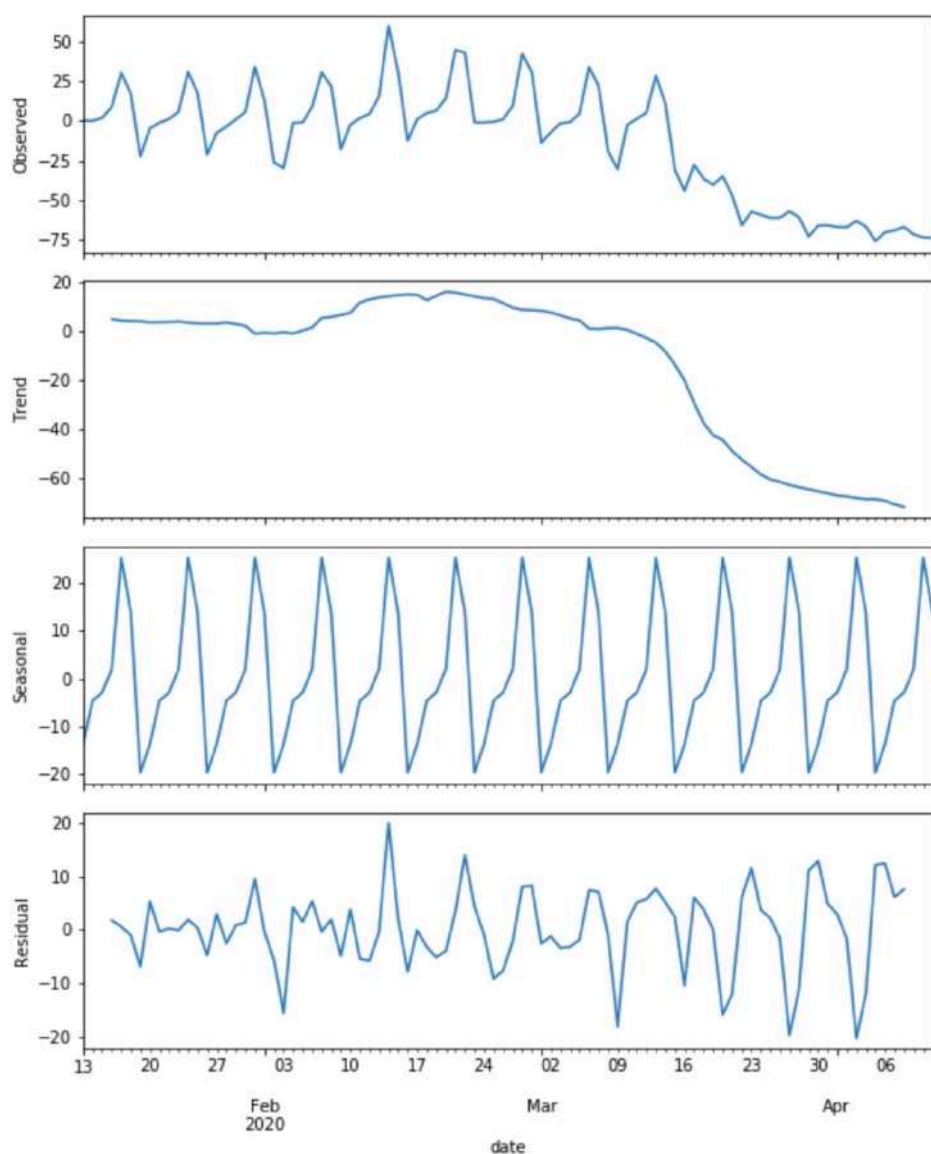
## Análisis Estocástico → Metodología Box-Jenkins



## T1. INTRODUCCIÓN

**Serie temporal:** el conjunto de observaciones referidas a una variable determinada, observada para diferentes momentos del tiempo y siempre para intervalos regulares de tiempo.

Estudiaremos una serie temporal para usar la historia pasada de dicha variable con el objetivo de obtener predicciones para periodos futuros de dicha variable.



## T2. ANÁLISIS CLÁSICO DE SERIES TEMPORALES

### METODOLOGÍA CLÁSICA

- 1) Clasificación de la serie 

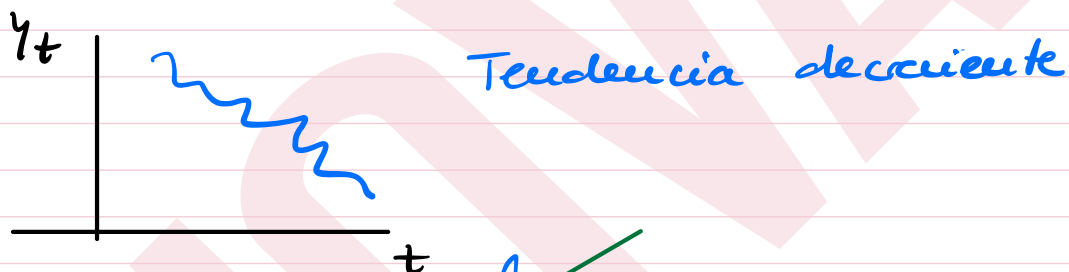
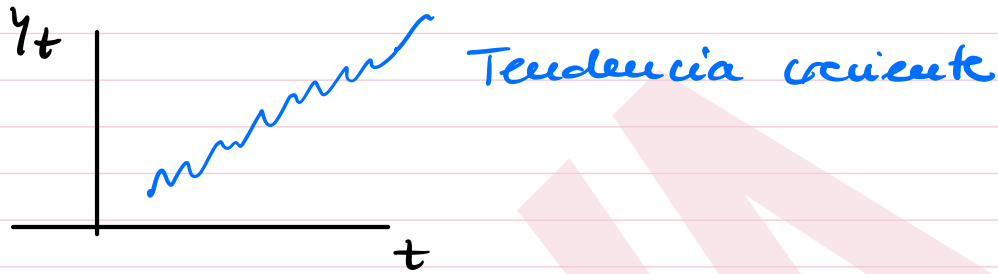
{	. Gráfica
	. Contrastes

}	Daniel (Tt)
}	Kruskal-Wallis (St)
- ┌  
└ serie I  
└ serie II  
└ serie III  
└ serie IV
- 2) Calcular las predicciones con los MÉTODOS adecuados al tipo de serie
- 3) Seleccionar el mejor MÉTODO } EAM  
ECM
- 4) Evaluar la capacidad predictiva del MÉTODO seleccionado - EPAM



\* COMPONENTES DE UNA SERIE TEMPORAL

1) Tendencia ( $T_t$ ) : comportamiento de la serie a largo plazo.



2) Ciclo ( $C_t$ ) : oscilaciones alrededor de la tendencia siempre superiores al año.

3) Estación ( $S_t$ ) : oscilaciones alrededor de la tendencia inferiores a 1 año.



4) Irregular ( $I_t$  ó  $U_t$ ) : oscilaciones alrededor de la Tendencia que no se pueden asociar ni al  $C_t$  ni a la  $S_t$

↳ MÉTODOS DE PREVISIÓN

Cualquier serie temporal  $Y_t$  puede tener 4 componentes:

- **Componente tendencial (Tt)**: recoge el comportamiento a l/p de la serie, esta tendencia puede ser creciente o decreciente.
- **Componente ciclo (Ct)**: recoge las oscilaciones por encima o por debajo de la tendencia y son debidos a cambios en la actividad económica.

La duración del ciclo es el tiempo que va de pico a pico o de valle a valle. La duración no es estable pero siempre es superior al año.

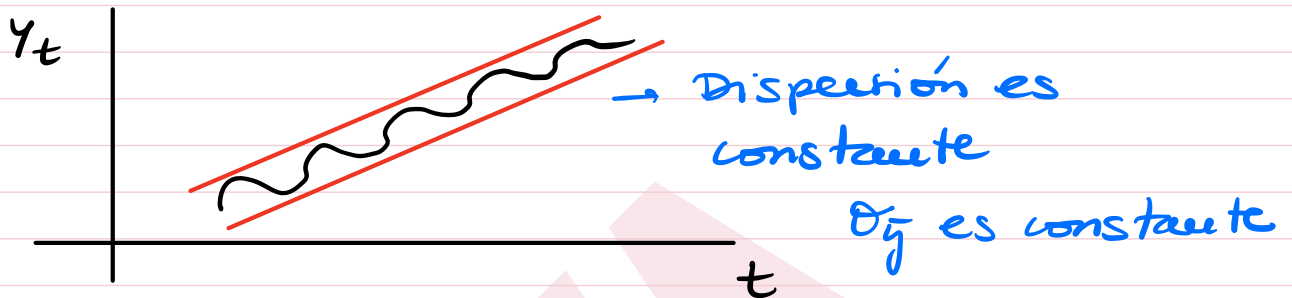
Como es difícil distinguir entre componente tendencial y componente ciclo, hablaremos de componente tendencia-ciclo.

- **Componente estacional (St)**: oscilaciones que se producen año tras año, con una duración menor a 1 año y que se encuentran explicadas por razones de tipo físico-natural o institucionales. Por ejemplo: venta helados, cierre en verano por vacaciones de una empresa.
- **Componente irregular (It)**: recoge las oscilaciones de la serie que no se vean explicadas ni por la tendencia, ni por el ciclo, ni por el componente estacional. Este a su vez se divide en dos componentes:
  - **Errática**: refleja oscilaciones imprevisibles, pero que a posteriori pueden saberse las causas que la explican.
  - **Aleatoria**: oscilaciones imprevisibles e inexplicables.

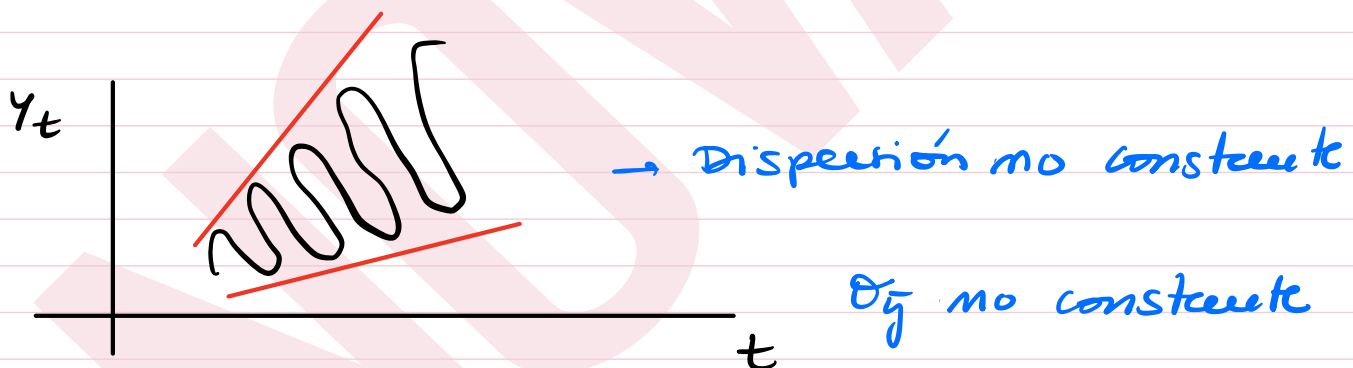


## FORMAS DE INTEGRACIÓN / AGREGACIÓN DE SERIES

\* ADDITIONAL :  $Y_t = T_t + C_t + S_t + I_t$



\* MULTIPLICATIVA :  $Y_t = T_t \cdot C_t \cdot S_t \cdot I_t$



\* MIXTO :  $Y_t = T_t \cdot C_t + S_t + I_t$

$$Y_t = T_t + C_t \cdot S_t + I_t$$

⋮

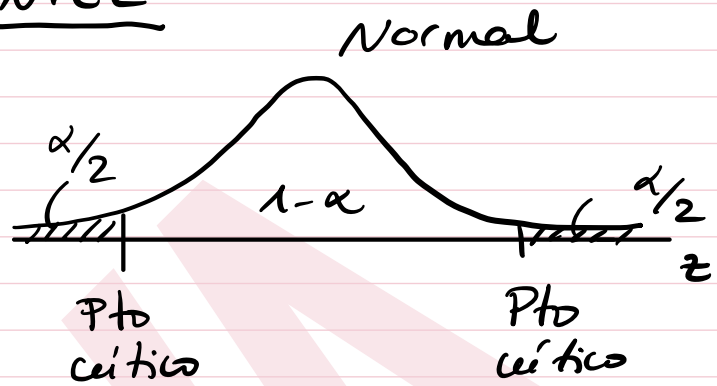


# 1) CLASIFICACIÓN DE SERIES TEMPORALES

## \* CONTRASTE DE DANIEL

$H_0$  : No  $T_t$

$H_A$  : Si  $T_t$



-1'96

1'96

$1-\alpha=0'95$

-1'64

1'64

$1-\alpha=0'9$

$$\hat{z} = (\sqrt{T-1}) z$$

↳ no muestras

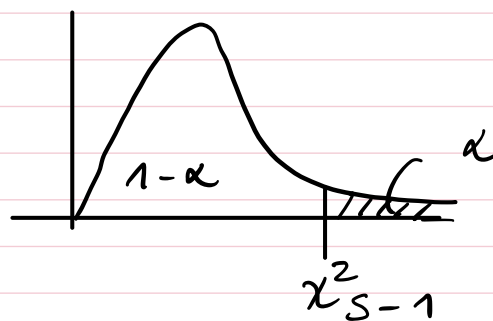
$$\left. \begin{array}{l} |\hat{z}| < Pto\ critico \rightarrow No\ Rto \rightarrow No\ T_t \\ |\hat{z}| > Pto\ critico \rightarrow Rto \rightarrow Si\ T_t \end{array} \right\}$$

Daniel:  $\tau = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{t=1}^T d_t^2}{T(T^2-1)}$

## \* CONTRASTE DE KRUSKAL-WALLIS (K-W)

$H_0$  : No  $S_t$

$H_A$  : Si  $S_t$



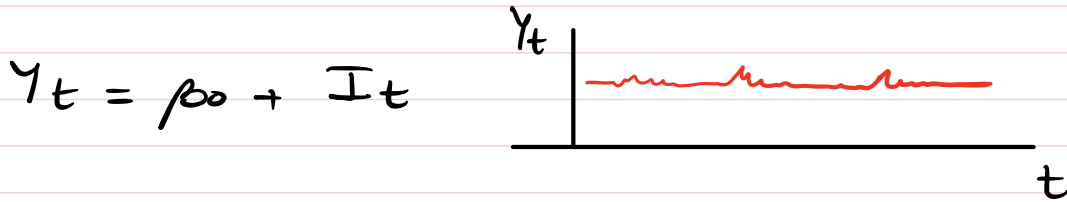
mensual  $S=12$   
trimestral  $S=4$

$S \equiv$  estación  
no muestras/año

$$H \left\{ \begin{array}{l} < \chi^2_{S-1} \rightarrow No\ Rto \\ > \chi^2_{S-1} \rightarrow Rto \end{array} \right. \begin{array}{l} No\ S_t \\ Si\ S_t \end{array}$$

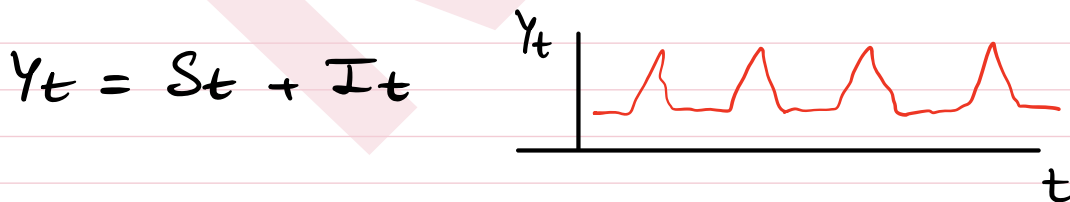
Kruskal Wallis:  $H = \frac{12}{T(T+1)} \left[ \sum_{i=1}^s \frac{R_i^2}{T_i} \right] - 3(T+1)$

- Serie tipo I  $\left\{ \begin{array}{l} \text{No } T_t \rightarrow \text{Daniel : No } R_{Hb} \\ \text{No } S_t \rightarrow \text{K-W : No } R_{Hb} \end{array} \right.$



- 1) MÉT. INGENUO  $\rightarrow$  (Estructura variable)
- 2) MÉT. MEDIA SIMPLE  $\rightarrow$  (Estructura fija)
- 3) MÉT. MEDIA MÓVIL (K)  $\rightarrow$  (Estructura variable)
- 4) MÉT. ALISADO EXPONENCIAL SIMPLE (α) (AES)  $\downarrow$  (Estructura variable)

- Serie tipo II  $\left\{ \begin{array}{l} \text{No } T_t \rightarrow \text{Daniel : No } R_{Hb} \\ \text{Si } S_t \rightarrow \text{K-W : } R_{Hb} \end{array} \right.$

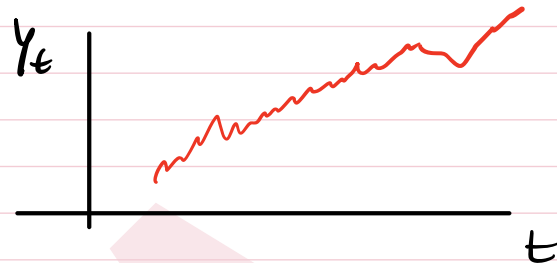


- 1) MÉT. INGENUO ESTACIONAL  $\rightarrow$  (Estructura variable)
- 2) MÉT. MEDIA SIMPLE ESTACIONAL  $\rightarrow$  (Estructura fija)



- serie tipo III
  - Si  $T_t \rightarrow$  Daniel :  $Rt_b$
  - No  $S_t \rightarrow$  K-W : No  $Rt_b$

$$Y_t = T_t + I_t$$

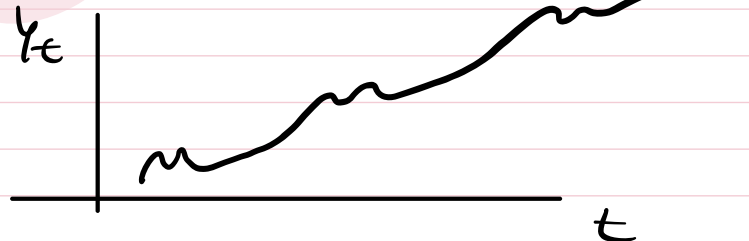


- 1) MET. TENDENCIA LINEAL  $\rightarrow$  estruc fija
- 2) MET. DOBLES MEMIAS MÓVILES  $\rightarrow$  variable
- 3) MET. ALISADO EXPONENCIAL DE HOLT (AEH)  $\rightarrow$  variable

- serie tipo IV
  - Si  $T_t \rightarrow$  Daniel :  $Rt_b$
  - Si  $S_t \rightarrow$  K-W :  $Rt_b$

$$Y_t = T_t + S_t + I_t$$

$$Y_t = T_t \cdot S_t \cdot I_t$$



- 1) MET. DESCOMPOSICIÓN  $\rightarrow$  Estructura fija
- 2) MET. AEH-W  $\rightarrow$  Estructura variable



\* NO MENCLATURA

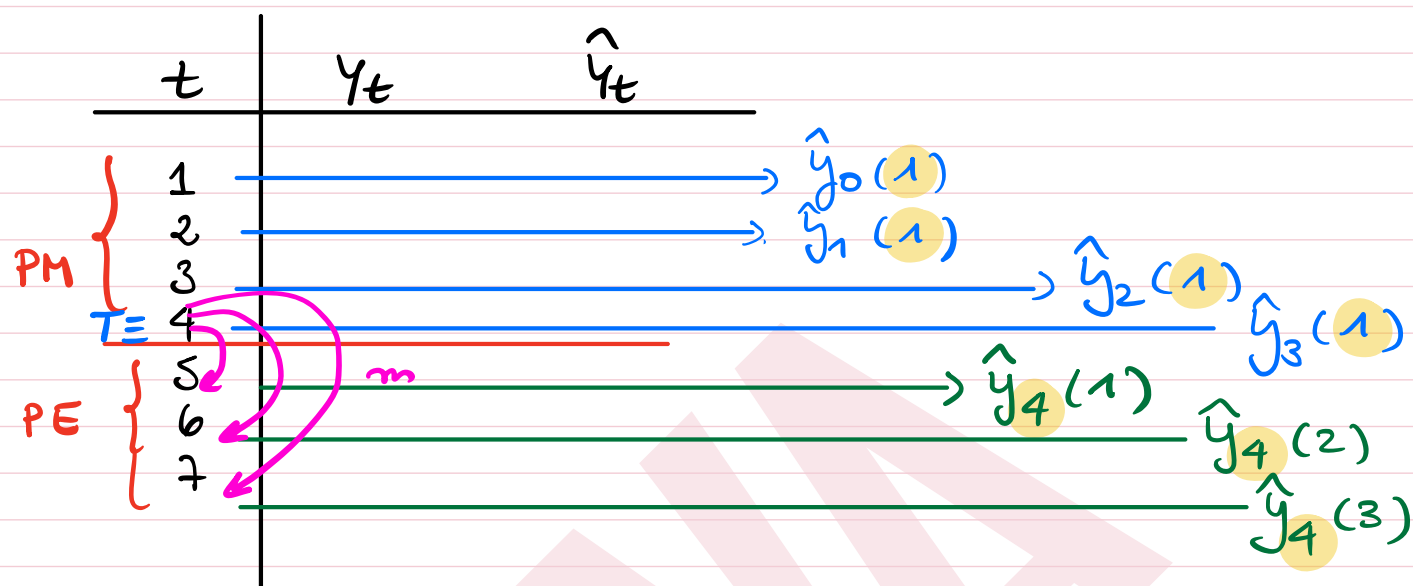
	$t$	$Y_t$	$\hat{Y}_t$	$t$
PM	1			2000.1
	2			2000.2
	3			2000.3
	4			2000.4
PE	5			
	6			

$T \equiv$  último dato del PM

Periodo muestral: se utiliza para calcular  
PM las predicciones

Periodo extra-muestral: se utiliza para  
PE calcular los errores





$$PM : \hat{y}_t (1) =$$

$$PE : \hat{y}_T (m) =$$



✦ MÉTODOS SEMI E TIPO I

1) MÉTODO INGENUO (Estructura variable)

PM :  $\hat{y}_t(1) = y_t$

PE :  $\hat{y}_T(m) = y_T$

→ todas las predicciones del PE son iguales

t	$y_t$	$\hat{y}_t$	
1	3	—	$\hat{y}_0(1) = y_0 = -$
2	5	3	$\hat{y}_1(1) = y_1 = 3$
3	2	5	$\hat{y}_2(1) = y_2 = 5$
4	7	2	$\hat{y}_3(1) = y_3 = 2$
5	5	7	$\hat{y}_4(1) = y_4 = 7$
6	4	7	$\hat{y}_4(2) = y_4 = 7$

PM (Periodo Muestral) is indicated for rows 1-4. PE (Periodo Extra) is indicated for rows 5-6. The value 7 in row 4 is circled in green, and the values 7 in rows 5 and 6 are also circled in green. Arrows show the lagged values of  $y_t$  being used as predictions for the next period.

- **Métodos de estructura fija:** Son aquellos que usan todas las observaciones del periodo muestral a la vez. *para hacer las predicciones*
- **Métodos de estructura variable:** Son aquellos que usan de forma sucesiva las observaciones del periodo muestral. *para hacer las predicciones*



2) MÉTODO MEDIA SIMPLE (Estructura fija)

PM :  $\hat{y}_t(1) = \bar{y}$   
 PE :  $\hat{y}_T(m) = \bar{y}$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^T y_i}{T}$$

Todas las predicciones son iguales

t	$y_t$	$\hat{y}_t$
1	3	4.25
2	5	4.25
3	2	4.25
4	7	4.25
<hr/>		
5	5	4.25
6	4	4.25

$\bar{y} = \frac{3+5+2+7}{4} = 4.25$

9-3-2022



\* ERROR DE PREDICCIÓN

$$e_T(m) = Y_{T+m} - \hat{Y}_T(m)$$

t	$Y_t$	$\hat{Y}_t$
1	3	—
2	5	3
3	2	5
4	7	2
5	5	7
6	4	7

PM (Periods of Model) covers rows 1-4.  
 PE (Periods of Evaluation) covers rows 5-6.  
 A pink horizontal line is drawn between t=4 and t=5.  
 A circled minus sign is next to the predicted value for t=1.  
 Arrows point from actual values to predicted values: 3→3, 5→5, 2→2, 7→7, 5→7, 4→7.  
 Calculations for PE:  
 $e_4(1) = 5 - 7 = -2$   
 $e_4(2) = 4 - 7 = -3$

\* CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MÉTODOS

• ERROR ABSOLUTO MEDIO (EAM)

$$EAM = \frac{1}{H} \sum |e_T(m)|$$

no de muestras de PE

$$EAM = \frac{|-2| + |-3|}{2} = \frac{2+3}{2} = 2.5$$



- ERROR CUADRÁTICO MEDIO (ECM)

$$ECM = \frac{1}{H} \sum (e_{T(m)})^2$$

$$ECM = \frac{(-2)^2 + (-3)^2}{2} = \frac{4+9}{2} = 6,5$$

EAM } son criterios para seleccionar el  
ECM } mejor método. Y se selecciona el  
que tiene menor EAM y ECM

Si hay discrepancias → se elige  
el que tiene ECM más pequeño.



### 3) MÉT. MEDIA MÓVIL (Estructura variable)

PM :  $\hat{y}_t(1) = MM_t$

PE :  $\hat{y}_T(m) = MM_T$

→ las predicciones del PE son iguales

$k \equiv$  longitud de la media móvil

$1 < k < T$

	$t$	$y_t$	$k=2$ $MM_t$	$\hat{y}_t$	
}	1	3			$\hat{y}_0(1) = MM_0$
	2	5	4	4	$\hat{y}_1(1) = MM_1$
	3	2	3.5	4	$\hat{y}_2(1) = MM_2$
	4	7	4.5	3.5	$\hat{y}_3(1) = MM_3$
}	5	5		4.5	}
	6	4		4.5	

$MM_2 = \frac{3+5}{2} = 4$

$MM_3 = \frac{5+2}{2} = 3.5$

$MM_4 = \frac{2+7}{2} = 4.5 = MM_T$



1º) Calcular las  $MM_t$

2º) Aplicar MÉT. INGENUO sobre las  $MM_t$

- las  $k$  primeras predicciones no se pueden hacer
- la 1ª predicción es la de la posición  $k+1$

hablamos de  $k$ :

- $k$  es pequeña {
  - serie menos suavizada
  - "mayor ajuste"
  - más importancia a los valores cercanos
  - tiende a MÉT. INGENUO

**MEDIA MÓVIL para  $k=1$  → MÉT. INGENUO**

- $k$  es grande {
  - serie más suavizada
  - "menor ajuste"
  - menos importancia a los valores cercanos
  - tiende a MEDIA SIMPLE

**MEDIA MÓVIL para  $k=T$  → MEDIA SIMPLE**



4) MÉT. ALISADO EXPONENCIAL SIMPLE (AES) (Est. variable)

$\alpha \equiv$  constante de alisado

$$0 < \alpha < 1$$

PM :  $\hat{y}_t(1) = \alpha y_t + (1-\alpha) \hat{y}_{t-1}(1)$

PE :  $\hat{y}_T(m) = \alpha y_T + (1-\alpha) \hat{y}_{T-m}(m)$

↳ todas las predicciones del PE son iguales

AES  $\alpha = 0.6$

	t	$y_t$	$\hat{y}_t$	
PM	1	3		
	2	5	3	→ arranque con MÉT. INGENUO
	3	2	4.2	
	4	7	2.88	
PE	5	5	5.352	
	6	4	5.352	

$$PM : \hat{y}_t(1) = \alpha y_t + (1-\alpha) \hat{y}_{t-1}(1)$$

$$t=3 \rightarrow \hat{y}_2(1) = \alpha \cdot y_2 + (1-\alpha) \hat{y}_1(1) = \\ = 0'6 \cdot 5 + 0'4 \cdot 3 = 4'2$$

$$t=4 \rightarrow \hat{y}_3(1) = \alpha \cdot y_3 + (1-\alpha) \hat{y}_2(1) = \\ = 0'6 \cdot 2 + 0'4 \cdot 4'2 = 2'88$$

$$PE : \hat{y}_T(m) = \alpha y_T + (1-\alpha) \hat{y}_{T-m}(m)$$

$$t=5 \quad \hat{y}_4(1) = \alpha \cdot y_4 + (1-\alpha) \hat{y}_3(1) = \\ = 0'6 \cdot 7 + 0'4 \cdot 2'88 = 5'352$$

$$t=6 \quad \hat{y}_4(2) = \alpha \cdot y_4 + (1-\alpha) \hat{y}_2(2) = \\ = 0'6 \cdot 7 + 0'4 \cdot 2'88 = 5'352$$

\* MECANISMO DE CORRECCION DE ERROR

$$\begin{aligned}\hat{y}_t(1) &= \alpha y_t + (1-\alpha) \hat{y}_{t-1}(1) = \\ &= \alpha y_t + \hat{y}_{t-1}(1) - \alpha \hat{y}_{t-1}(1) = \\ &= \hat{y}_{t-1}(1) + \underbrace{\alpha (y_t - \hat{y}_{t-1}(1))}_{\hat{e}_{t-1}(1)}\end{aligned}$$

$\alpha$  es la importancia que se da al error de predicción.

hablamos de  $\alpha$ :

- $\alpha$  pequeña
  - menor importancia al error de predicción
  - serie más suavizada
  - "menor ajuste"
  - menos importancia a los valores cercanos
  - tiende a MEDIA SIMPLE
- $\alpha$  grande
  - más importancia al error de predicción
  - serie menos suavizada
  - "mayor ajuste"
  - más importancia a los valores cercanos
  - tiende a MÉTODO INGENUO



$$\hat{y}_t(1) = \underbrace{\alpha}_{\neq 0} y_t + (1-\underbrace{\alpha}_{\neq 0}) \hat{y}_{t-1}(1)$$

\* Si  $\alpha = 1 \rightarrow \hat{y}_t(1) = y_t \rightarrow$  MÉT. INGENUO

Serie tipo II } No  $T_t$   
                          } Si  $S_t$

1) MÉT. INGENUO ESTACIONAL (Estr. variable)

	t	$y_t$	$\hat{y}_t$
PM	I. 2000	2	-
	II. 2000	5	-
	I. 2001	3	2
	II. 2001	7	5
	I. 2002	2	3
	II. 2002	6	7
PE	I. 2003		2
	II. 2003		6
	I. 2004		2
	II. 2004		6



2) MÉT MEDIA SIMPLE ESTACIONAL (Estr. fija)

	t	$y_t$	$\hat{y}_t$
PM	I. 2000	2	2'3
	II. 2000	5	6
	I. 2001	3	2'3
	II. 2001	7	6
	I. 2002	2	2'3
	II. 2002	6	6
PE	I. 2003		2'3
	II. 2003		6
	I. 2004		2'3
	II. 2004		6

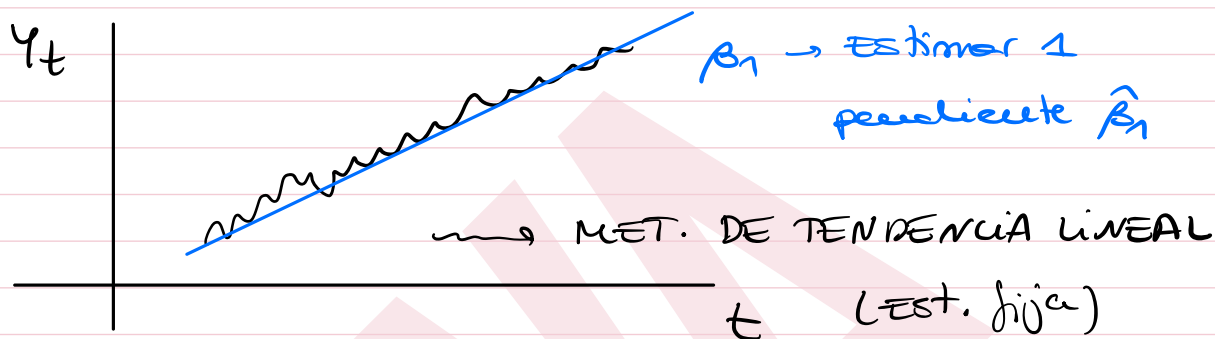
  

$$\bar{y}_I = \frac{2+3+2}{3} = 2'3$$

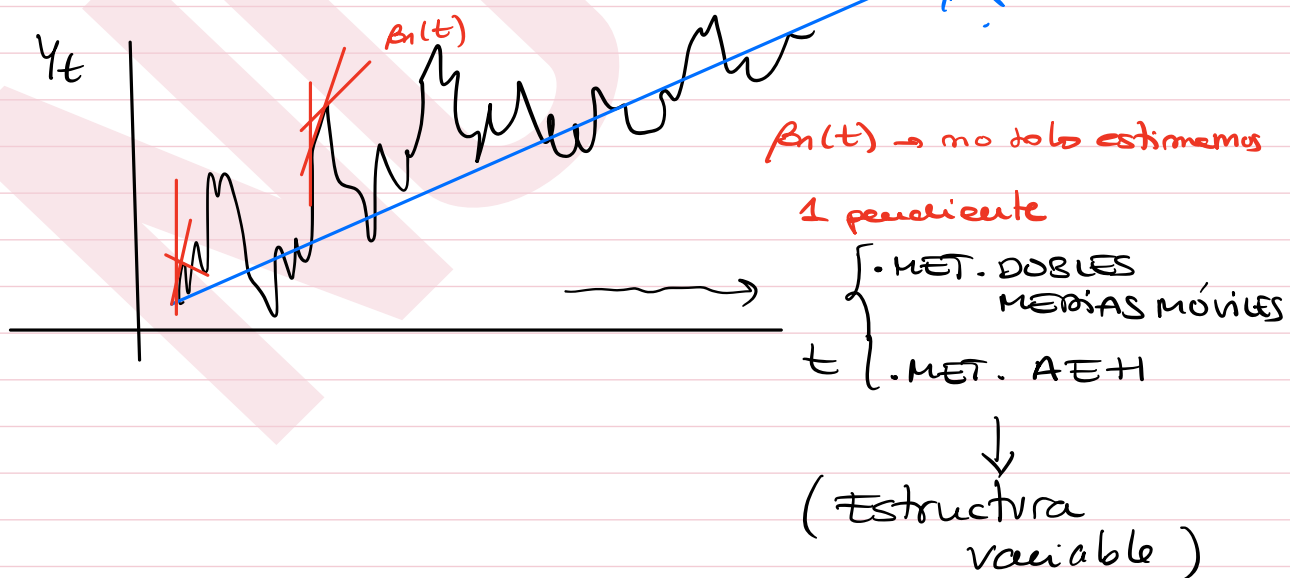
$$\bar{y}_{II} = \frac{5+7+6}{3} = 6$$


• Serie tipo III }  $\begin{cases} \text{si } T_t \\ \text{No } S_t \end{cases}$

1) Serie totalmente lineal



2) Serie localmente lineal



# 1) MÉT TENDENCIA LINEAL (Estruc. fija)

Mètode de la tendència lineal:

- Període mostral:  $\hat{y}_t(1) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 * (t+1) \quad t = 1, 2, \dots, T$
- Període extramostral:  $\hat{y}_T(m) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 * (T+m) \quad m = 1, 2, \dots, H$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{t=1}^T t y_t - \bar{y} \sum_{t=1}^T t}{\sum_{t=1}^T t^2 - \bar{t} \sum_{t=1}^T t} \quad \hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{t}$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\text{cov}(y, t)}{\text{var}(t)} = \frac{S_{yt}}{S_t^2}$$

# 2) MÉT. DOBLES MEDIAS MÓVILES (Estr. variable)

$K \equiv$  longitud de la media móvil

Mètode de les Dobles Mitjanes Mòbils:  $\hat{T}_t = 2MM_t - MM'_t \quad \hat{\beta}_1(t) = \frac{2}{K-1} (MM_t - MM'_t)$

- Període mostral:  $\hat{y}_t(1) = \hat{T}_t + \hat{\beta}_1(t) \quad t = 2K, 2K+1, \dots, T$
- Període extramostral:  $\hat{y}_T(m) = \hat{T}_T + \hat{\beta}_1(T) * m \quad m = 1, 2, \dots, H$

Las predicciones del PE no son iguales

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{T}_T = 2MM_T - MM'_T \\ \hat{\beta}_1(T) = \frac{2}{K-1} (MM_T - MM'_T) \end{array} \right.$$

t	$y_t$	$MM_t$	$MM'_t$
T		$MM_T$	$MM'_T$

PM } (indicating the period shown in the table)



### 3) MÉT ALLISADO EXPONENCIAL DE HOLT (Est. variable) AEH

$\alpha$   $\equiv$  constante de alisado de la  $\hat{T}_t$

$\gamma$   $\equiv$  constante de alisado de la pendiente  $\hat{\beta}_1(t)$

#### Mètode de l'Allisat Exponencial de Holt:

▪ Període mostral:  $\hat{y}_t(1) = \hat{T}_t + \hat{\beta}_1(t)$

$t = 1, 2, \dots, T$

▪ Període extramostral:  $\hat{y}_T(m) = \hat{T}_T + \hat{\beta}_1(T) * m$

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

$$\hat{T}_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_{t-1}(1)$$

$$\hat{\beta}_1(t) = \gamma [\hat{T}_t - \hat{T}_{t-1}] + (1 - \gamma) \hat{\beta}_1(t-1)$$

las predicciones

del PE no son iguales



**Pregunta 14**

No s'ha respost  
Puntuat sobre 1,00

Marca la pregunta

En el método del Alisado Exponencial Simple: *AES ( $\alpha$ ) → serie I*

Trieu-ne una:

- a. Solamente es aplicable para las series con componente tendencial y sin componente estacional (series tipo 3)
- b. Si  $K=5$ , la predicción para el período  $t+1$  será una media de la serie observada en los 5 períodos previos
- c. Cuanto menor sea  $\alpha$ , más suave resulta la serie ajustada
- d. Únicamente es aplicable para series sin componente tendencial y con componente estacional (series tipo 2)

La resposta correcta és: **Cuanto menor sea  $\alpha$ , más suave resulta la serie ajustada.**

**Pregunta 23**

No s'ha respost  
Puntuat sobre 1,00

Marca la pregunta

El componente de una serie temporal que recoge las oscilaciones de duración inferior al año, se denomina:

Trieu-ne una:

- a. Tendencia
- b. Estacionariedad
- c. Ciclo
- d. Estacionalidad

La resposta correcta és: Estacionalidad.

**Pregunta 32**

No s'ha respost  
Puntuat sobre 1,00

Marca la pregunta

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **CIERTA**?

Trieu-ne una:

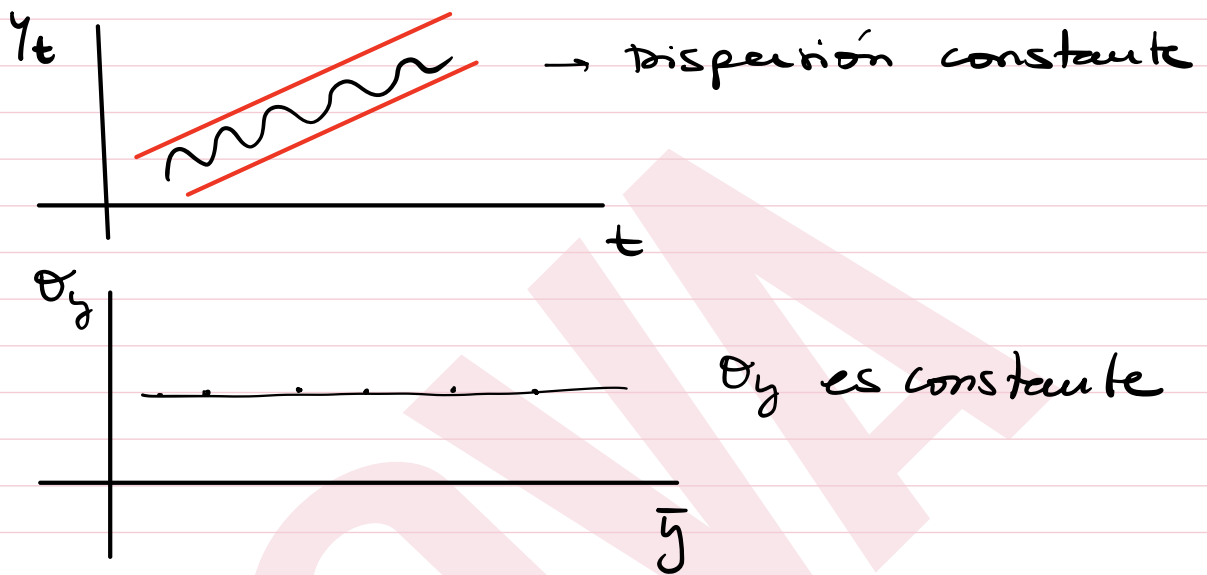
- a. Para ver si una serie tiene componente estacional, utilizamos el contraste de Daniel. *(TE)*
- b. Cuanto menor sea la constante de alisamiento de la tendencia, más importancia le damos a los errores de predicción.
- c. El método de descomposición es de estructura *variable. dija*
- d. Cuanto menor sea la longitud de la media móvil, la serie predicha será más sensible a los valores recientes de la serie original. *K*

La resposta correcta és: **Cuanto menor sea la longitud de la media móvil, la serie predicha será más sensible a los valores recientes de la serie original..**



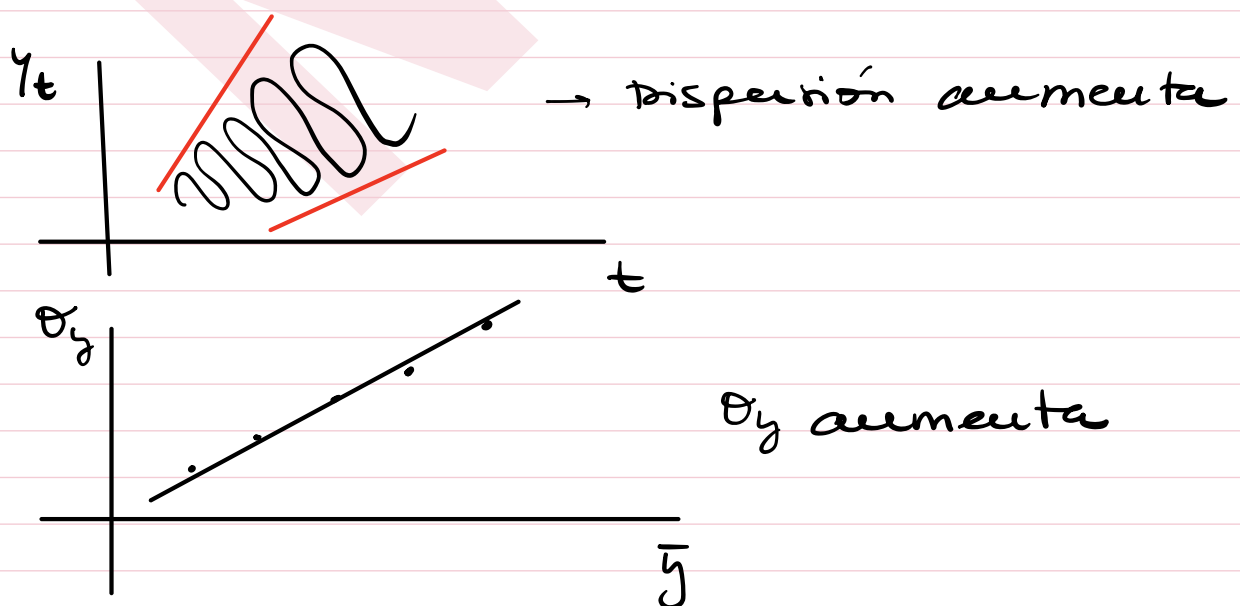
Serie tipo IV }  $\begin{cases} \text{si } T_t \\ \text{si } S_t \end{cases}$

\* **ADITIVA** :  $Y_t = T_t + S_t + I_t$



$\sum IVEN_i = 0 \rightarrow$  **ADITIVA**

\* **MULTIPLICATIVA** :  $Y_t = T_t \cdot S_t \cdot I_t$



$\sum IVEN_i = 1 \rightarrow$  **MULTIPLICATIVA**

# 1) MÉT. DESCOMPOSICIÓN (Estk. fija)

## Mètode de descomposició (esquema additiu):

- Període mostral:  $\hat{y}_t(1) = \hat{T}_{t+1} + \hat{S}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 * (t+1) + \hat{S}_i \quad t = 1, 2, \dots, T$
- Període extramostral:  $\hat{y}_T(m) = \hat{T}_{T+m} + \hat{S}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 * (T+m) + \hat{S}_i \quad m = 1, 2, \dots, H$

## Mètode de descomposició (esquema multiplicatiu):

- Període mostral:  $\hat{y}_t(1) = \hat{T}_{t+1} * \hat{S}_i = [\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 * (t+1)] * \hat{S}_i \quad t = 1, 2, \dots, T$
- Període extramostral:  $\hat{y}_T(m) = \hat{T}_{T+m} * \hat{S}_i = [\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 * (T+m)] * \hat{S}_i \quad m = 1, 2, \dots, H$

Desestacionalitzar la serie → separar la Estación

ADITIVA :  $Y_t = T_t + S_t + I_t$

$$Y_t - \hat{T}_t = S_t + I_t = S_t + U_t$$

separar la estación

IVEbi → Índice de Variación Estacional Brutos

IVENi → Índice de Variación Estacional Neto

$$IVEN_i = S_i$$

IVEN → la variación de la serie en promedio  
para ese periodo respecto a la Tendencia



## 2) MÉT. ALISADO EXPONENCIAL DE HOLT - WINTERS

(Est. variable)

Mètode de l'allisat exponencial de Holt-Winters (esquema additiu):

- Període mostral:  $\hat{y}_i(1) = \hat{T}_i + \hat{\beta}_1(t) + \hat{S}_i(t-s+1) \quad t = 1, 2, \dots, T \quad i=1, 2, \dots, s$
  - Període extramostral:  $\hat{y}_T(m) = \hat{T}_T + \hat{\beta}_1(T) * m + \hat{S}_i(T-s+m) \quad m = 1, 2, \dots, H$
- $$\hat{T}_i = \alpha [Y_i - \hat{S}_i(t-s)] + (1-\alpha) [\hat{T}_{i-1} + \hat{\beta}_1(t-1)] \quad \hat{\beta}_1(t) = \gamma [\hat{T}_i - \hat{T}_{i-1}] + (1-\gamma) \hat{\beta}_1(t-1)$$
- $$\hat{S}_i(t) = \delta [Y_i - \hat{T}_i] + (1-\delta) \hat{S}_i(t-s)$$

Mètode de l'allisat exponencial de Holt-Winters (esquema multiplicatiu):

- Període mostral:  $\hat{y}_i(1) = [\hat{T}_i + \hat{\beta}_1(t)] * \hat{S}_i(t-s+1) \quad t = 1, 2, \dots, T \quad i=1, 2, \dots, s$
  - Període extramostral:  $\hat{y}_T(m) = [\hat{T}_T + \hat{\beta}_1(T) * m] * \hat{S}_i(T-s+m) \quad m = 1, 2, \dots, H$
- $$\hat{T}_i = \alpha [Y_i / \hat{S}_i(t-s)] + (1-\alpha) [\hat{T}_{i-1} + \hat{\beta}_1(t-1)] \quad \hat{\beta}_1(t) = \gamma [\hat{T}_i - \hat{T}_{i-1}] + (1-\gamma) \hat{\beta}_1(t-1)$$
- $$\hat{S}_i(t) = \delta [Y_i / \hat{T}_i] + (1-\delta) \hat{S}_i(t-s)$$

Constante de alisado de la  $T_t$   $0 < \alpha < 1$

Constante de alisado de la  $\beta_1$   $0 < \gamma < 1$

Constante de alisado de la  $S_t$   $0 < \delta < 1$



\* Criterios de } selección de Métodos } EAM  
                          } comparación                     } ECM

\* Evaluar la capacidad Predictiva → EPAM

• ERROR PORCENTUAL ABOLUTO MEDIO (EPAM)

$$EPAM = \frac{100}{n} \sum \left( \frac{ET(m)}{Y_{T+m}} \right)$$

EPAM < 17% → Muy Buena capacidad Predictiva

17% < EPAM < 37% → Buena

37% < EPAM < 57% → Regular

EPAM > 57% → Mala

