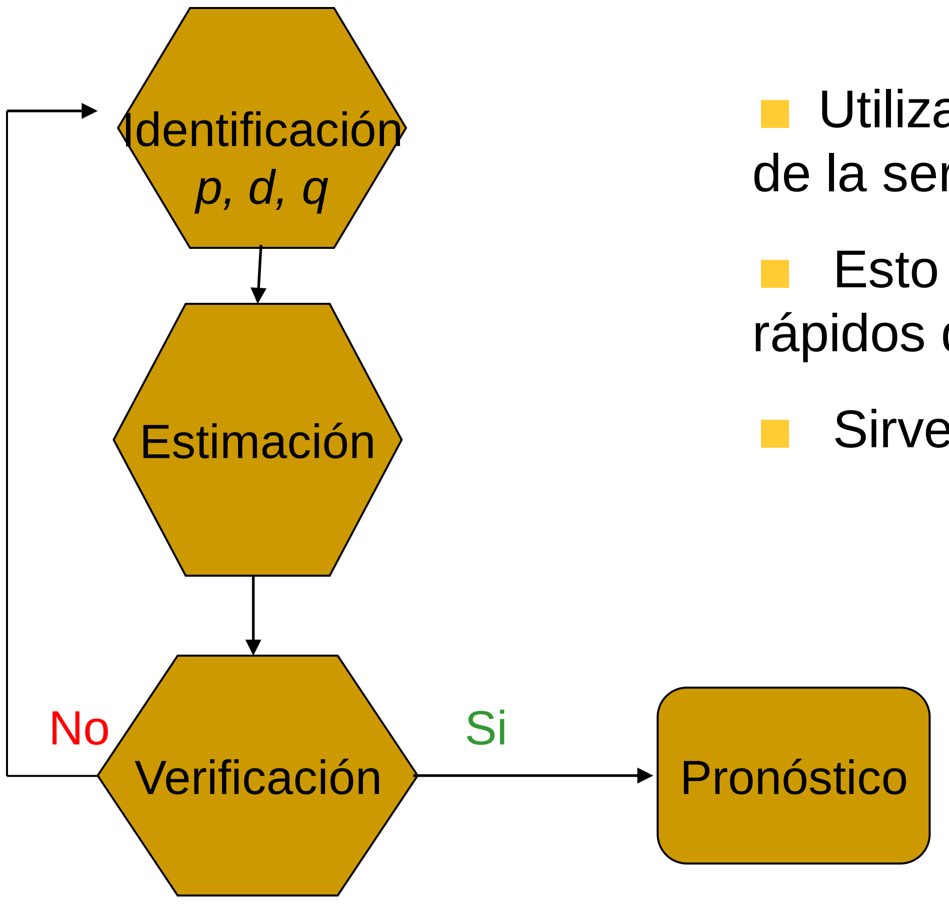
CURSO REGIONAL SOBRE HOJA DE BALANCE DE ALIMENTOS, SERIES DE TIEMPO Y ANÁLISIS DE POLÍTICA

Análisis de Series de Tiempo

MSc. Sandra Hernández
sandra.hernandezro@gmail.com
Sede Subregional de la CEPAL en México
Ciudad de México, del 19 al 23 de enero, 2015

Tema II: Los modelos ARIMA univariantes

1.Modelos ARIMA univariantes (etapas) Box y Jenkins 70´s



- Utilizan únicamente el pasado de la serie para predecir.
- Esto los hace muy baratos y rápidos de construir.
- Sirven de punto de referencia

2.Descripción Modelos ARIMA

$$\Phi(B)Z_t = \mu + \Theta(B)a_t$$

Donde:

$$\Theta(B) = (1 - \Theta_1 B - \Theta_2 B^2 - \ldots - \Theta_q B^q)$$

q: orden del polinomio Θ(B)

$$\Phi(B) = (1 - \Phi_1 B - \Phi_2 B^2 - \ldots - \Phi_p B^p)$$

p: orden del polinomio Φ(B)

$$B^k Z_t = Z_{t-k}$$

B: operador de rezagos (Backshift)

Θ(B) es el polinomio de rezagos en a_t

Φ(B) es el polinomio de rezagos en Z_t

Φ_i y Θ_i son los ponderadores poblacionales AR y MA

(ϕ_i y θ_i son los estimadores muestrales de AR y MA)

μ es la media de Z_t (c es el estimador muestral)

3.Los modelos autorregresivos AR(p)

$$\Phi(B)Z_t = \mu + a_t$$

$$(1-\phi_1 B - \phi_2 B^2 - ... - \phi_p B^p)Z_t = c + a_t$$

$$Z_t = c + \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + ... + \phi_p z_{t-p} + a_t$$

El caso de un AR(1):

$$(1-\phi_1 B)Z_t = c + a_t \qquad -1 < \phi_1 < 1$$

$$z_t = c + \phi_1 z_{t-1} + a_t$$

El caso de un AR(2):

$$(1-\phi_1 B - \phi_2 B^2)Z_t = c + a_t$$

$$z_t = c + \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + a_t$$

$$-1 < \phi_2 < 1$$
$$\phi_2 + \phi_1 < 1$$
$$\phi_2 - \phi_1 < 1$$

4.Los modelos de medias móviles MA(q)

$$Z_t = \mu + \Theta(B)a_t$$

$$Z_t = c + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \ldots - \theta_q B^q)a_t$$

$$Z_t = c + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \ldots - \theta_q a_{t-q}$$

El caso de un MA(1):

$$Z_t = c + (1 - \theta_1 B)a_t \qquad -1 < \theta_1 < 1$$

$$Z_t = c + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

El caso de un MA(2):

$$Z_t = c + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2)a_t$$

$$Z_t = c + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$$

$$-1 < \theta_2 < 1$$
$$\theta_2 + \theta_1 < 1$$
$$\theta_2 - \theta_1 < 1$$

5.Los modelos mixtos AR(p) MA(q): ejemplos

$$\Phi(B)Z_t = \mu + \Theta(B)a_t$$

p: orden del polinomio Φ(B)

q: orden del polinomio Θ(B)

- MA(1) AR(0) $\quad z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1}$
- MA(0) AR(1) $\quad z_t = \phi_1 z_{t-1} + a_t$
- MA(1) AR(1) $\quad z_t = \phi_1 z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$

6.Si la serie tiene estacionalidad…

$$\underbrace{\Phi(B)}_{\text{regular}}\underbrace{\Phi s(B)}_{\text{estacional}}Z_t = \mu + \underbrace{\Theta(B)}_{\text{regular}}\underbrace{\Theta s(B)}_{\text{estacional}}a_t$$

$$\Theta(B) = (1 - \Theta_1 B - \Theta_2 B^2 - \ldots - \Theta_q B^q)$$

$$\Phi(B) = (1 - \Phi_1 B - \Phi_2 B^2 - \ldots - \Phi_p B^p)$$

$$\Theta_s(B) = (1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \ldots - \Theta_Q B^{Qs})$$

$$\Phi_s(B) = (1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \ldots - \Phi_P B^{Ps})$$

q: orden del polinomio Θ(B)

p: orden del polinomio Φ(B)

Q: orden del polinomio Θs(B)

P: orden del polinomio Φs(B)

7.Ejemplos con estacionalidad

$$\underbrace{\Phi(B)}_{\text{regular}}\underbrace{\Phi s(B)}_{\text{estacional}}Z_t = \mu + \underbrace{\Theta(B)}_{\text{regular}}\underbrace{\Theta s(B)}_{\text{estacional}}a_t$$

- MA(1) MA(12)

q=1, Q=1, p=0, P=0, s=12

$$Z_t = (1-\theta_1 B)(1-\theta_2 B^{12})a_t$$

- AR(1) AR(12)

q=0, Q=0, p=1, P=1, s=12

$$(1-\phi_1 B)(1-\phi_{12} B^{12})Z_t = a_t$$

- AR(1) MA(12)

q=0, Q=1, p=1, P=0, s=12

$$(1-\phi_1 B)Z_t = (1-\theta_{12} B^{12})a_t$$

8.Notación general (Box Jenkins)

ARIMA (p,d,q) (P,D,Q)

$\underbrace{(p,d,q)}_{\text{Parte regular o tendencia}}$ $\underbrace{(P,D,Q)}_{\text{parte estacional}}$

p,P: # parámetros **AR**

d,D: # de diferenciaciones **I**

q,Q: # parámetros **MA**

Regulares o estacionales

Ejemplos:

MA(1) o ARIMA (0,0,1)(0,0,0)

AR(1) o ARIMA (1,0,0)(0,0,0)

MA(1) MA(12) o ARIMA(0,0,1)(0,0,1)

9.Casos especiales

- **Ruido blanco** (white noise): $Z_t = a_t$ ARIMA(0,0,0)

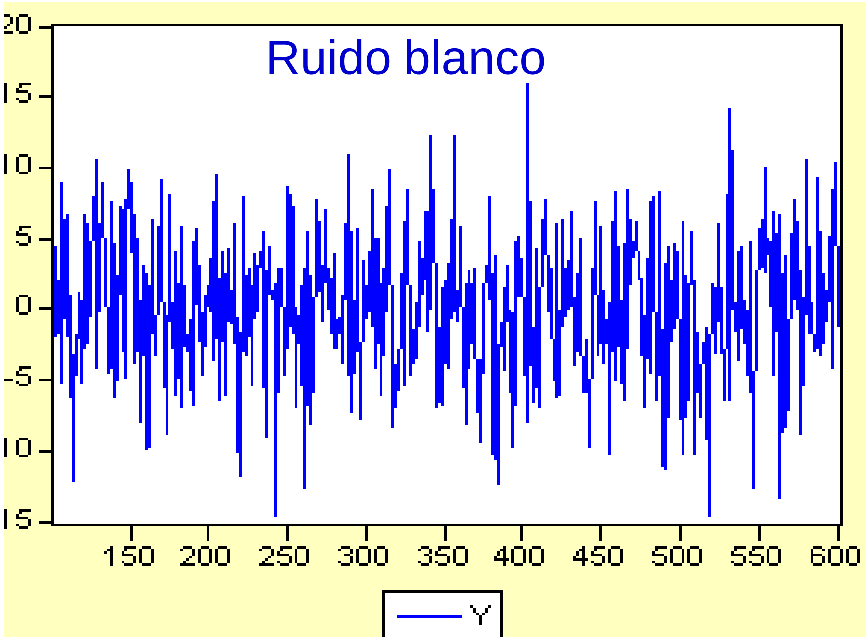
  a_t es un componente aleatorio que tiene media cero y varianza constante σ^2_a. La historia no brinda ninguna información.

- **Camino aleatorio** (random walk): $Z_t = Z_{t-1} + a_t$ ARIMA (0,1,0)

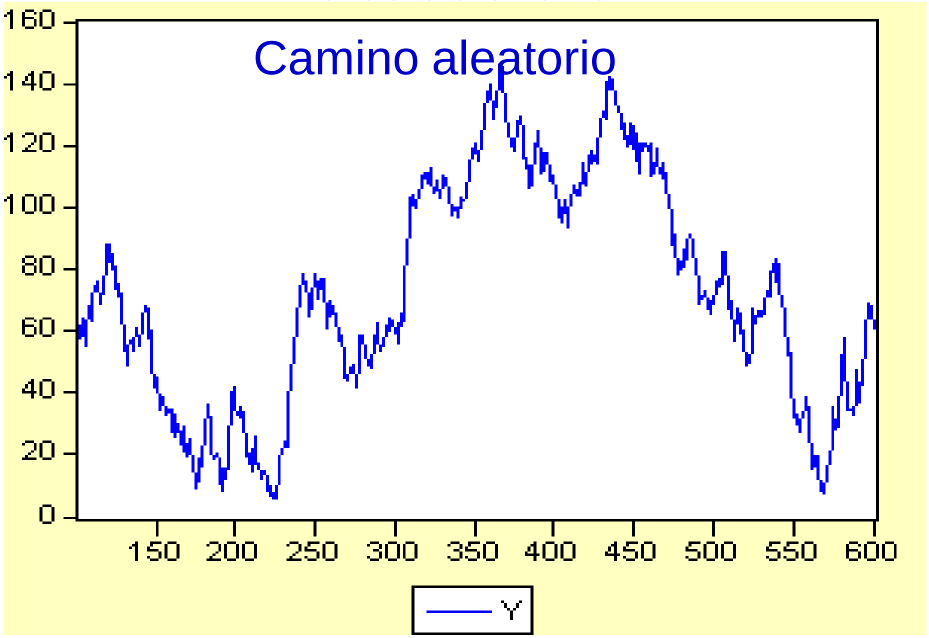
  donde: $Z_t - Z_{t-1} = a_t$,con a_t ruido blanco

  el mejor pronóstico de t+1 es el valor observado en t.

estacionaria



no estacionaria



10.Supuestos del modelo ARIMA

- Estacionariedad en la serie
  - media constante I(0) $E(z_t)=E(z_{t+m})$
  - variancia constante $E(z_t-\mu)^2=E(z_{t+m}-\mu)^2$
  - Función de autocorrelación constante a través del tiempo

$\phi_1 < 1$

- Invertibilidad del modelo
  - Cuando los pesos de las observaciones pasadas disminuyen con el tiempo. Se consigue cuando $\theta<1$

$\theta_1 < 1$

- Residuos ruido blanco

$E(a_t) = 0$ media cero

$E(a_t^2) = \sigma^2$ variancia constante

$E(a_t, a_{t^*}) = 0$ no autocorrelación

11.La estacionariedad. Cómo se obtiene ?

Se requiere para que las estimaciones de los parámetros sean útiles. De otra forma, no se podrían calcular medias y variancias conforme la serie va creciendo

Serie no estacionaria

en la media (Y_t)

Diferenciaciones

$Z_t = \Delta Y_t = (1-B)\, Y_t = Y_t - Y_{t-1}$,

$\Delta^d Y_t$ representa el número de diferenciaciones (d) requeridas para que Y_t sea estacionaria. En la práctica casi nunca se requiere un d >2.

$$\boxed{\Phi(B)\Phi s(B)(1-B)Y_t = \mu + \Theta(B)\Theta s(B)a_t}$$

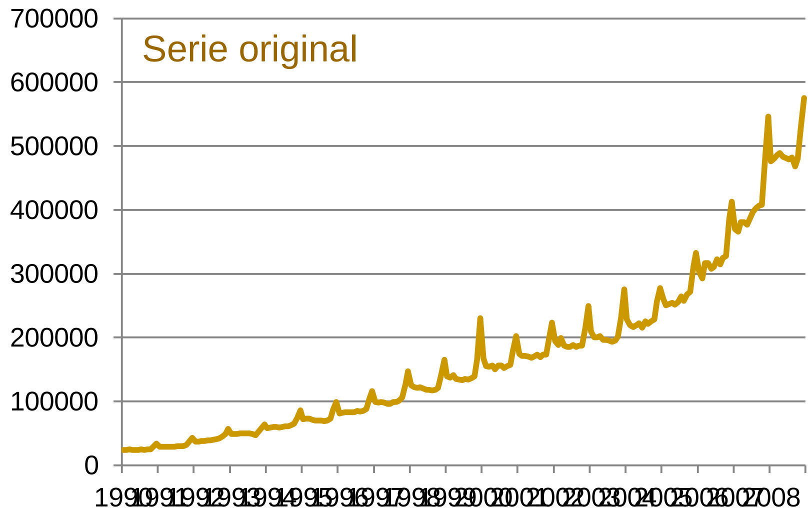
Serie no estacionaria

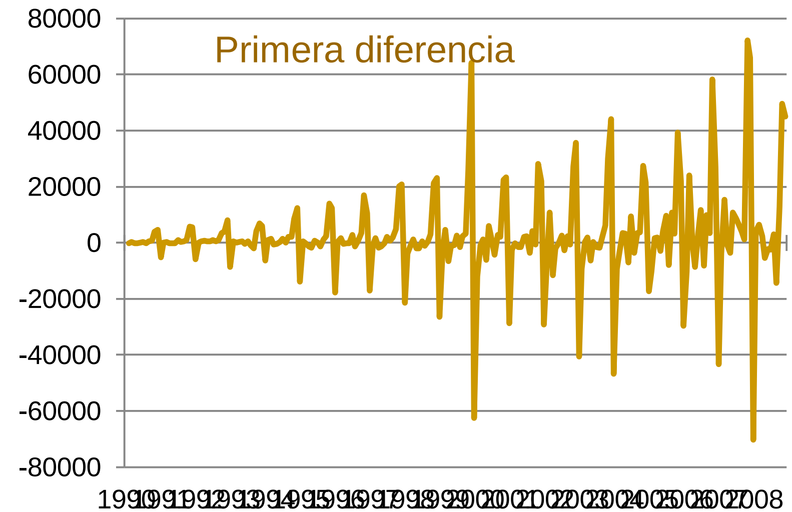
en la variancia

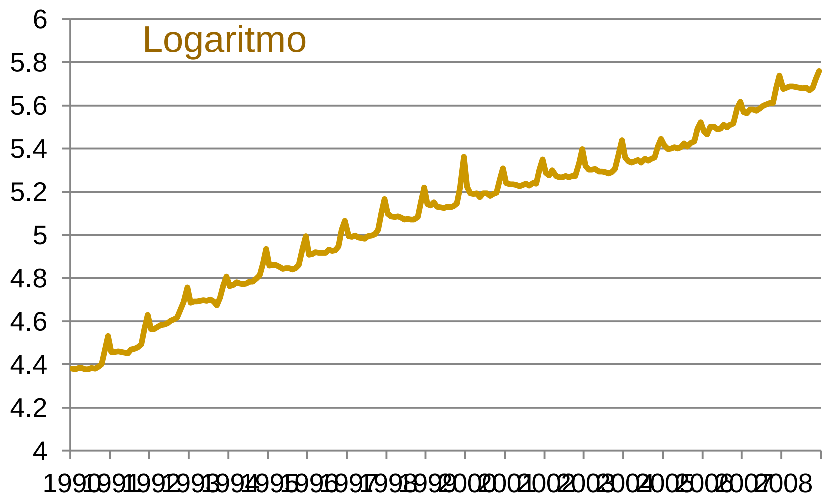
Logaritmos

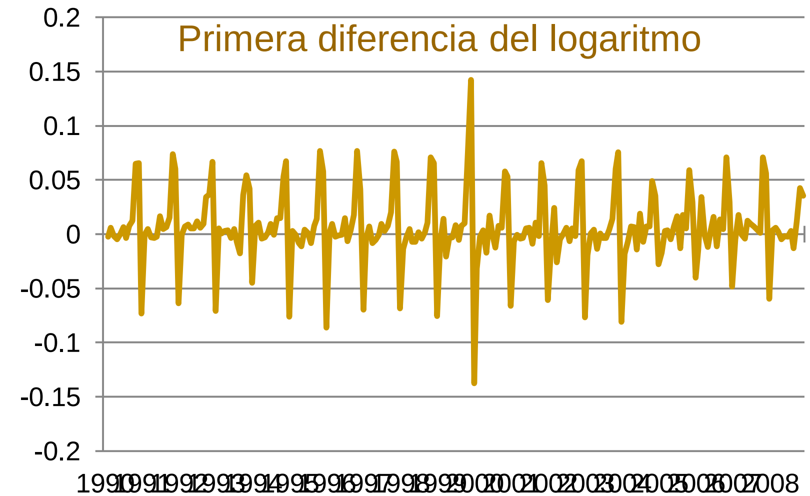
$$\frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \cong \Delta \ln Y_t$$

11.1.Ejemplo transformación de los datos

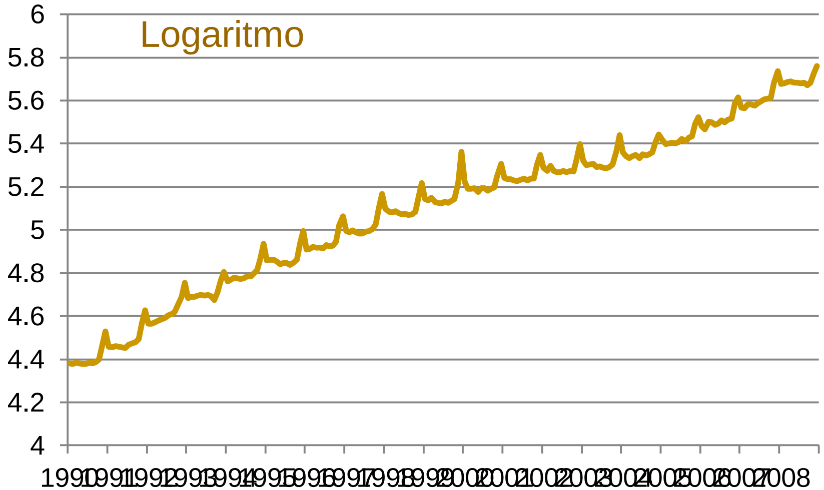


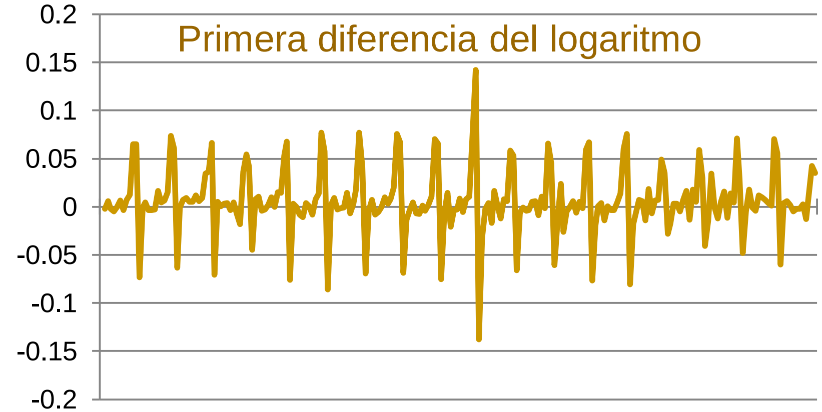


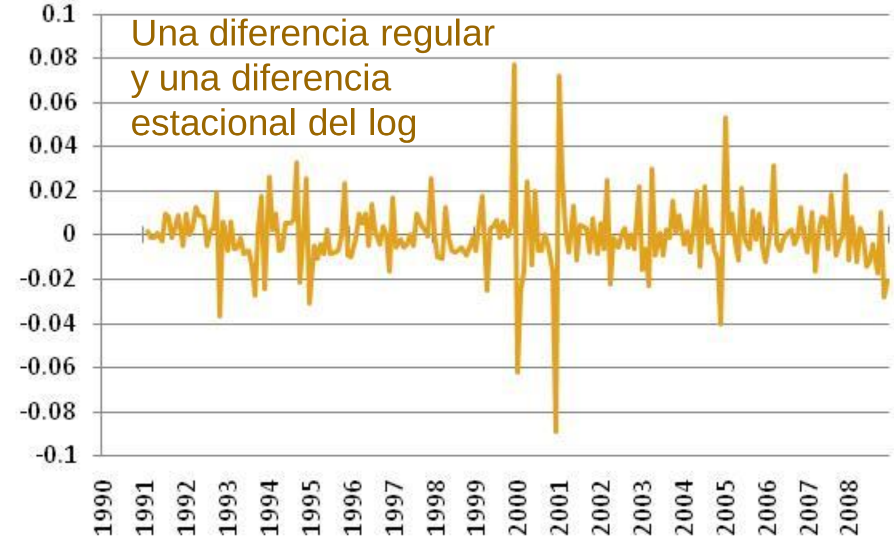




11.2.Como se ve la no estacionariedad cuando hay estacionalidad?







Cuando la serie tiene estacionalidad usualmente se requiere agregar una diferencia estacional: D=1, $(1-B^{12})$

En este ejemplo se tiene:

$$Z_t = (1-B)(1-B^{12}) \text{ Log } Y_t$$

11.3.Correlogramas de series no estacionarias con estacionalidad (mensual)

Serie original

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.967	0.967	216.23	0.000
		2	0.939	0.050	420.89	0.000
		3	0.921	0.149	618.59	0.000
		4	0.904	0.036	810.07	0.000
		5	0.885	-0.021	994.28	0.000
		6	0.866	0.000	1171.4	0.000
		7	0.848	-0.003	1341.9	0.000
		8	0.829	-0.008	1505.9	0.000
		9	0.809	-0.036	1662.8	0.000
		10	0.790	-0.009	1812.8	0.000
		11	0.776	0.078	1958.3	0.000
		12	0.762	0.007	2099.3	0.000
		13	0.728	-0.303	2228.8	0.000
		14	0.700	0.036	2348.9	0.000
		15	0.683	0.097	2463.9	0.000
		16	0.667	0.012	2573.9	0.000
		17	0.650	0.048	2678.8	0.000
		18	0.633	0.001	2778.9	0.000
		19	0.618	0.025	2874.9	0.000
		20	0.605	0.020	2967.1	0.000
		21	0.590	-0.003	3055.3	0.000
		22	0.575	-0.006	3139.4	0.000
		23	0.567	0.057	3221.5	0.000
		24	0.557	-0.006	3301.3	0.000
		25	0.533	-0.139	3374.5	0.000
		26	0.510	-0.052	3442.0	0.000
		27	0.497	0.025	3506.3	0.000
		28	0.484	0.009	3567.7	0.000
		29	0.471	0.046	3626.3	0.000
		30	0.458	-0.008	3681.8	0.000
		31	0.447	0.028	3735.0	0.000
		32	0.436	-0.003	3786.0	0.000
		33	0.424	0.005	3834.3	0.000
		34	0.413	0.010	3880.4	0.000
		35	0.408	0.049	3925.5	0.000
		36	0.401	0.000	3969.3	0.000

primera diferencia

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.017	0.017	0.0677	0.795
		2	-0.330	-0.330	25.207	0.000
		3	-0.026	-0.015	25.369	0.000
		4	0.054	-0.061	26.040	0.000
		5	-0.012	-0.029	26.074	0.000
		6	-0.089	-0.102	27.936	0.000
		7	-0.038	-0.057	28.281	0.000
		8	0.064	0.004	29.248	0.000
		9	-0.023	-0.069	29.374	0.001
		10	-0.354	-0.386	59.414	0.000
		11	0.014	-0.032	59.465	0.000
		12	0.778	0.701	205.68	0.000
		13	0.080	0.153	207.23	0.000
		14	-0.257	0.109	223.39	0.000
		15	-0.021	0.072	223.50	0.000
		16	0.023	-0.045	223.63	0.000
		17	0.032	0.066	223.89	0.000
		18	-0.094	-0.031	226.09	0.000
		19	-0.012	0.125	226.13	0.000
		20	0.041	-0.068	226.56	0.000
		21	-0.013	0.045	226.60	0.000
		22	-0.315	0.077	251.76	0.000
		23	0.041	0.151	252.18	0.000
		24	0.630	0.144	353.93	0.000
		25	0.060	-0.061	354.85	0.000
		26	-0.225	-0.078	367.91	0.000
		27	-0.008	-0.006	367.93	0.000
		28	0.007	-0.031	367.94	0.000
		29	0.010	-0.073	367.97	0.000
		30	-0.087	-0.051	369.98	0.000
		31	0.005	0.000	369.99	0.000
		32	0.006	-0.115	370.00	0.000
		33	-0.040	-0.058	370.44	0.000
		34	-0.258	0.005	388.37	0.000
		35	0.043	-0.062	388.89	0.000
		36	0.580	0.105	480.34	0.000

Diferencia regular y diferencia estacional

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.266	-0.266	15.385	0.000
		2	-0.044	-0.123	15.804	0.000
		3	-0.052	-0.107	16.406	0.001
		4	0.123	0.079	19.752	0.001
		5	-0.030	0.019	19.955	0.001
		6	0.097	0.122	22.044	0.001
		7	-0.106	-0.037	24.576	0.001
		8	0.044	0.011	25.011	0.002
		9	0.016	0.027	25.068	0.003
		10	0.040	0.032	25.430	0.005
		11	-0.029	0.014	25.616	0.007
		12	-0.242	-0.283	39.026	0.000
		13	0.093	-0.058	41.028	0.000
		14	0.071	0.020	42.207	0.000
		15	-0.062	-0.051	43.102	0.000
		16	-0.057	-0.025	43.859	0.000
		17	0.091	0.084	45.792	0.000
		18	-0.067	0.009	46.845	0.000
		19	-0.023	-0.072	46.968	0.000
		20	0.041	0.045	47.379	0.001
		21	0.076	0.128	48.755	0.001
		22	-0.073	-0.008	50.061	0.001
		23	0.103	0.082	52.661	0.000
		24	-0.146	-0.186	57.873	0.000
		25	0.050	-0.039	58.480	0.000
		26	-0.037	-0.051	58.824	0.000
		27	0.103	0.022	61.456	0.000
		28	-0.078	-0.008	62.967	0.000
		29	0.033	0.042	63.247	0.000
		30	-0.009	0.037	63.265	0.000
		31	0.030	-0.045	63.492	0.001
		32	-0.056	0.033	64.278	0.001
		33	-0.062	-0.049	65.260	0.001
		34	0.035	-0.022	65.576	0.001
		35	0.076	0.103	67.091	0.001
		36	-0.118	-0.183	70.724	0.000

11.4.Criterios para verificar estacionariedad

- Examinar el gráfico de la serie para evaluar si la media o la variancia cambian en el tiempo
- Examinar el correlograma de la serie para evaluar si las correlaciones se mueven rápidamente hacia cero
- Examinar los valores de los parámetros AR. En un modelo AR(1) la estacionariedad se da cuando $\phi<1$.

12.Identificación de un modelo ARIMA

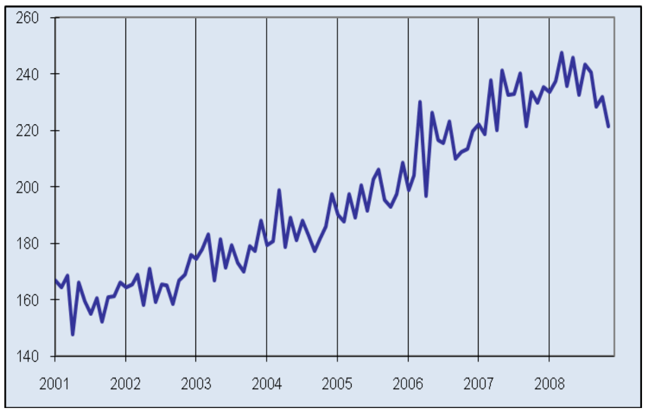
Volver al diagrama

1. Haga la serie estacionaria:
   - Evalúe si se requiere alguna transformación para estabilizar la variancia. Utilice el gráfico de la serie.
   - Si los datos son no estacionarios en la media aplicar una diferenciación. Utilice el gráfico de la serie y complemente con el correlograma. Si la serie tiene estacionalidad, aplicar la diferenciación estacional antes que la diferenciación regular.
2. Considere la parte ***no estacional***. Examine las primeras correlaciones del correlograma (k=1 a 11) para determinar el modelo adecuado AR(p) y MA(q).
3. Considere la parte ***estacional***. Examine el correlograma en los rezagos múltiplos de *s* *(para s=12, k=12, k=24, k=36)* y determine el modelo adecuado $AR(P)_s$ y $MA(Q)_s$.

Paso 1: es la serie estacionaria?

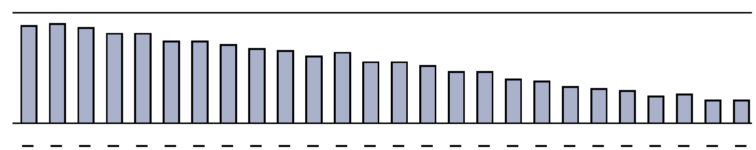
- Gráfico y correlograma de la serie
- Pruebas de integración de Dickey-Fuller y Phillips-Perron

a) Serie no estacionaria I(1)

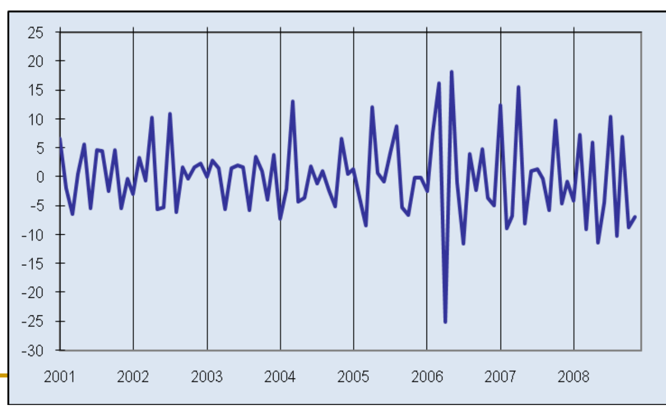


b) correlograma serie no estacionaria

La no estacionariedad en la serie resulta en correlaciones positivas que dominan el correlograma

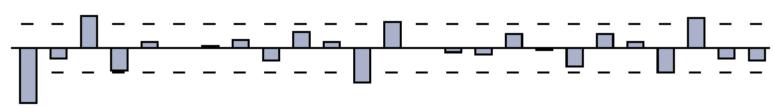


c) Serie estacionaria I(0)



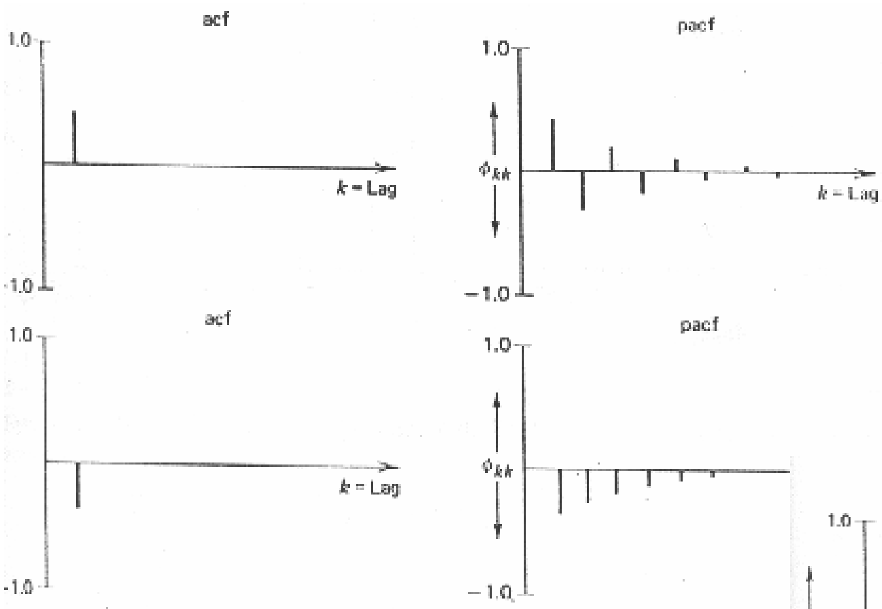
d) correlograma serie estacionaria

Al remover la no estacionariedad, se observa otra estructura de correlaciones, la requerida para identificar el modelo ARIMA

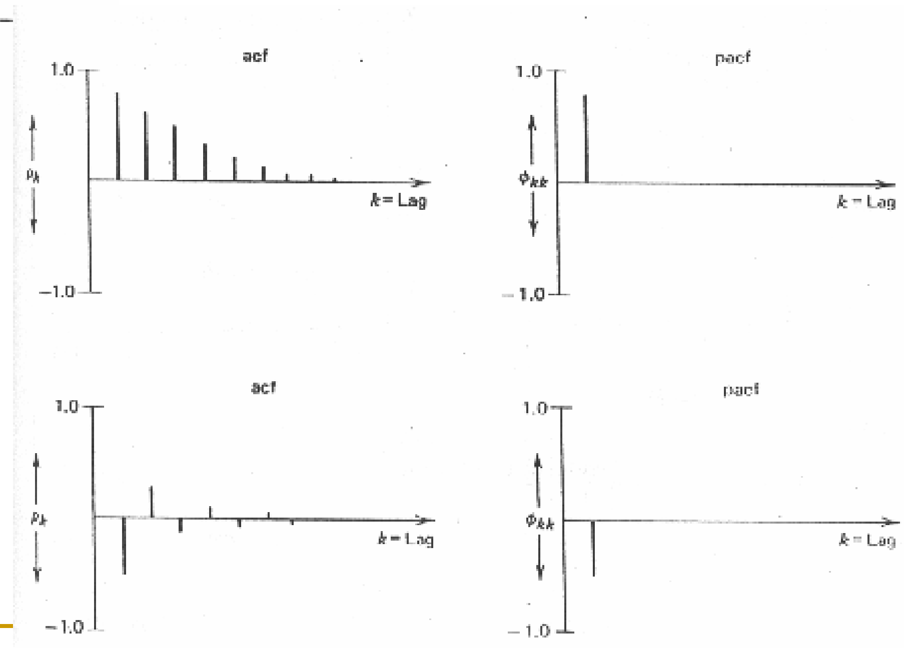


Pasos 2 y 3: Comparación con las funciones de autocorrelación teóricas

MA(1)



AR(1)



Pasos 2 y 3. Resumen identificación del modelo

	CORRELOGRAMA SIMPLE	CORRELOGRAMA PARCIAL
AR(p)	ESTRUCTURA	PUNTO DE CORTE en k=p
MA(q)	PUNTO DE CORTE en k=q	ESTRUCTURA
ARMA (1,1)	ESTRUCTURA	ESTRUCTURA

13.Verificación

Volver al diagrama

A.¿Invertibilidad y estacionariedad?

Tipo de modelo	Condiciones de estacionariedad	Condiciones de invertibilidad
AR(1)	$\lvert\phi_1\rvert < 1$	Es invertible
AR(2)	$\lvert\phi_2\rvert < 1$ y $\phi_2 + \phi_1 < 1$ y $\phi_2 - \phi_1 < 1$	Es invertible
MA(1)	Es estacionario	$\lvert\theta_1\rvert < 1$
MA(2)	Es estacionario	$\lvert\theta_2\rvert < 1$ y $\theta_2 + \theta_1 < 1$ y $\theta_2 - \theta_1 < 1$

- Un modelo MA es invertible si puede ser expresado en función de los rezagos de Y_t con pesos que disminuyen con el tiempo
- Un modelo AR es estacionario si depende cada vez menos de los valores del pasado. No es explosivo.

13.Verificación (continuación)

B.¿Residuos ruido blanco?

- 1. HAY AUTOCORRELACIÓN EN LOS RESIDUOS?
  Se evalúa con el correlograma de los residuos

Se aplica a cada correlación en forma individual

- Correlaciones individuales:
  - *Ho: ρ_i =0*
  - Se rechaza Ho si los r_k superan los límites de confianza

$$L_i = r_k \pm 1.96 / \sqrt{n}$$

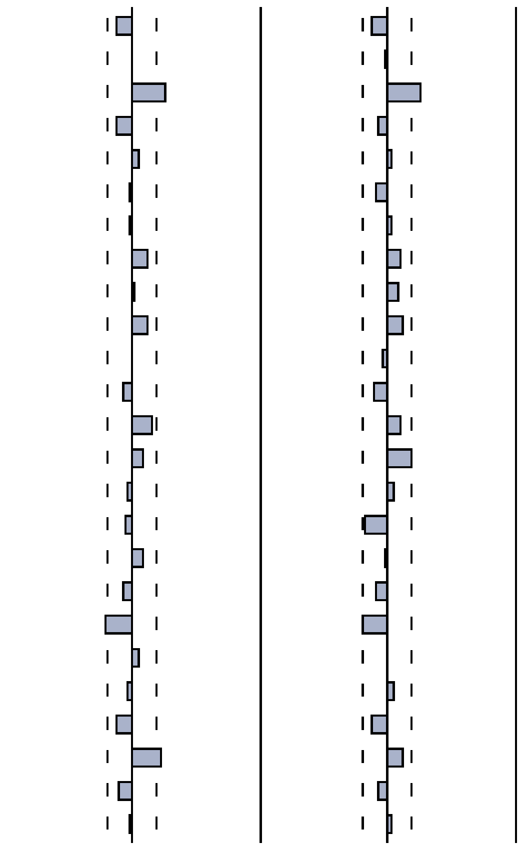
- Correlaciones conjuntas Ljung-Box:
  - *Ho: ρ_i =... = ρ_{k*} =0*

$$Q = n(n+2)\sum_{k=1}^{k*}(n-k)^{-1}\hat{\rho}_k^2 \qquad \chi^2_{\text{n-p-q gl}}$$

Típicamente k es un número alto como 24 o 36

  - Se rechaza Ho si **Probabilidad<0.05**

Ejemplo de correlaciones de los residuos



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.123	-0.123	1.5455	
2	-0.007	-0.022	1.5503	
3	0.275	0.275	9.4128	0.002
4	-0.133	-0.073	11.284	0.004
5	0.057	0.036	11.629	0.009
6	-0.019	-0.091	11.666	0.020
7	-0.012	0.037	11.681	0.039
8	0.126	0.105	13.417	0.037
9	0.020	0.089	13.463	0.062
10	0.119	0.121	15.047	0.058
11	0.006	-0.030	15.051	0.090
12	-0.079	-0.107	15.764	0.107
13	0.166	0.101	18.986	0.061
14	0.098	0.195	20.123	0.065
15	-0.038	0.045	20.293	0.088
16	-0.057	-0.188	20.683	0.110
17	0.084	-0.023	21.542	0.120
18	-0.082	-0.094	22.363	0.132
19	-0.209	-0.193	27.810	0.047
20	0.060	-0.003	28.263	0.058
21	-0.025	0.045	28.346	0.077
22	-0.130	-0.118	30.523	0.062
23	0.222	0.115	36.996	0.017
24	-0.103	-0.076	38.411	0.016
25	-0.021	0.037	38.469	0.023

Bajo el supuesto de ruido blanco, las autocorrelaciones de los residuos deben ser cercanas a cero.

- Hay autocorrelaciones que se salen de las bandas de confianza
- Hay probabilidades del Q menores a 0.05

Por tanto:
En ambos casos **se rechaza** la hipótesis de que los residuos están **no correlacionados.**

13.Verificación (continuación)

- 2. MEDIA CERO?
  - Ho: *media=0*

    se rechaza si T-VALUE > 2
  - Análisis visual del gráfico de los residuos
- 3. VARIANCIA CONSTANTE
  - Correlograma de los residuos al cuadrado
  - Prueba Q de las correlaciones al cuadrado
  - Análisis visual del gráfico de los residuos

13.Verificación (continuación)

C. Residuos normales?

- Prueba de normalidad de Jarque-Bera
  - *Ho: residuos son normales*

    se rechaza Ho si NORMALITY TEST > **5.99**

    se rechaza si Probabilidad **< 0.05**
  - asimetría[0]
  - curtosis[3]

13.Verificación (continuación)

D. Otros diagnósticos

- 1.Significancia de los parámetros

  Ho: Φ=0, Ho: Θ=0

  - Se rechaza Ho si t >1.96 (al 95%), o
  - Se rechaza Ho si probabilidad < 0.05

- 2. Valores extremos en los residuos
  - Valores extremos en el gráfico de los residuos
  - Valores altos en el correlograma de los residuos en rezagos k que no son múltiplos de *s*, ni en los primeros rezagos
  - Ausencia de normalidad en los residuos

- 3.Parsimonia
  - En igualdad de condiciones se prefiere un modelo con pocos parámetros

14. ¿Cómo seleccionar entre modelos ARIMA alternativos?

- Error estándar residual

Se prefiere el modelo con menor error residual

- Los criterios de Akaike (AIC) y Schwartz (SC)

$$\hat{\sigma}^2{}_{p*} = \frac{\sum \hat{a}^2}{n - p*}$$

El error residual disminuye cuando se incrementa el número de parámetros en el modelo.

Por ello AIC y SC toman también en cuenta el numero de parámetros

$$AIC(p*) = n \log \hat{\sigma}^2{}_p + 2p*$$

$$SC(p*) = n \log \hat{\sigma}^2{}_p + p* \log n$$

Se prefiere el modelo con menor valor del criterio

con p*=p+q y n= número de datos

15.El error estándar residual

Series con mucha variabilidad serán más difíciles de predecir. El error residual de un modelo ARIMA es a su vez una medida de la volatilidad de la serie.

Tipo de variable	**Error estándar residual**
Índices de precios	0.5% - 1%
IMAE (Índice mensual de act. econ.)	1.5% - 3%
RIN (Reservas Int. Netas)	2% - 4%
Monetarias (emisión, oferta)	1% - 4%
Impuestos (ventas, portuarios)	7% - 10%
Ingresos o gastos (del Gob.Central)	20% - 40%
Exportaciones o importaciones	13% - 23%

16. Criterios mínimos a evaluar en un modelo ARIMA

	HIPOTESIS	PRUEBA	SE RECHAZA SI:	QUIERO RECHAZAR?
1	Ho: $\phi=0$	t-value	t >1.96 o P-value < 0.05(α)	si
2	$\phi<1$	sin prueba [1/]	ϕ cercano a 1	no
3	Ho: $\mu_{res}=0$ *media de los residuos*	t-value	t >1.96 o P-value < 0.05(α)	no
4	Ho: aleatoriedad de los residuos	t-value	t >1.96 o P-value < 0.05(α)	no
5	Ho: $\rho_{res}=0$ *autocorrelación en los residuos*	Bandas correlograma	ρ_k se sale de las bandas	no
6	Ho: $\rho_1=\rho_2=\ldots=\rho_k=0$ *autocorrelación conjunta en los residuos*	Q Box-Pierce	P-value < 0.05(α)	no
7	Ho: residuos ~ $N(0,\sigma^2)$ normales	Bera-Jarque	BJ > 6 o	no
8	Ho: variancia residuos constante	gráfico, sin prueba [2/]	Se ven cambios en la volatilidad	no
	Para comparación entre modelos alternativos	AIC, BIC Error estándar de los residuos	Se prefiere el modelo con el menor valor en cada estadístico	

1/ Existen pruebas formales llamadas de Raíces Unitarias, como las de Dickey-Fuller y Perrón.
2/ Existen pruebas de heterocedasticidad como las de White o el correlograma al cuadrado.

17.Ventajas y desventajas

	ARIMA
VENTAJAS	• Son buenos para la predicción en el corto plazo, debido a su capacidad de aprender de los cambios en la dinámica de la serie • Sirve como punto de referencia • Son baratos y rápidos de construir
DESVENTAJAS	• Son pobres para predecir en momentos de cambios estructurales y puntos de giro • Son de memoria corta. El horizonte de pronóstico es a veces muy corto • Menos eficiente en el uso de la información

"No matter what I may say, my forecast will most certainly be wrong",
Maravall, 1999.