

# CONCLUSIONES

## Modelos Econométricos de Series Temporales para la Predicción y el Análisis de la Coyuntura Económica.

CINVE-Facultad de Ciencias Económicas y  
Administración.

Noviembre 2015

A. Espasa

# La predicción debe insertarse en un problema de toma de decisiones

- 
- Requiere **definir con precisión el problema** sobre el que se quiere actuar.
- También la incertidumbre teórica máxima que debe acompañar a la predicción.

# Predicción y business intelligence

- La metodología de predicción debe desarrollarse para **que se pueda integrar en la institución** que la va a utilizar con un acceso amplio grupo de personal,
- idealmente en el sistema de Business Intelligence.

# Integración en la institución de la metodología de predicción

- Es importante **explicar** en términos sencillos los **modelos** en los que se basan las predicciones,
- comentando **sus características** más importantes,
- así como explicando e interpretando los **valores de sus principales parámetros**.
- Debe construirse **un banco de datos sobre los acontecimientos atípicos** que han afectado a los modelos de predicción.

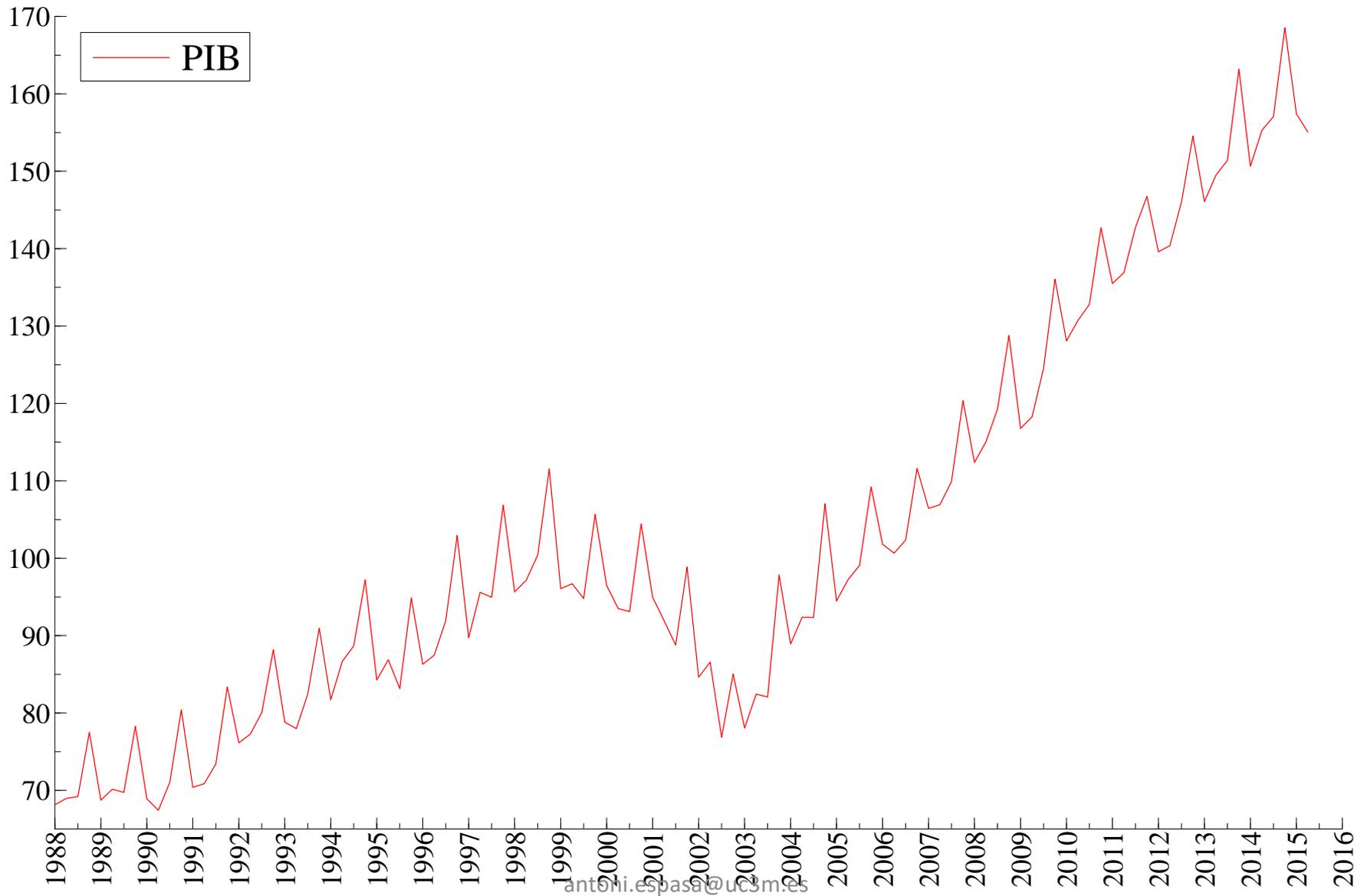
Debe basarse en toda la información relevante sobre el problema en cuestión.

- Un primer informe sobre las carencias de información puede ser especialmente útil, para mejorar la eficiencia en la empresa.

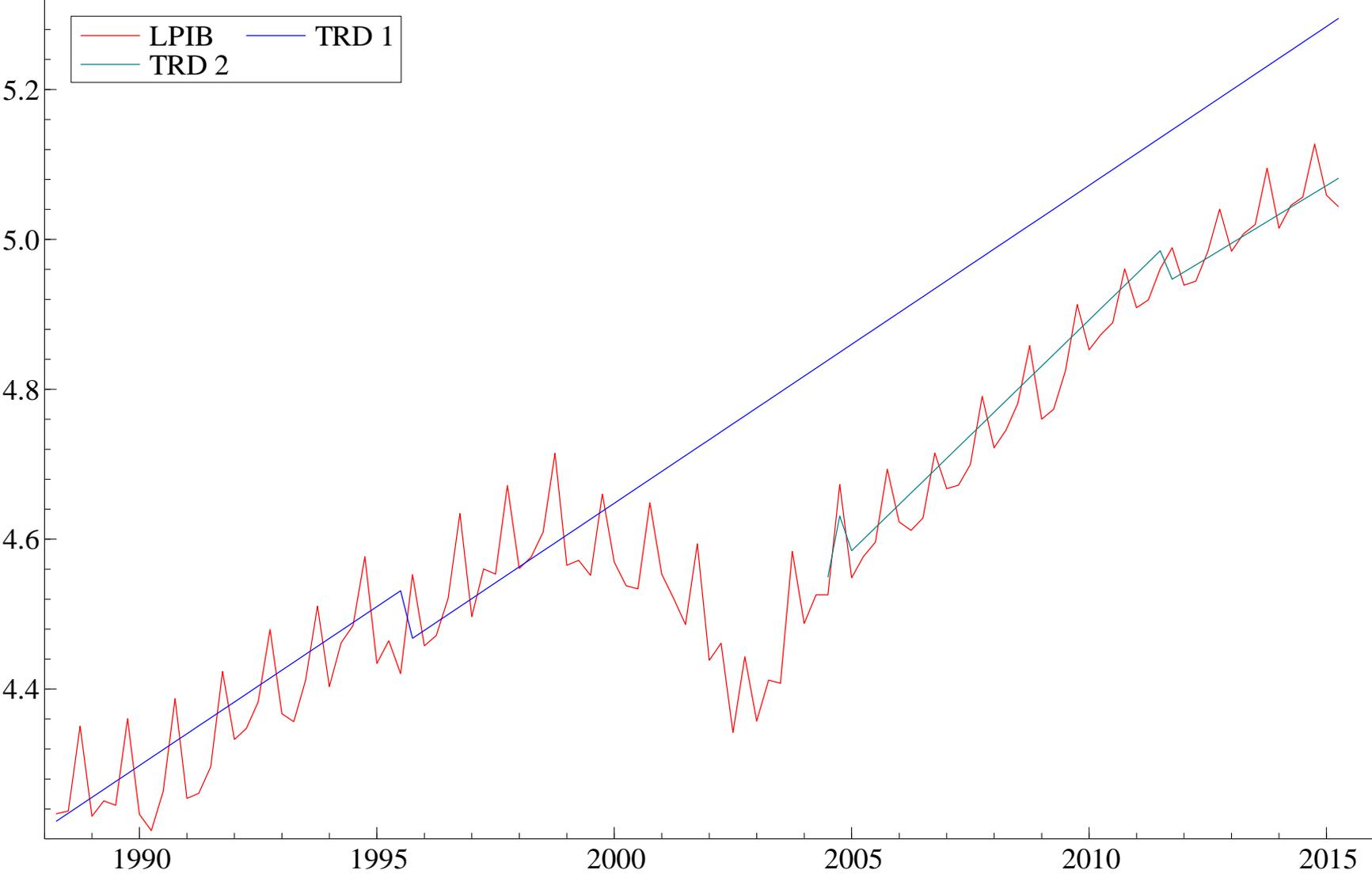
# Antes de construir modelos de predicción es necesario conocer bien las propiedades básicas de los datos.

- Tendencia,
- estacionalidad,
- rupturas,
- posibles relaciones no lineales entre variables.
- Todas ellas deberán ser explicadas por el modelo.

# PIB Uruguay 1988.Q1 – 2015.Q2

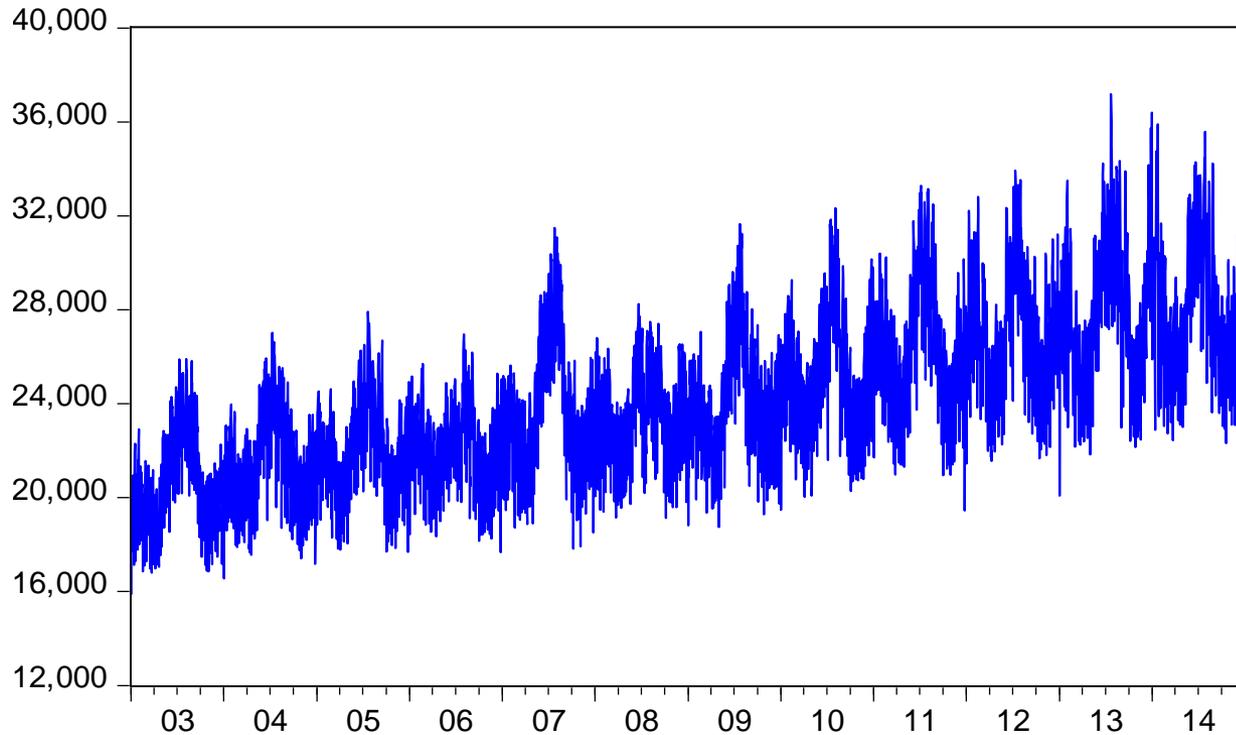


# Estimación en dos muestras: 1988(2) – 1998(4) y 2004(1) – 2015(2)



# Consumo de energía eléctrica diario de Uruguay (mw) Período 01/01/2003 a 31/12/2014

Demanda de EE Uruguay

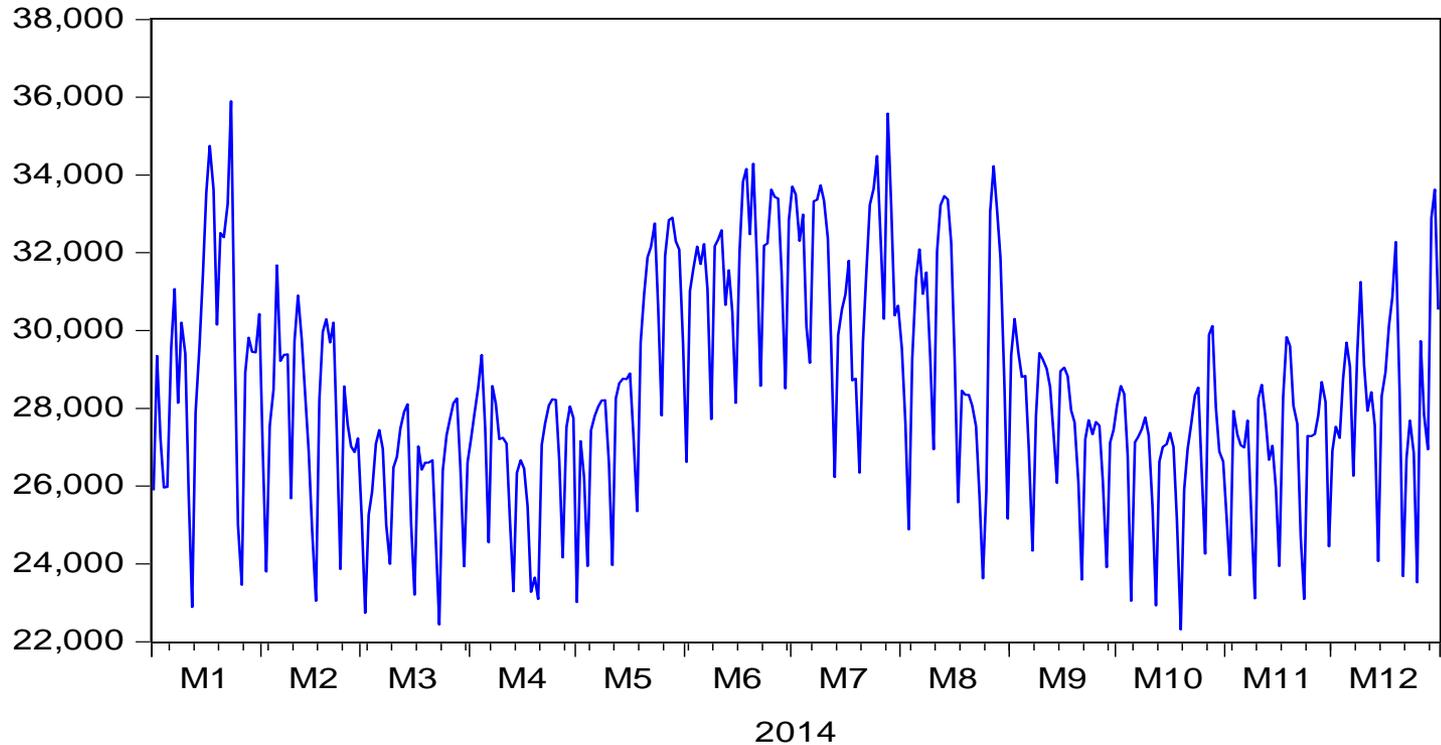


Fuente: Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE)

# Consumo anual de energía eléctrica de Uruguay

## Datos de frecuencia diaria

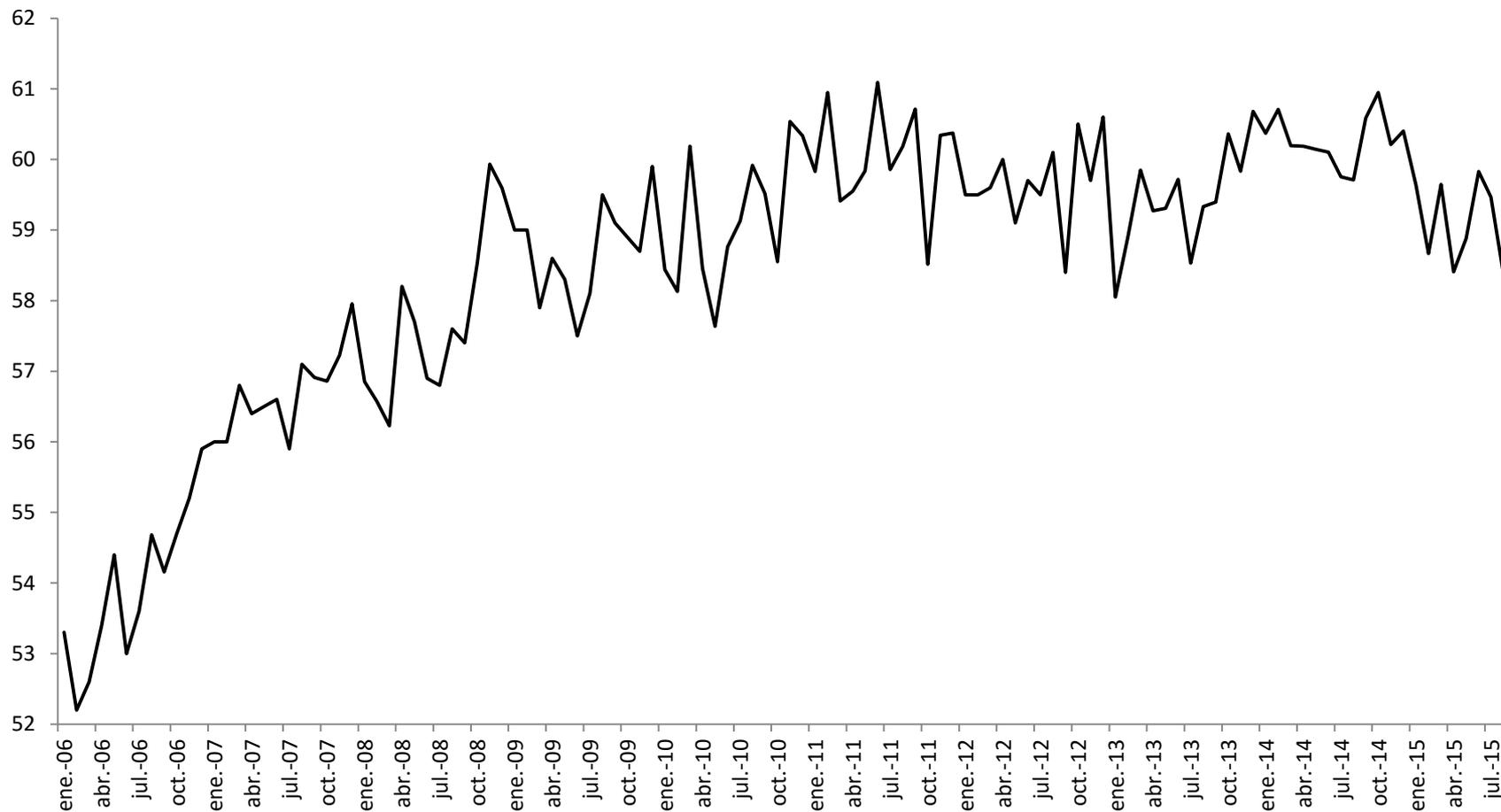
### Período 01/01/2014 a 31/12/2014



Fuente: Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE)

# Tasa de Empleo en Uruguay (2006-2015)

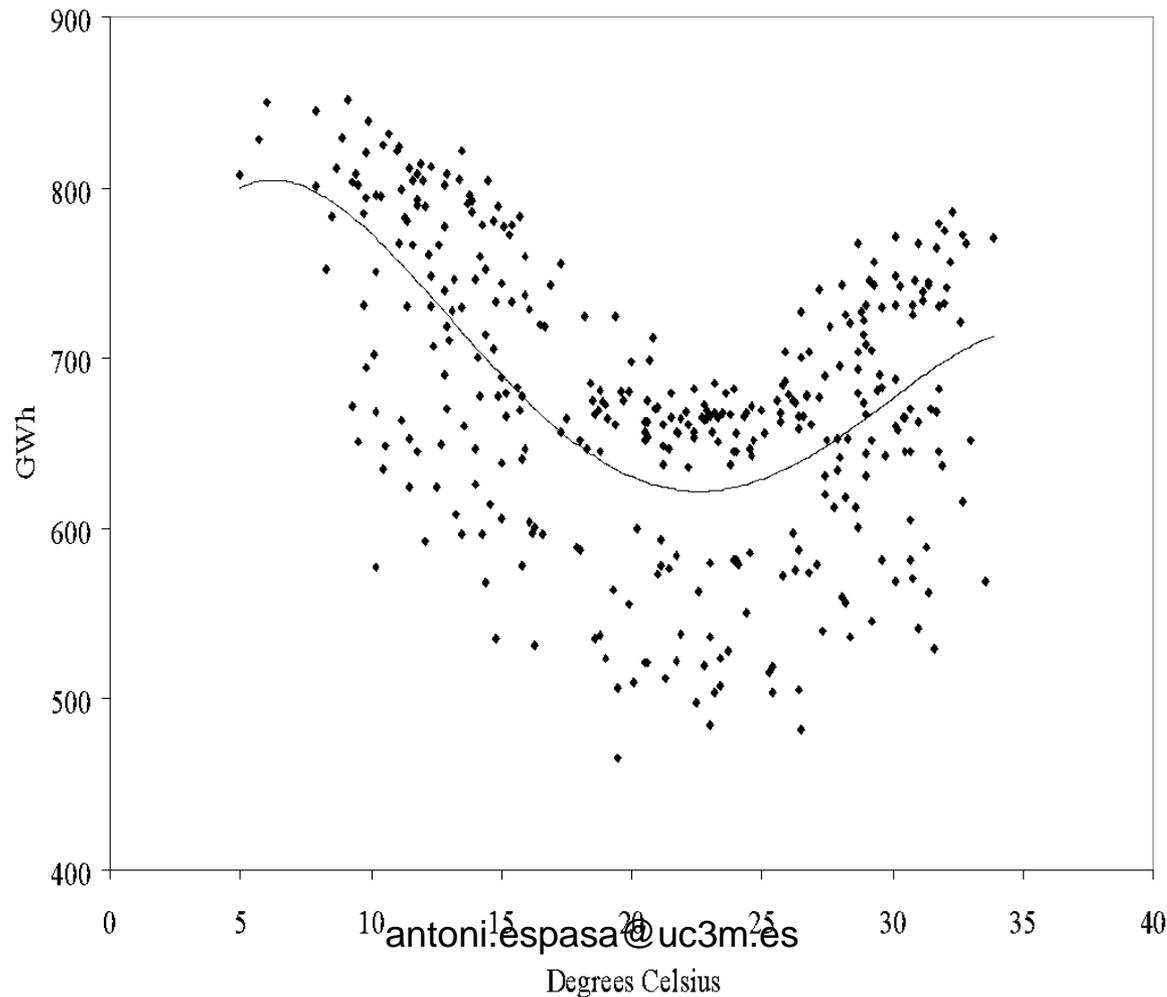
Fuente: INE



### OIL BRENT (USD)



# Daily load and maximum temperature in 2005 in Spain



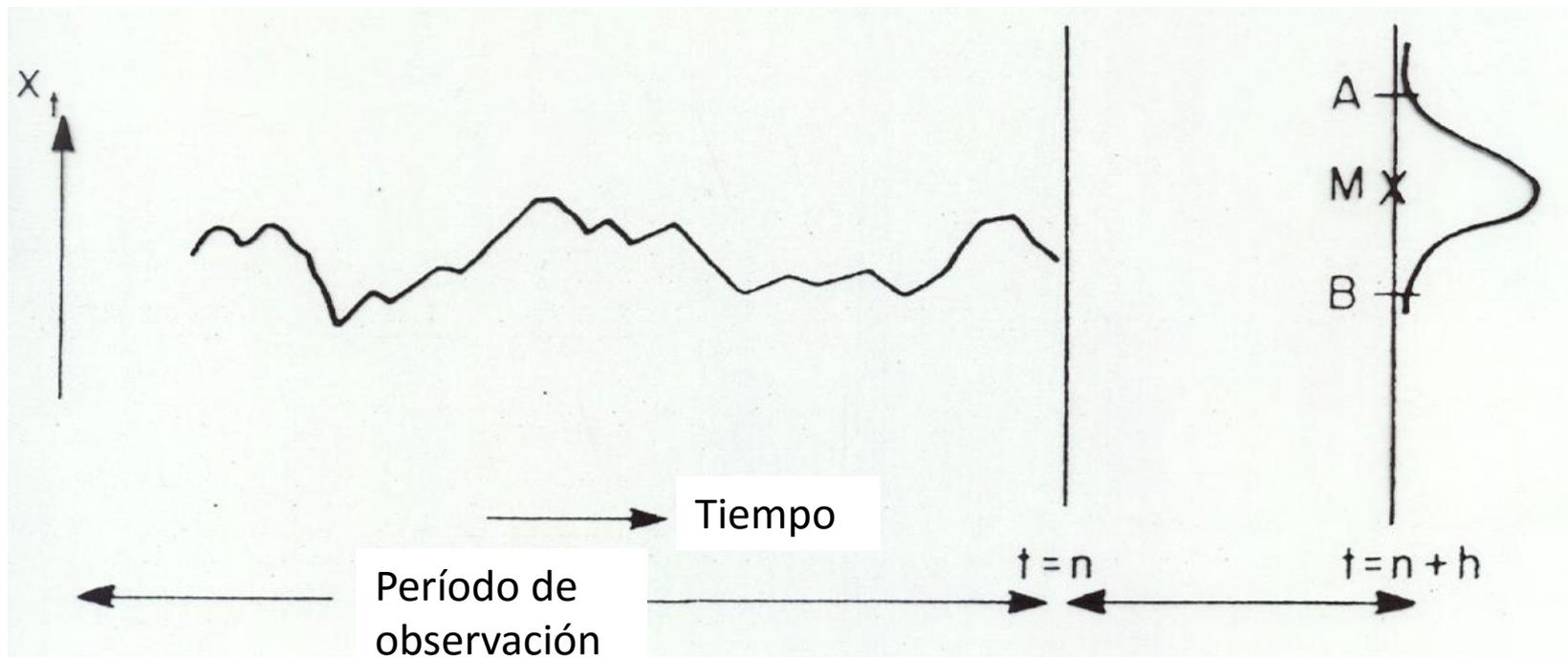
# La predicción es un problema estadístico basado en funciones de distribución condicionales.

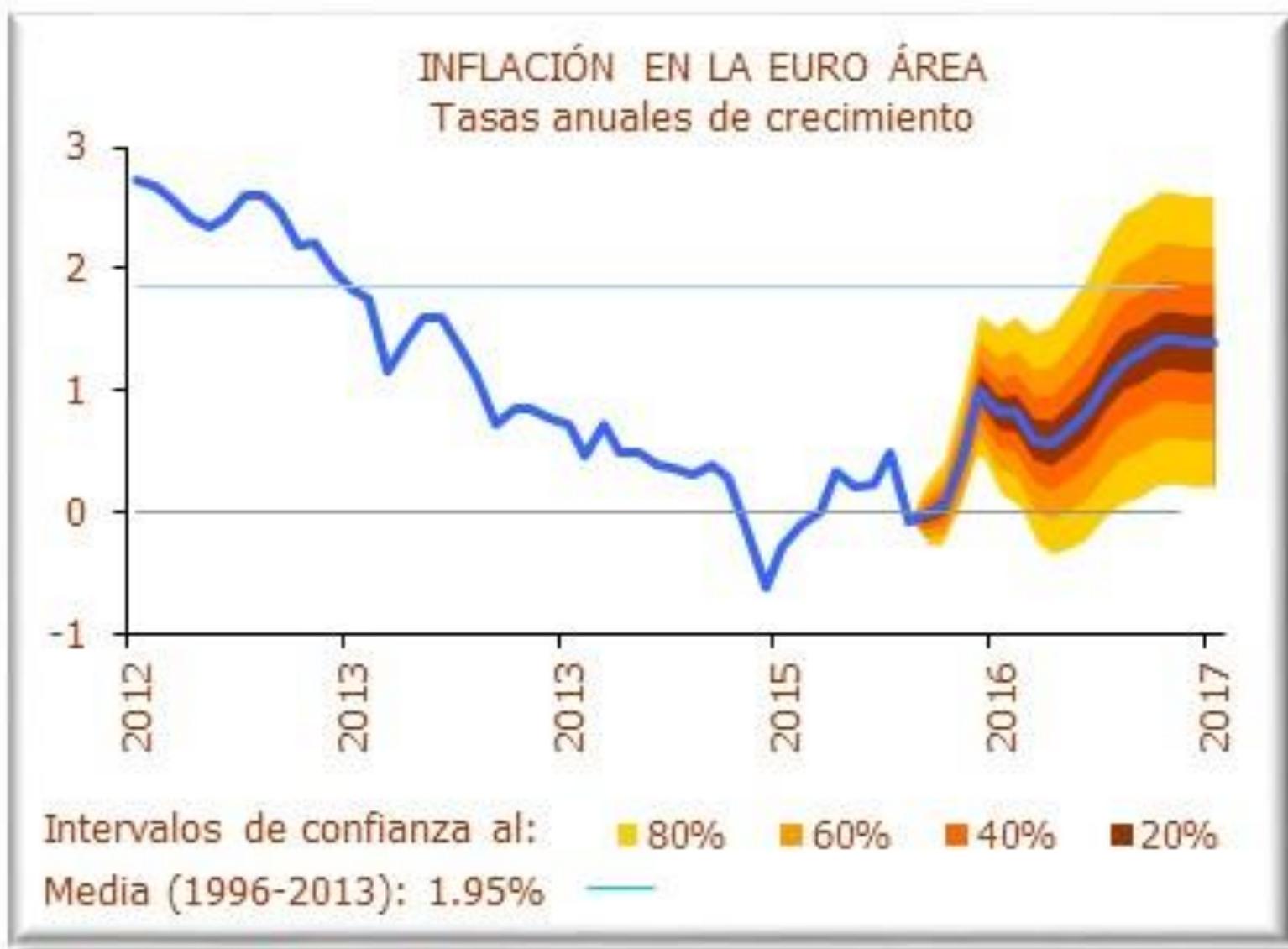
- Los fenómenos económicos como la inflación mensual se pueden representar por una secuencia de variables aleatorias, con lo que la inflación en cada mes es una variable aleatoria, y
- La predicción sobre la variable correspondiente a un mes  $(n+h)$  con información hasta  $n$
- consiste en estimar la función de distribución de esa variable futura condicional a la información disponible hasta el momento  $n$ .

## LOS PROCESOS ESTOCÁSTICOS Y LAS SERIES TEMPORALES

- Una serie temporal es una realización finita de un **proceso estocástico**  $\{x(t)\}$

<b>Proceso estocástico</b>	$\dots x(1) x(2) x(3) \dots x(T) \dots$
<b>Serie temporal (observada)</b>	$x_1 x_2 x_3 \dots x_T$
<b>Otras posibles series temporales</b>	$x_1^1 x_2^1 x_3^1 \dots x_T^1$ $x_1^2 x_2^2 x_3^2 \dots x_T^2$ $\vdots$ $x_1^r x_2^r x_3^r \dots x_T^r$





# Palabras del Profesor Kenneth Arrow en un entrevista el 3 de marzo de 2014 en el diario español El País

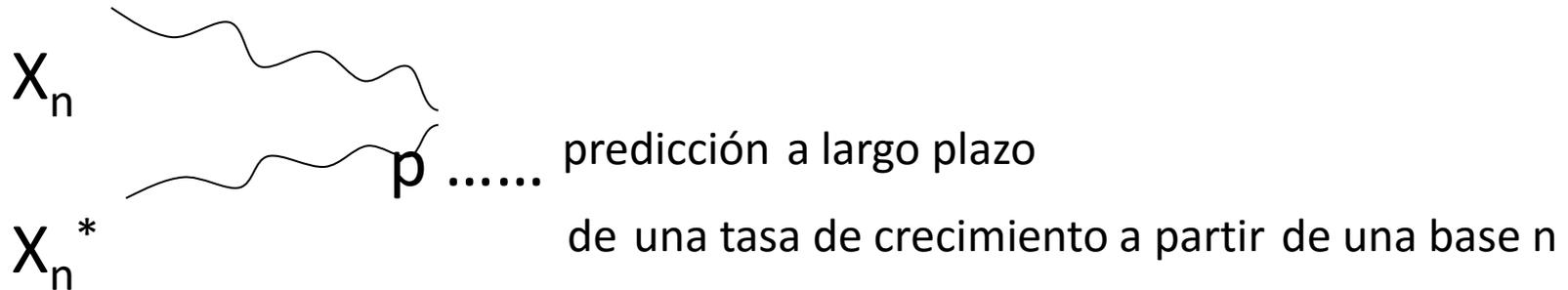
- "en meteorología un buen pronóstico no es decir si va a llover o no, sino la probabilidad de que llueva...
- Algo así tenemos que buscar en temas como el empleo o la producción, **las probabilidades**".

# Doble interés de la predicción en la actividad económica

- La predicción es necesaria para decidir, para planificar.
- Pero a su vez cuando al pasar el tiempo se observan los verdaderos valores se encontrarán discrepancias (INNOVACIONES)
- que habrá que valorar para determinar si decisiones anteriores necesitan modificarse o ajustarse.

- ADEMÁS, es importante explicar los factores determinantes de la secuencia de predicciones

Para ello se necesitan conjuntos informativos multivariantes.



# CONJUNTOS INFORMATIVOS

UNIVARIANTES	MULTIVARIANTES	
	INTERNOS	EXTERNOS
<p>Recogen solamente la serie temporal sobre el fenómeno de interés, <math>X_t</math>.</p> <div data-bbox="92 532 672 665" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px;"> <p><b>CONJUNTO INFORMATIVO UNIVARIANTE BÁSICO</b></p> </div> <div data-bbox="92 665 672 853" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px;"> <p>En la serie temporal la frecuencia de datos es baja, normalmente, anual.</p> </div> <div data-bbox="311 958 436 1058" style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px;"> <p>1</p> </div> <div data-bbox="108 1065 614 1153" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px;"> <p><b>AMPLIACIÓN FRECUENCIAL</b></p> </div>	<p>Recogen series temporales de <math>n</math> componentes en los que se puede descomponer <math>X_t</math>.</p> <div data-bbox="890 451 1029 622" style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px;"> <p>2</p> </div> <div data-bbox="726 622 1190 753" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px;"> <p><b>AMPLIACIÓN POR DESAGREGACIÓN FUNCIONAL</b></p> </div> <div data-bbox="794 1015 933 1100" style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px;"> <p>3</p> </div> <div data-bbox="745 1100 1209 1225" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px;"> <p><b>AMPLIACIÓN POR DESAGREGACIÓN GEOGRÁFICA</b></p> </div>	<p>Recogen la serie temporal del interés, <math>X_t</math>, y otras <math>K</math> series, <math>Z_{1t}, \dots, Z_{kt}</math>, con las que aquél está relacionado.</p> <div data-bbox="1522 429 1642 558" style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px;"> <p>4</p> </div> <div data-bbox="1251 558 1850 753" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px;"> <p><b>AMPLIACIÓN CON OTRAS SERIES CON LAS QUE SE DETECTA UNA RELACIÓN EMPÍRICA DE DEPENDENCIA</b></p> </div> <div data-bbox="1416 915 1555 1051" style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px;"> <p>5</p> </div> <div data-bbox="1257 1058 1850 1236" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px;"> <p><b>AMPLIACIÓN CON OTRAS SERIES CON LAS QUE SE POSTULA UNA RELACIÓN TEÓRICA</b></p> </div>

# PREDICIÓN CON DIFERENTES MODELOS

- PREDICCIÓN DE VENTAS DE COCHES DE LA COMPAÑÍA X.
  - I: CON MODELOS UNIVARIANTES:
    - EN FUNCION DE LAS VENTAS PASADAS.
  - II: CON UN MODELO UNIECUACIONAL:
    - ADEMÁS, RENTA NACIONAL, TIPOS DE INTERÉS, PRECIOS RELATIVOS, ETC.

Si hubiese realimentación se necesitarán modelos multiecuacionales.

- **MODELOS  
UNIVARIANTES**

**El contexto estadístico para los modelos univariantes se recoge en la ecuación siguiente** en donde la distribución conjunta de T variables se factoriza como el producto de T distribuciones condicionales respecto el pasado.

$$f(W_T^1 | W_0, \delta) = \prod_{t=1}^T f_t(W_t | W_{t-1}^1, W_0, \lambda)$$

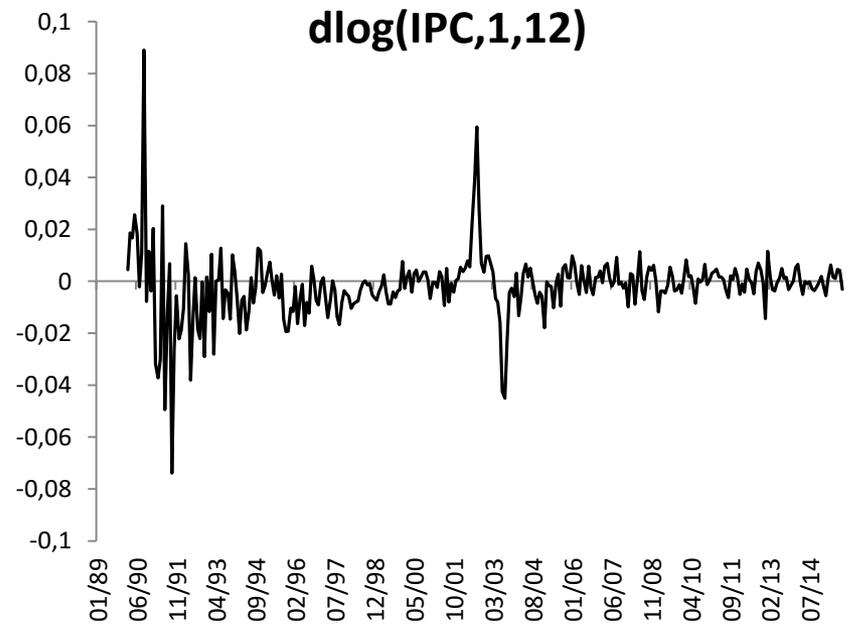
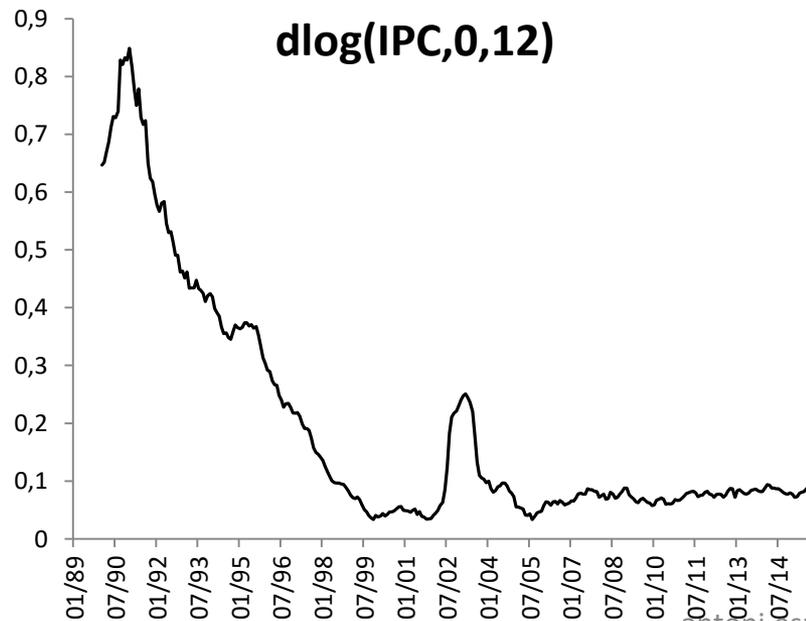
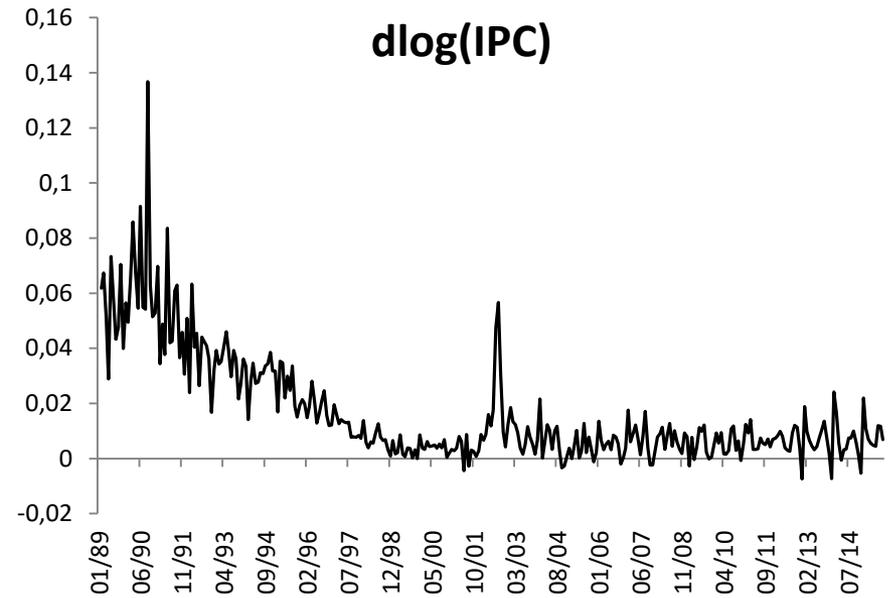
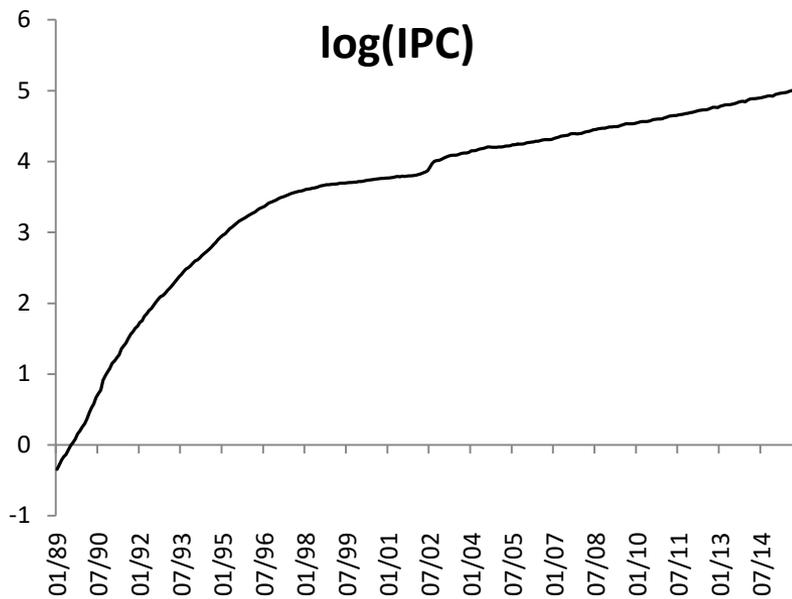
$$W_t = \psi_{\infty}(L) a_t$$

# RESUMEN DE DIFERENTES ESTRUCTURAS TENDENCIALES CON RAÍZ UNITARIA

- 1.- **I(1,0)**: genera **OLN**. Ejemplo tipo de cambio. Sus primeras diferencias son  $I(0,0)$ , oscilan alrededor de una media cero..
- 2.- **I(1,1)**: genera **crecimiento sistemático con una media de crecimiento constante**. Ejemplo el PIB USA. Sus primeras diferencias son  $I(0,1)$ , oscilan alrededor de una media distinta de cero. Lo más importante tendencialmente es el componente determinista.
- 3.- **I(1,1<sup>s</sup>)**: genera **crecimiento sistemático con una media segmentada**. Ejemplo PIB histórico español. Sus primeras diferencias son  $I(0,1^s)$  oscilan alrededor de una media segmentada.
- 4.- **I(2,0)**: genera **crecimiento sistemático con crecimiento no estacionario**. Ejemplo el IPC. Sus primeras diferencias son  $I(1,0)$ , tienen OLN. La transformación estacionaria se obtiene diferenciando dos veces. Esta serie estacionaria oscila alrededor de una media cero.

# TENDENCIA I(2) CON ESTACIONALIDAD ESTOCASTICA (EE)

- $$X_t = X_{t-1} + (X_{t-12} - X_{t-13}) + W_t .$$
- La serie original  $X_t$  (o en logs) es I(2,0)EE
- La serie en primeras diferencias es I(1,0)EE
- La serie en diferencias anuales es I(1,0)sin estacionalidad.
- La serie con una diferenciación estacional y una regular es estacionaria.



# REMOVING TREND AND SEASONALITY

A Series with local oscillations in levels  $[I(1,0)]$

$$X_t = X_{t-1} + W_t \quad (33)$$

$$\Delta X_t = W_t \quad (34)$$

B Series with local oscillations in levels and stochastic seasonality  $[I(1,0)SS]$

$$X_t = X_{t-1} - [\Delta X_{t-1} + \dots + \Delta X_{t-s}] + W_t \quad (35)$$

$$X_t = X_{t-s} + W_t \quad (36)$$

$$\Delta_s X_t = W_t \quad (37)$$

C Series with systematic growth in which the growth has a constant mean  $[I(1,1)]$

$$X_t = X_{t-1} + b + W_t \quad (38)$$

$$\Delta X_t = b + W_t \quad (39)$$

D As (C) with stochastic seasonality  $[I(1,1)SS]$

$$X_t = X_{t-1} + s \cdot b - [\Delta X_{t-1} + \dots + \Delta X_{t-s}] + W_t, \quad (40)$$

$$X_t = X_{t-s} + s \cdot b + W_t \quad (41)$$

$$\Delta_s X_t = s \cdot b + W_t \quad (42)$$

E Series with stochastic growth and stochastic seasonality  $[I(2,0)SS]$

$$X_t = X_{t-1} + \Delta X_{t-1} - \{LU_{s-1}(L) [\Delta X_{t-1} - \Delta X_{t-1}]\} + W_t \quad (43)$$

$$\Delta \Delta_s X_t = W_t \quad (44)$$

# DE LO GENERAL A LO PARTICULAR

- El rigor en una secuencia de contrastes estadísticos requiere partir de un modelo general y desde él ir contrastando si para una muestra concreta el modelo se puede restringir a uno más reducido (particular).
- Para poderlo aplicar se formula el modelo ARIMA como un **modelo ARI**.
- Se contrastan las raíces unitarias y se formula un **modelo AR sobre la transformación estacionaria**.
- Fijando un número relativamente alto de **retardos** y las correspondientes restricciones por **PLL** y por **retardos MA** entre ellos, se aplica el procedimiento **AUTOMETRICS** para que seleccione un modelo para la muestra utilizada.

# PROPUESTA PARA UTILIZAR UNA SECUENCIA LARGA DE RETARDOS RESTRINGIDA

- Las posibles formas de restringir los parámetros son indefinidas.
- Unas pueden consistir en restringir que retardos continuos relativamente lejanos tengan el mismo coeficiente (Parsimonious long lags).
- Otras pueden formularse para que retardos continuos tengan coeficientes que decrecen exponencialmente (moving average lags).

## Formulación de la variable estacionaria para la predicción

$$w_{n,h} = \mu + \alpha^h (w_n - \mu) + (\varepsilon_{n+h} + \alpha\varepsilon_{n+h-1} + \dots + \alpha^{h-1} \varepsilon_{n+1})$$

Predicción: la media condicional respecto el pasado hasta  $n$

$$\mu + \alpha^h w_n .$$

El error de predicción es el término entre paréntesis.

•

# CARACTERISTICAS DE LA PREDICCIÓN UNIVARIANTE

- La predicción tiende a la media marginal, lo hace de forma convergente hacia el infinito.
- Hay un momento finito  $n+h^*$  en el que la convergencia se ha logrado prácticamente.
- Por tanto, la varianza del error de predicción va creciendo hacia un valor asintótico que es la varianza de la variable.
- La predicción con cualquier modelo **ARMA** tiene estas propiedades, lo que cambia es la forma de converger la predicción a la media y la varianza a la varianza marginal.

- **PREDICCIÓN CON  
MODELOS  
I(1,1), ARI(p,1)**

# LAS FUNCIONES DE PREDICCIÓN PARA PROCESOS AR(1), ARI(1,1) Y ARI(2,1)

- **AR(1)**  $f_{n,h} = \alpha^h w_n + \mu$

$$\begin{aligned}
 x_{n+h} = & x_n + \alpha^h \Delta x_n + [\varepsilon_{n+h} + \alpha \varepsilon_{n+h-1} + \dots + \alpha^{h-1} \varepsilon_{n+1}] + \\
 & + \alpha^{h-1} \Delta x_n + [\varepsilon_{n+h-1} + \dots + \alpha^{h-2} \varepsilon_{n+1}] + \\
 & \dots\dots\dots \\
 & + \alpha^2 \Delta x_n + [\varepsilon_{n+2} + \alpha \varepsilon_{n+1}] + \\
 & + \alpha \Delta x_n + [\varepsilon_{n+1}].
 \end{aligned}$$

$$f_{n,h}^{(IIP)} = IIP_n + h \Delta IIP_n + \sum_{j=1}^h (h+1-j) f_{n,j}^{(w)}$$

El modelo I (1,1) se puede escribir como:

$$x_{n+h} = x_n + h\mu + w_{n+1} + w_{n+2} + \dots + w_{n+h}. \quad (3.109)$$

En el caso de ARI (1,1)  $w_t = (\Delta x_t - \mu)$  con media igual a cero con lo que:

$$w_{n,h} = \alpha^h w_n + (\varepsilon_{n+h} + \alpha\varepsilon_{n+h-1} + \dots + \alpha^{h-1} \varepsilon_{n+1})$$

$$\begin{aligned} x_{n+h} = & h\mu + x_n + \alpha^h (\Delta x_n - \mu) + [\varepsilon_{n+h} + \alpha\varepsilon_{n+h-1} + \dots + \alpha^{h-1} \varepsilon_{n+1}] + \\ & + \alpha^{h-1} (\Delta x_n - \mu) + [\varepsilon_{n+h-1} + \dots + \alpha^{h-2} \varepsilon_{n+1}] + \\ & \dots\dots\dots \\ & + \alpha^2 (\Delta x_n - \mu) + [\varepsilon_{n+2} + \alpha \varepsilon_{n+1}] + \\ & + \alpha (\Delta x_n - \mu) + [\varepsilon_{n+1}]. \quad (3.110) \end{aligned}$$

Table I. Characteristics of the long-term projection derived from the ARIMA model corresponding to an economic variable

$\delta + m$ , nature of the long-term projection <sup>a</sup>	$(\delta, m)$ <sup>b</sup>	Influence of initial conditions on the long-term projection	Uncertainty regarding long-term projection	
			On the level	On the growth rates
0. Null long-term value	(0, 0)	None	Finite	Null (growth is zero)
1. Stable long-term value	(0, 1)	None	Finite	Null (growth is zero)
	(1, 0)	Determine the equilibrium value	Infinite (it grows linearly)	Null (growth is zero)
2. Linear growth	(1, 1)	Determine the ordinate in the origin of the straight line, but have no influence on its slope	Infinite (it grows linearly)	Finite
	(2, 0)	Determine the two parameters which define the line	Infinite (it grows quadratically)	Infinite (it grows linearly)

<sup>a</sup>  $\delta$  is the total number of differentiations required by the variable to become stationary.

<sup>b</sup>  $m = 0$  implies that the mathematical expectancy or the stationary series is zero.

$m = 1$  implies that this mathematical expectancy is not null.

# COMENTARIO GENERAL SOBRE LOS MODELOS UNIVARIANTES

Espasa ,A., 2005, “*Box-Jenkins Analysis*” in “*An Eponymous Dictionary of Economics :a Guide to Laws and Theorems Named after Economists*”  
Segura,J. y Rodriguez Braun C. (editors).

Sirven para describir las características dinámicas de las variables y son un esquema sencillo para la predicción,

Pero no sirven para inferir sobre la relación entre variables.

- **MODELOS VAR  
RECURSIVOS**

## UNA ESTRUCTURA DE CAUSALIDAD RESTRICTIVA EN UN MODELO VAR

Una estructura de causalidad que impone una simplificación que resulta muy operativa en un modelo VAR es la siguiente.

Los  $n$  componentes del vector de variables de un modelo VAR se pueden ordenar de 1 a  $n$  forma que las variables de orden menor no son causadas en el sentido de Granger por variables de orden mayor,

En tal caso se tiene que **la variable dependiente en cualquier ecuación** viene causada en el sentido de Granger por las variables explicativas que aparecen en la ecuación, pero **tales variables explicativas no son** causadas en el sentido de Granger por la variable dependiente en cuestión.

# ESTRUCTURA DINÁMICA TRIANGULAR

- Cuando se cumple la estructura causal anterior se tiene que que todas las matrices  $\Phi_i$  son triangulares.
- Se dice entonces que el modelo VAR tiene una **estructura dinámica triangular**.

# MODELOS VAR RECURSIVOS

- 1.- En todas las ecuaciones de un VAR recursivo las causalidades son unidireccionales (estructura dinámica triangular).
- 2.- Los residuos de las ecuaciones no tienen correlación conemporánea.
- Cualquier variable endógena puede explicarse por su modelo específico.

Modelo VAR triangular con matriz de varianzas residuales que no es diagonal.

Por lo que para su estimación eficiente se necesita utilizar todo el modelo.

Una alternativa a la estimación conjunta está en ortogonalizar los residuos.

Con ello la dependencia contemporánea entre dos variables se recoge haciendo depender una de ellas del valor contemporáneo de la otra.

# Modelos VAR recursivos

- En ellos no hay realimentación .
- Se puede sacar del sistema VAR la ecuación de interés y
- hacer el estudio econométrico a partir de ella exclusivamente, de forma condicional a los valores de las variables explicativas.
- Lo anterior constituye un **modelo de regresión dinámica**.

Los resultados anteriores ponen de manifiesto que los modelos uniecuaciones pueden incluir como regresores los valores contemporáneos de las variables explicativas.

## MODELOS ADL

La estructura general es

$$\alpha(L) y_t = \beta_1(L) x_{1t} + \beta_2(L) x_{2t} + \dots + \beta_k(L) x_{kt} + a_t \quad (1)$$

Su formulación consiste en poner suficientes retardos de la variable endógena y en las variables exógenas de modo que el término residual sea ruido blanco.

Tal formulación sólo necesita de la teoría Económica la especificación del vector de variables  $(y_t, x_{1t}, \dots, x_{kt})$

Predicción con el  
modelo de regresión  
múltiple dinámica.

# PREDICCIÓN DE LOS DIVIDENDOS EN FUNCIÓN DE LOS BENEFICIOS

- El modelo estimado es:
- $\Delta D_{n+h} = 0.18 \Delta D_{n+h-1} + 0,12 \Delta E_{n+h} + 0.10 \Delta E_{n+h-1} - 0.07 \Delta E_{n+h-4} + \varepsilon_{n+h} \cdot$

Para  $h = 1$

todo es conocido menos  $0,12 \Delta E_{n+1}$  que se predecirá con su modelo univariante.

Para  $h=2, h=3$  y  $h=4$

se desconocen los beneficios en  $n+2$  y  $n+1$ , en  $n+3$  y  $n+2$  y en  $n+4$  y  $n+3$ , respectivamente, que habrá que predecir.

Se desconoce también el valor de los dividendos en el periodo anterior y habrá que utilizar la predicción ya realizada sobre ese valor.

Para  $h > 5$  todos los regresores son desconocidos y hay que sustituirlos por su predicción.

# LIMITE DE LA FUNCIÓN DE PREDICCIÓN DE $\Delta D_{n+h}$

- Recuérdese que regresando y regresores son variables estacionarias con medias cero.
- La predicción de  $\Delta D_{n+h}$  tiene dos componentes:
  - un pasado autoregresivo y
  - una dependencia respecto a una variable  $I(0,1)$ .
- Ambos componentes tienden a su media que es cero ,por lo que la predicción de  $\Delta D_{n+h}$  cuando  $h$  tiende a infinito es cero.

# EL ERROR DE PREDICCIÓN

- Es la suma algebraica de dos errores de predicción de variables estacionarias.
- En el límite la predicción es cero, con lo que el error será el global de la variable  $\Delta D_{n+h}$ .
- La varianza del error de predicción empieza siendo  $\text{Var}(\varepsilon)$  y en el límite es  $\text{Var}(\Delta D_t)$ . Como toda variable estacionaria su incertidumbre futura está acotada.

# LA PREDICCIÓN DE LA VARIABLE NO ESTACIONARIA $D_{n+h}$

- $D_{n+h} = D_n + \Delta D_{n+1} + \dots + \Delta D_{n+h}$  .
- **Su predicción** es  $D_n$  más las predicciones de todos sus incrementos desde  $n+1$  hasta  $n+h$ ., que se han realizado en las diapositivas anteriores.
- **El límite de la función de predicción** es una constante que depende de las condiciones iniciales en  $n$ .
- **La estructura de su error** crece sin límite y por tanto también su varianza,

**MODELIZACION DE  
LO GENERAL A LO  
PARTICULAR  
AUTOMETRICS**

# Autometrics (Hendry [A]). Modelling from general to specific by Automatic Modelling Methods.

## **Problemas en análisis de datos:**

amplio número de variables (normalmente no estacionarias y con rupturas),  
selección de variables,  
formulación de clases de modelos,  
condicionalización sobre variables,  
Posibles no linealidades,  
contrastación,  
estimación,  
análisis de residuos.

**Un número excesivo de aspectos para la mente humana.**

# Autometrics

Seis características principales de Autometrics:

1. **Modelo general no restringido (GUM)**
2. **Multiple path search** (cada variable insignificante define una senda de reducción, el algoritmo considera **todas las sendas posibles**)
3. **Encompassing** ("backtesting con respecto a la GUM"), modelos reducidos deben "encompass" al GUM.
4. **Contrastes de diagnóstico:** cuando la reducción no pasa una batería de contrastes, se descarta y la siguiente reducción es considerada
5. **Desempate:** cuando hay múltiples modelos finales válidos, se utiliza el BIC.
6. Puede manejar **más variables que observaciones**

- **MODELO DE  
CORRECCION DEL  
EQUILIBRIO**

- Anteriormente se denominaba de corrección del error.

## Formulación general del modelo uniecuacional con una variables exógena y cointegración.

El modelo (12) se generaliza de la siguiente forma

$$\begin{aligned}\Delta y_t = & b\Delta x_t + b_1\Delta x_{t-1} + \dots + b_r\Delta x_{t-r} + \\ & + \alpha_1\Delta y_{t-1} + \dots + \alpha_r\Delta y_{t-r} + \\ & + \alpha(y_{t-1} - \beta x_{t-1}) + \\ & + \varepsilon_t\end{aligned}$$

Los dos primeros términos recogen la dinámica transitoria,

El tercero el MCEq y

El cuarto la perturbación contemporánea.

Un modelo para un tipo de interés a corto plazo ( $r_t$ ) y otro a largo ( $R_t$ ) cuando el primero es exógeno.

En este caso el modelo (12) puede ser válido. Así

$$\Delta R_t = b\Delta r_t + \alpha(R_{t-1} - \beta r_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (14)$$

$$\Delta r_t = a_{it} \quad (15)$$

Para otro tipo de variables la estructura dinámica del modelo anterior puede ser muy simple y es necesario generalizar el modelo (12).

# Relaciones de largo y corto plazo entre variables integradas

- 1.- No existe relación de largo plazo ni de corto plazo. La regresión simple entre niveles puede aparecer erróneamente como importante. **REGRESIONES ESPURÍAS.**
- 2.- No existe relación de la largo plazo, pero sí una de corto. **MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE SOBRE VARIABLES DIFERENCIADAS.**
- 3.- Existe relación de corto y largo plazo. **MODELO DE REGRESION MULTIPLE CON VARIABLES EN NIVELES: MODELO CON MECANISMO DE CORRECCIÓN DEL EQUILIBRIO.**

## CASO 1 :REGRESIONES ESPURIAS

- Ejemplo: relación entre precios al consumo y la producción de bienes de equipo.

## **CASO 2:**

preparado por la profa. Ana Pérez Espartero

### **Ejemplo sobre dividendos y beneficios.**

- No tienen una tendencia común, pero sus desviaciones sobre la tendencia están relacionadas.

# **CASO 3: MODELO PARA PREDECIR LOS INGRESOS POR TURISMO EXTRANJERO EN ESPAÑA**

**José Ramón Cancelo y Antoni Espasa**

Las variables explicativas determinan la tendencia de los ingresos por turismo y las desviaciones sobre dicha tendencia.

**Esquema para el  
fortalecimiento de  
las predicciones.**

# PROPUESTA:

- **MODELO MCEq**  
**DIFERENCIADO:**  
**DMCEq**

- Supongamos que **en (T-1) se produce un cambio en las medias  $\gamma$  y  $\mu$ .**
- El modelo anterior al cambio era:
- $\Delta y_t = \gamma + \alpha ( y_{t-1} - \beta z_{t-1} - \mu ) + a_t. \quad (1)$
- Y tras el cambio:
- $\Delta y_{T+h} = \gamma^* + \alpha ( y_{T+h-1} - \beta z_{T+h-1} - \mu^* ) + a_{T+h}. \quad (2)$
- **El DMCEq es:**
- $\Delta y_{T+h} = \Delta y_{T+h-1} + \alpha ( \Delta y_{T+h-1} - \beta \Delta z_{T+h-1} - \Delta \mu ) + \Delta a_{T+h}. \quad (3)$
- Que incluye la restricción de cointegración.

$$\Delta y_{T+h} = \Delta y_{T+h-1} + \alpha ( \Delta y_{T+h-1} - \beta \Delta z_{T+h-1} - \Delta \mu ) + \Delta a_{T+h}. \quad (3)$$

- Uno o más periodos después del cambio  $\Delta \mu$  es cero, pues al diferenciar las variables desaparecen las nuevas medias. Con lo que los errores sistemáticos desaparecen. **Todos los componentes del término de error son estacionarios con media cero.**
- **Inconvenientes de (3):**
  - - aumenta el error de predicción con  $\Delta a_{T+h}$
  - las variables entran retardadas un periodo más y aparece más error debido a términos MA no invertibles.
  - - el término  $\Delta y_{T+h-1}$  no es tanto una predicción como un indicador del estado anterior del sistema.

## Propuesta:

- -” Si el último residuo no es discrepante y no hay otra evidencia de cambio en las medias predíggase con el **MCEq**
- - en caso contrario predecir con **DMCEq.**”
- **Castle et al 2015** generalizan la sugerencia anterior.

- **MODELOS NO LINEALES**

A SETAR model with  $l$  regimes of autoregressive orders  $p_1, p_2, \dots, p_l$  may be represented as:

$$y_t = \Phi_0^h + \Phi_1^h y_{t-1} + \Phi_2^h y_{t-2} + \dots + \Phi_p^h y_{t-k} + \varepsilon_t^h, \quad \text{si } y_{t-d} \in R^h, \\ h = 1, 2, \dots, l$$

where  $R^1, \dots, R^l$  are subgroups of real line  $R^l$ ,

which define a partition in disjointed intervals  $(-\infty, r_1], (r_1, r_2], \dots, (r_{l-1}, \infty)$ , and

$R^1$  denotes the interval  $(-\infty, r_1]$  and  $R^l$  the interval  $(r_{l-1}, \infty)$ .

Each  $\{\varepsilon_t^h\}$  constitutes a white noise process, each of them are independent of the others and  $p = \max(p_1, p_2, \dots, p_l)$

# Parámetros Estructurales:

$$I \left\{ \begin{array}{l} d \\ r_1, \dots, r_l \\ p_1, \dots, p_l \end{array} \right\}$$

conocidos estos parámetros el modelo SETAR es

-fácil de estimar y

-no resulta muy difícil derivar las propiedades de los estimadores

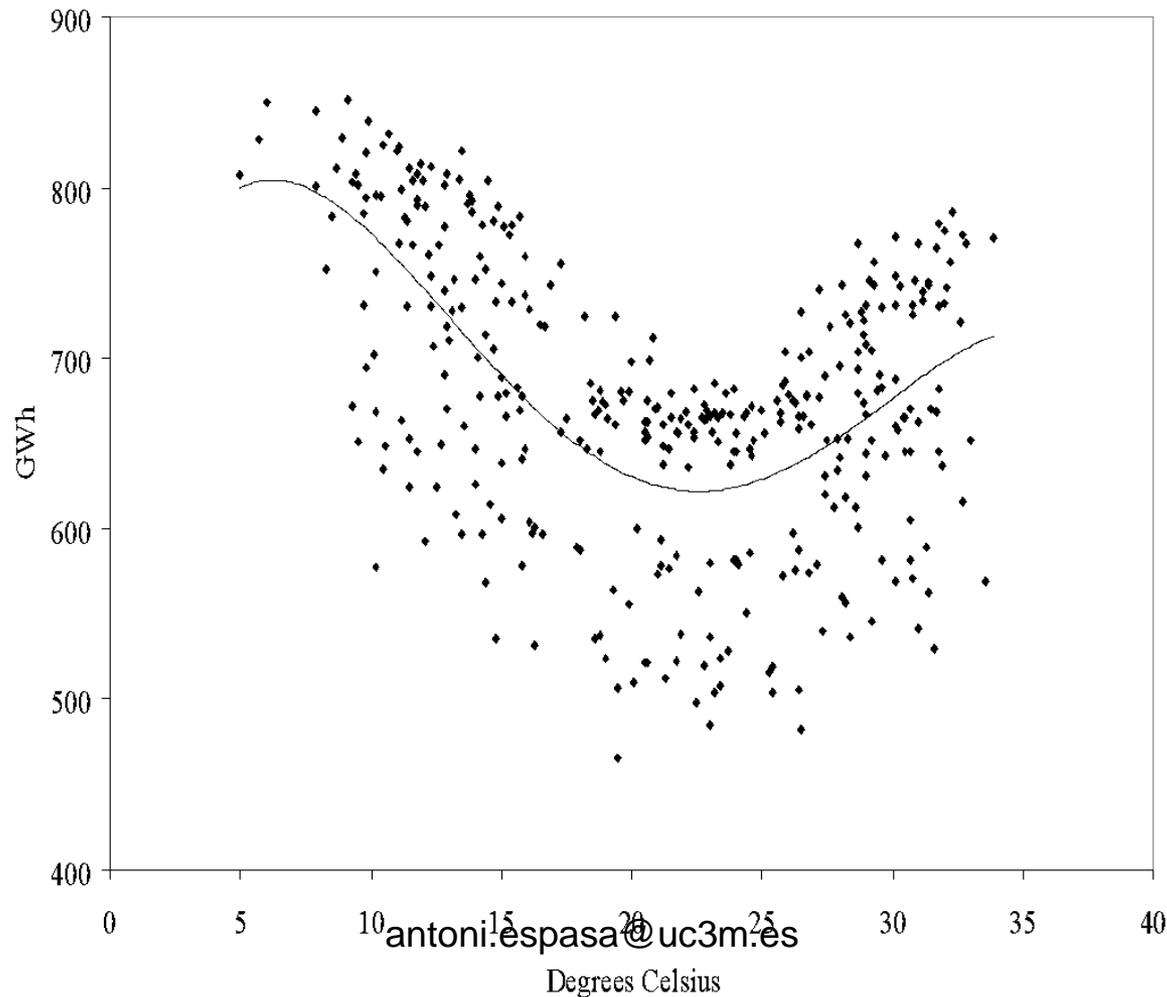
## Similarmente con modelo ETAR

Modelos TAR son útiles si se dispone de información a priori sobre la especificación de los parámetros estructurales

# LA REALCIÓN DIARIA U HORARIA ENTRE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TEMPERATURA.

- Cancelo, J.R. y Espasa, A. (1996) “*Modelling and forecasting daily series of economic activity*” *Investigaciones Económicas*, V. XX(3), pp. 359-376.
- .- Cancelo J R, A Espasa y R Grafe, 2008, “*Forecasting the electricity load from one day to one week ahead for the Spanish system operator*”, *International Journal of Forecasting*, v 24,n 4,pp 588-602.

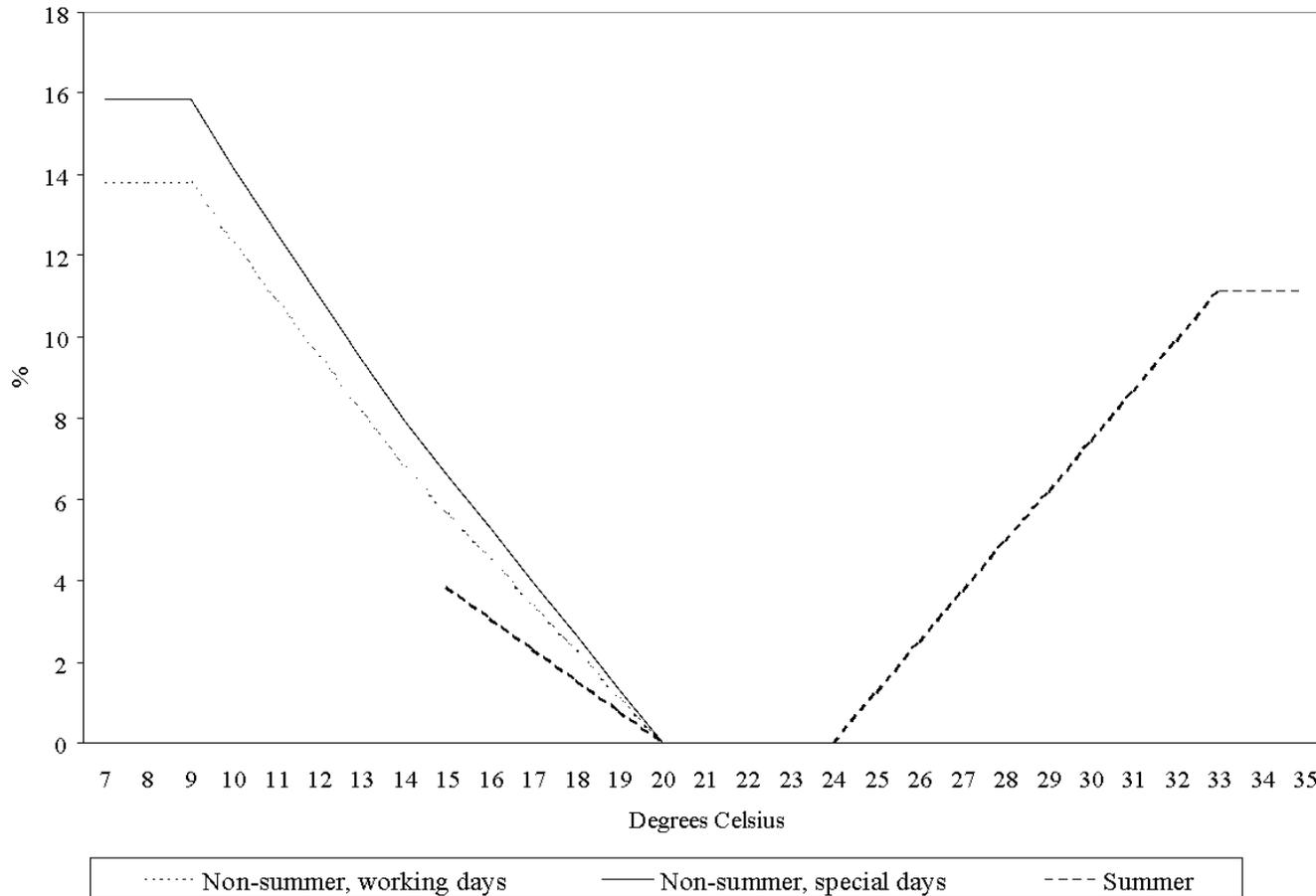
# Daily load and maximum temperature in 2005



# LA RELACIÓN ENTRE CONSUMO Y TEMPERATURA ES NO LINEAL

- En esa relación existen claramente al menos 4 **regímenes diferentes**: dos según el tipo de día y dos según las temperaturas estén por encima o debajo de la temperatura de confort.
- Dentro de cada régimen la relación puede ser todavía no lineal, pudiéndose modelizar mediante **polinomios dinámicos por umbrales**, Cancelo y Espasa (1996).

# Percent increase of the daily load for a constant temperature



# Análisis continuo de errores

- Debe estructurarse una forma de monitorizar los errores de predicción y, si es posible,
- tener un sistema de comparación continua errores de predicción sobre la misma magnitud obtenidos por otros procedimientos, incluso los basados en apreciaciones subjetivas.

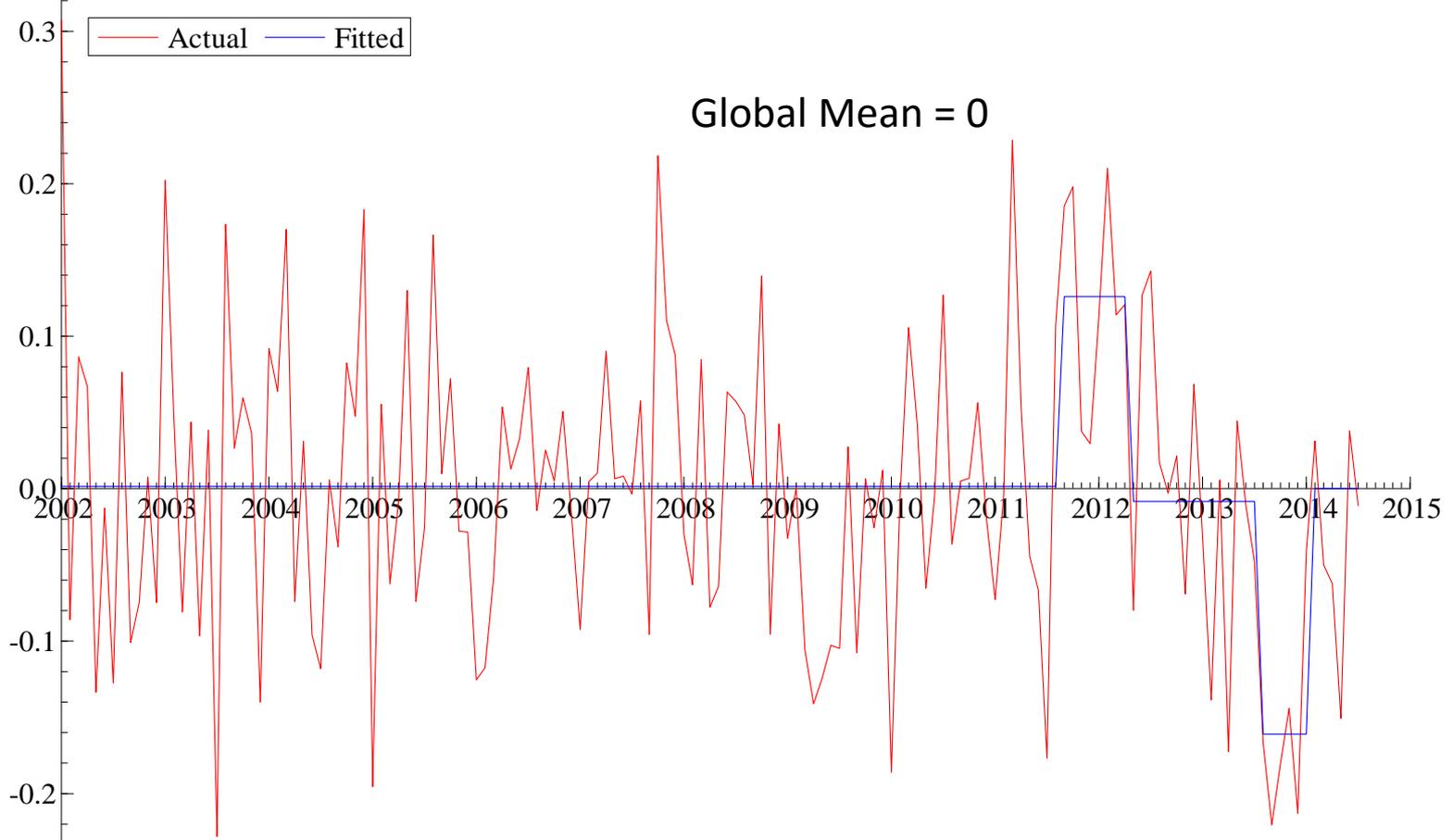
# THE IMPORTANCE OF MEAN CORRECTIONS

- The global mean can be non significantly different from zero, but still corrections for significant local means are important. See Ericson (2012).
- This can be done applying SIS to the error sequence.
- If you can not remove the forecasting bias by explanatory variables apply a mean correction.

# EJEMPLOS

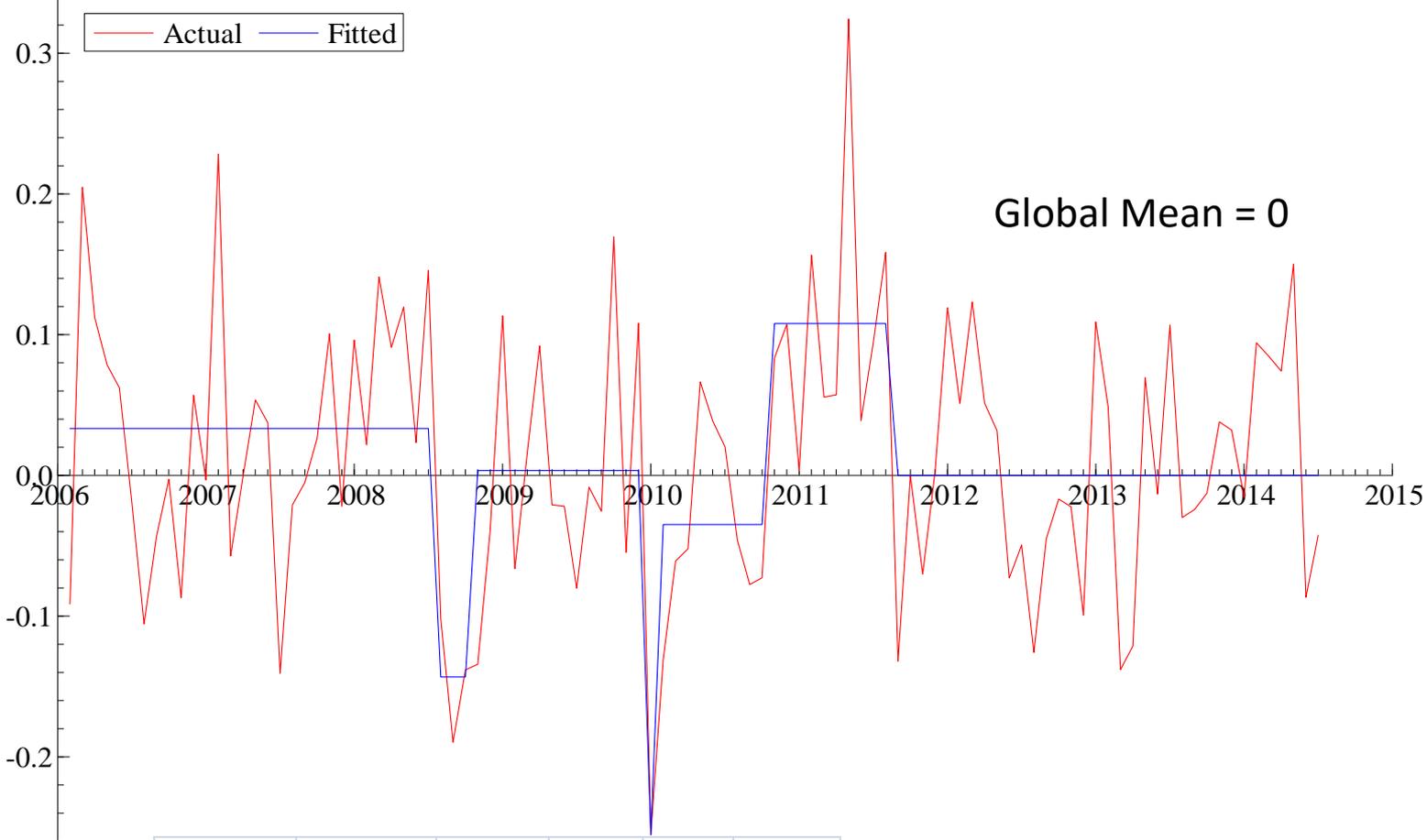
- En el primer ejemplo que sigue sobre inflación en la Euro Area ,
- a principios de 2014 al detectar un escalón local en los errores de predicción **se debió aplicar una corrección de media a las predicciones.**
- En el segundo ejemplo sobre la inflación en EE UU se debió a plicar una corrección de media en la segunda mitad de 2011.

EA\_IPC\_Tot, ForceConst = 0, HorizonFore = 1



	Coefficient	Std.Error	t-value	t-prob	Part.R^2
S1:2011(8)	-0.124507	0.03338	-3.73	0.0003	0.0864
S1:2012(4)	0.134376	0.03998	3.36	0.001	0.0714
S1:2013(7)	0.15257	0.04412	3.46	0.0007	0.0752
S1:2014(1)	-0.160983	0.03729	-4.32	0	0.1125
sigma	0.0913302				

US\_IPC\_Tot, ForceConst = 0, HorizonFore = 1

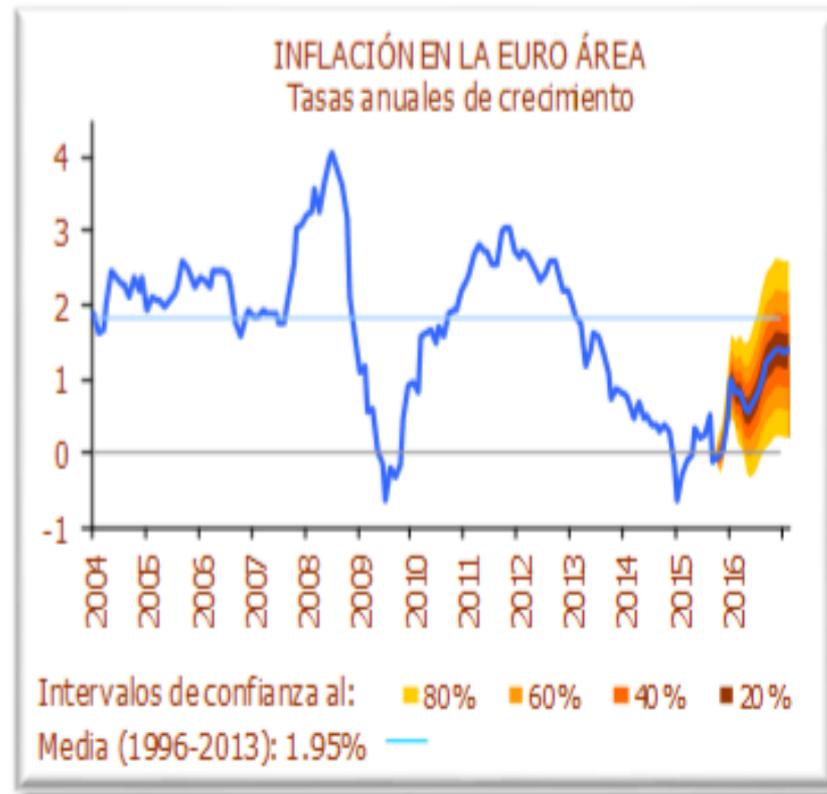


	Coefficient	Std.Error	t-value	t-prob	Part.R^2
S1:2008(7)	0.176551	0.04989	3.54	0.0006	0.1154
S1:2008(10)	-0.146624	0.05242	-2.8	0.0062	0.0754
S1:2009(12)	0.258684	0.08529	3.03	0.0031	0.0874
S1:2010(1)	-0.220329	0.08685	-2.54	0.0128	0.0628
S1:2010(10)	-0.142834	0.03786	-3.77	0.0003	0.1291
S1:2011(8)	0.107913	0.02606	4.14	0.0001	0.1516
sigma	0.0823965				

# Difusión de las predicciones

- Debe formalizarse una forma de difundir en la institución
- las predicciones con sus intervalos de confianza.
- El diseño de buenas tablas y gráficos es muy importante.

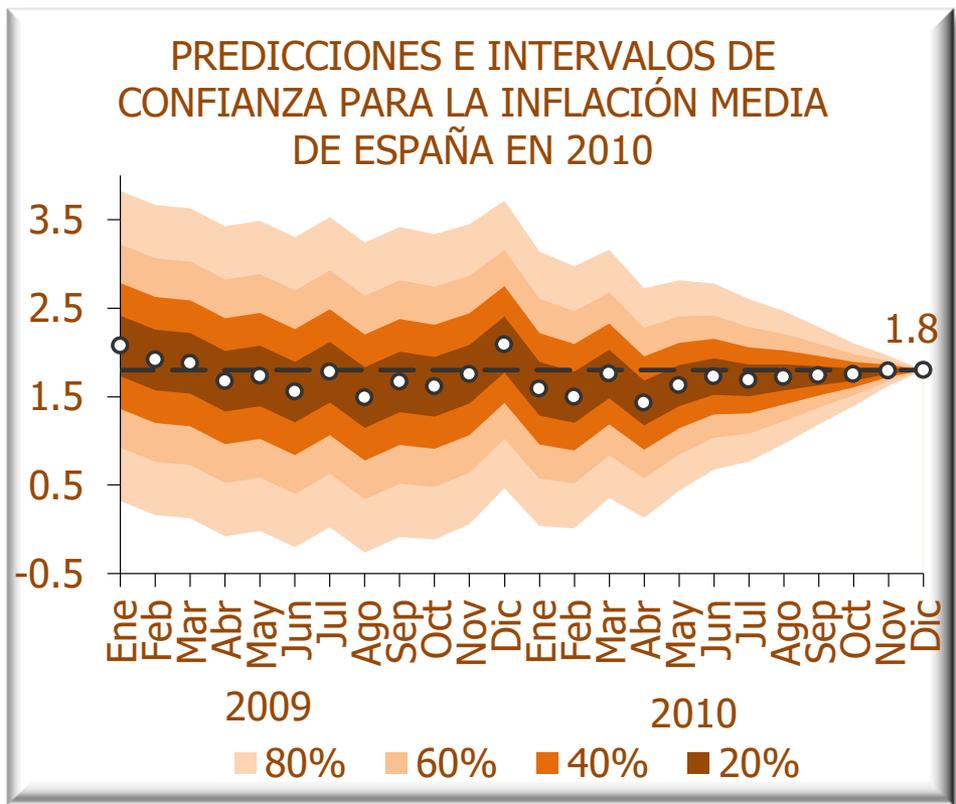
## La previsión de inflación media en la Euro Área para 2015 se sitúa en el 0.0% ( $\pm 0.10$ ).



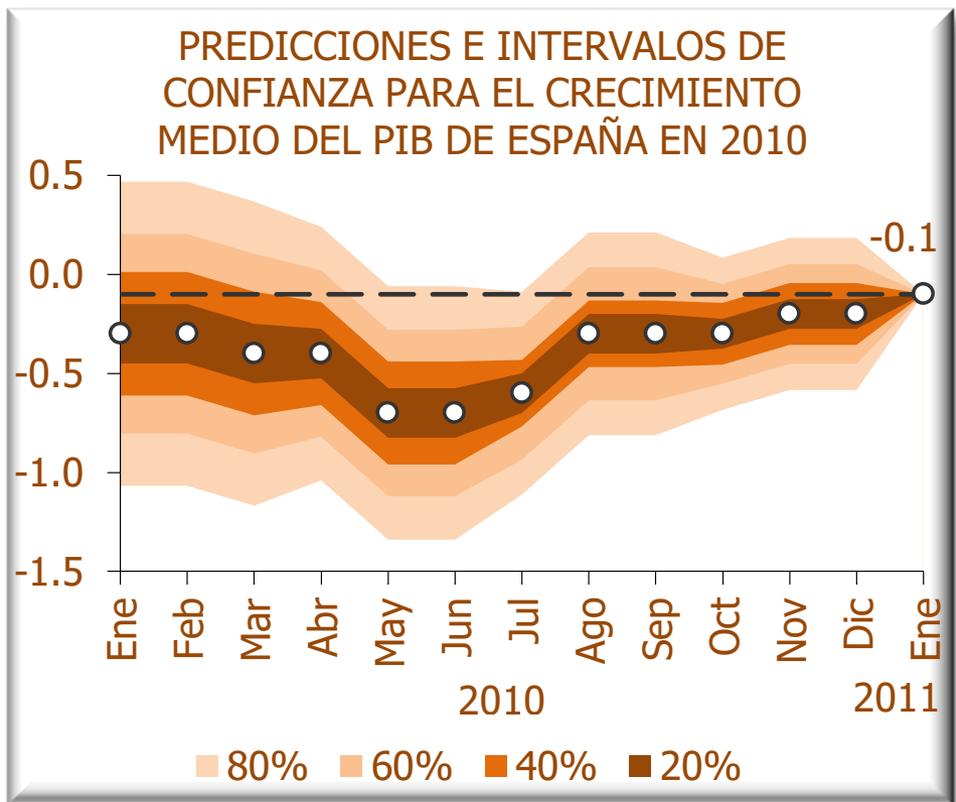
Fuente: EUROSTAT & BIAM (UC3M)  
Fecha: 16 de octubre 2015

# Difusión y valoración de los errores de predicción

- Debe de formalizarse también una forma de difundir en la institución los errores de predicción,
- valorando su significatividad en términos estadísticos y
- sugiriendo posibles implicaciones de los mismos.



Fuente: INE & BIAM(UC3M)  
 Fecha: 14 de enero de 2011



Fuente: INE & BIAM(UC3M)  
 Fecha: 16 de febrero de 2011

- **RECOMENDACIONES PARA LA PREDICCIÓN INDIRECTA DE UN AGREGADO A TRAVÉS DE LA AGREGACIÓN DE LAS PREDICCIONES DE SUS MODELOS.**

# Los puntos básicos del procedimiento BIAM se pueden resumir así:

1. Trabajar con **esquemas de desagregación** útiles.
2. Emplear **indicadores adelantados específicos** cuando sea posible.
3. Tomar en consideración **eventos importantes que afecten a la inflación** como:
  - cambios en el **IVA u otros impuestos indirectos**,
  - cambios en la **metodología**,
  - cambios en las **políticas de las grandes empresas**, como las del sector de comunicaciones,
  - **subsidios** que se consideran en el cómputo del IPC (como los destinados a la compra de automóviles nuevos)etc.

# Puntos básicos/...

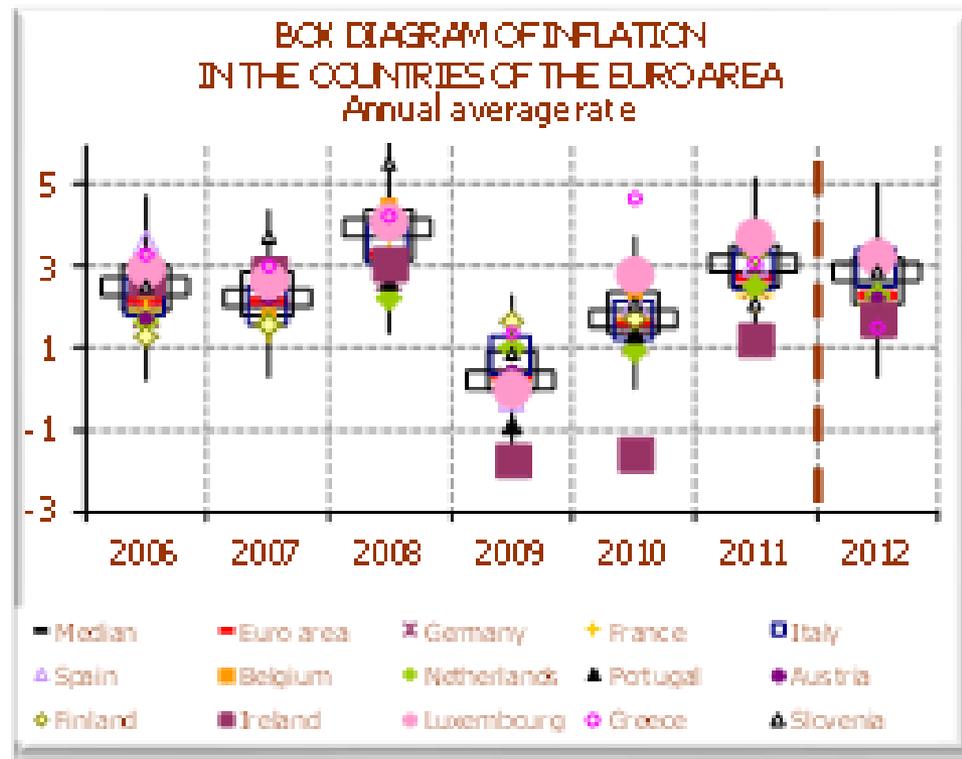
4. Corregir las observaciones atípicas.
5. Utilizar formulaciones no lineales cuando sea necesario.
- 6.- Realizar un seguimiento de los errores de predicción por si fuera necesario aplicar correcciones en la media.
- 7.- Dar las predicciones con sus correspondientes gráficos o intervalos de confianza.

# MODELOS

- El procedimiento se basa en modelos econométricos de series temporales con indicadores adelantados.

Más adelante discutiremos una propuesta para tratar el tema de ofrecer una explicación causal de las predicciones, combinando resultados con modelos econométricos congruentes.

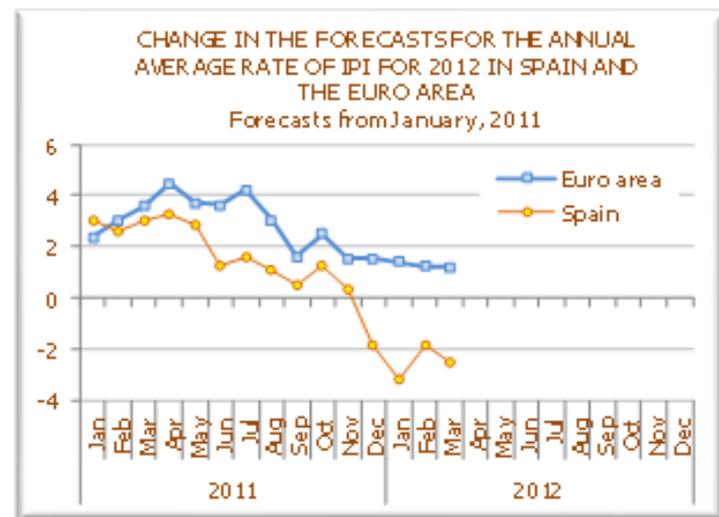
- PRESENTACION  
DE  
PREDICCIONES



Source: EUROSTAT & BIAM(UC3M)

Date: March 29, 2012

<b>INDUSTRIAL PRODUCTION INDEX</b>				
Average rate of growth				
	2010	2011	2012	2013
Spain				
Consumption	0,9	-1,4	<b>-0,6</b>	<b>-2,3</b>
Durable	-7,4	-10,8	<b>-10,9</b>	<b>-14,3</b>
Non-durable	1,9	-0,3	<b>0,4</b>	<b>-1,2</b>
Capital	-3,3	0,3	<b>-4,8</b>	<b>-3,4</b>
Intermediate	2,7	-2,6	<b>-3,7</b>	<b>-3,2</b>
Energy	2,5	-3,6	<b>-0,5</b>	<b>-0,5</b>
<b>TOTAL</b>	<b>0,9</b>	<b>-1,8</b>	<b>±2,3</b>	<b>±3,2</b>
Euro area				
Consumption	3,0	0,6	<b>-0,8</b>	<b>0,0</b>
Durable	2,6	0,6	<b>-3,7</b>	<b>-3,5</b>
Non-durable	3,1	0,6	<b>-0,4</b>	<b>0,5</b>
Capital	9,0	8,8	<b>6,0</b>	<b>6,8</b>
Intermediate	10,0	4,2	<b>-0,3</b>	<b>0,2</b>
Energy	3,9	-4,8	<b>-2,6</b>	<b>-1,1</b>
<b>TOTAL</b>	<b>7,3</b>	<b>3,5</b>	<b>(±2,2)</b>	<b>(±2,6)</b>



<b>CHANGE IN THE FORECASTS FOR IP IN SPAIN</b>				<b>CHANGE IN THE FORECASTS FOR IP IN THE EURO AREA</b>			
Average annual rate, 2012				Average annual rate, 2012			
	Forecasts with the observed figure of:				Forecasts with the observed figure of:		
	Dec., 11	Jan., 12	Change		Dec., 2011	January, 2012	Change
Durable consumption	-10.7	-10.9	-0.3 ↓	Durable consumption	-6.7	-3.7	3.0 ↑
Non-durable consumpt	1.3	0.4	-0.9 ↓	Nbn-durable consumption	0.1	-0.4	-0.5 ↓
Total consumption	0.2	-0.6	-0.8 ↓	Total consumption	-0.7	-0.8	-0.1 ↓
Equipment	-2.8	-4.8	-2.0 ↓	Equipment	6.5	6.0	-0.4 ↓
Intermediate	-3.5	-3.7	-0.3 ↓	Intermediate	-0.6	-0.3	0.4 ↑
Energy	-1.0	-0.5	0.5 ↑	Energy	-2.1	-2.6	-0.4 ↓
<b>TOTAL</b>	<b>-1.83</b>	<b>-2.51</b>	<b>-0.68 ↓</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1.26</b>	<b>1.22</b>	<b>-0.04 ↓</b>

Source: EUROSTAT, INE & BIAM (UC3M)

Date: March 27, 2012

antoni.espasa@uc3m.es