

# EL PRECIO EN EL MERCADO ESPAÑOL DE ELECTRICIDAD

Miguel A. Lasheras (IME)

Modelos para la Valoración de Derivados y Gestión de Riesgos  
en Mercados Energéticos

Seminario IME-FEA, Madrid, 5 y 6 de abril, 2001



# Contenido

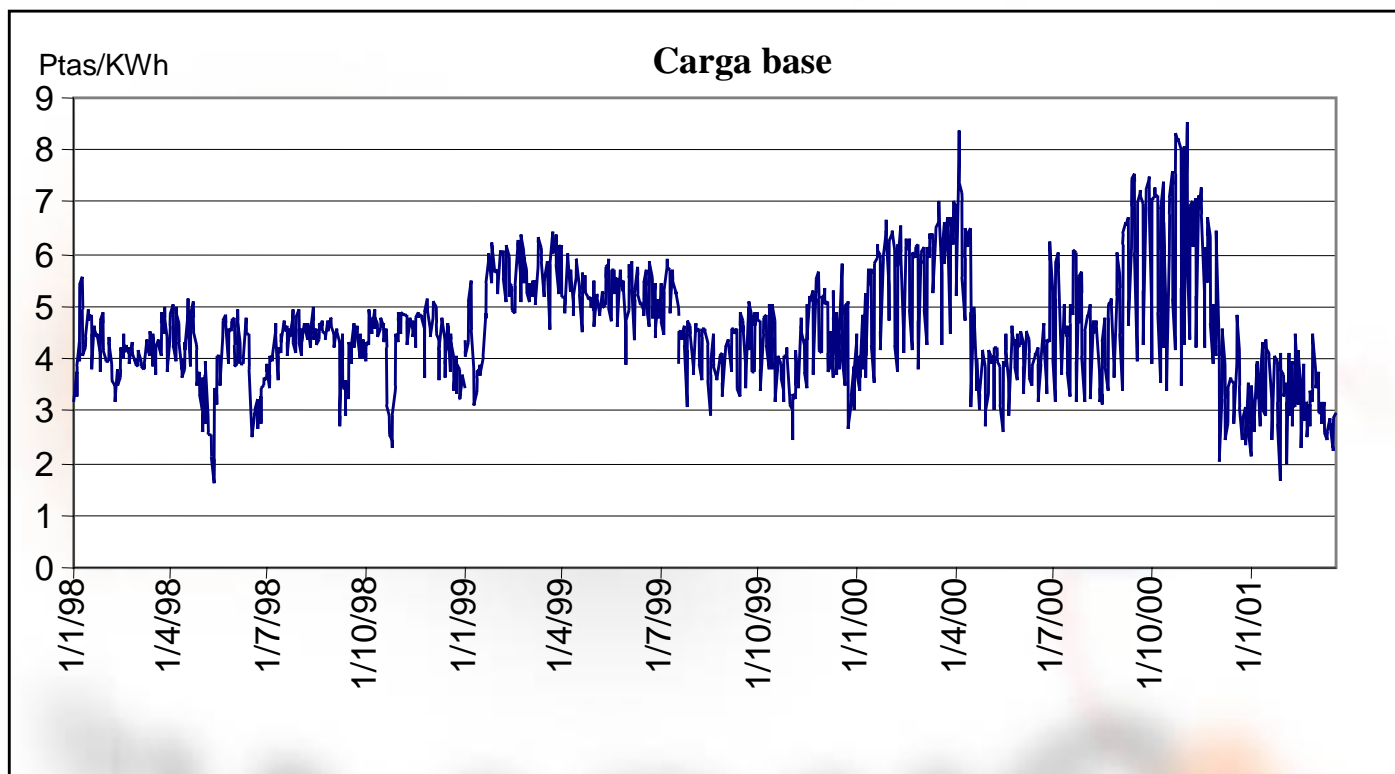
1. Evolución de los Precios de la Electricidad desde 1998.
2. Algunos drivers de largo plazo
3. Construcción de la curva forward para el próximo año.

# Carga Base y Pico

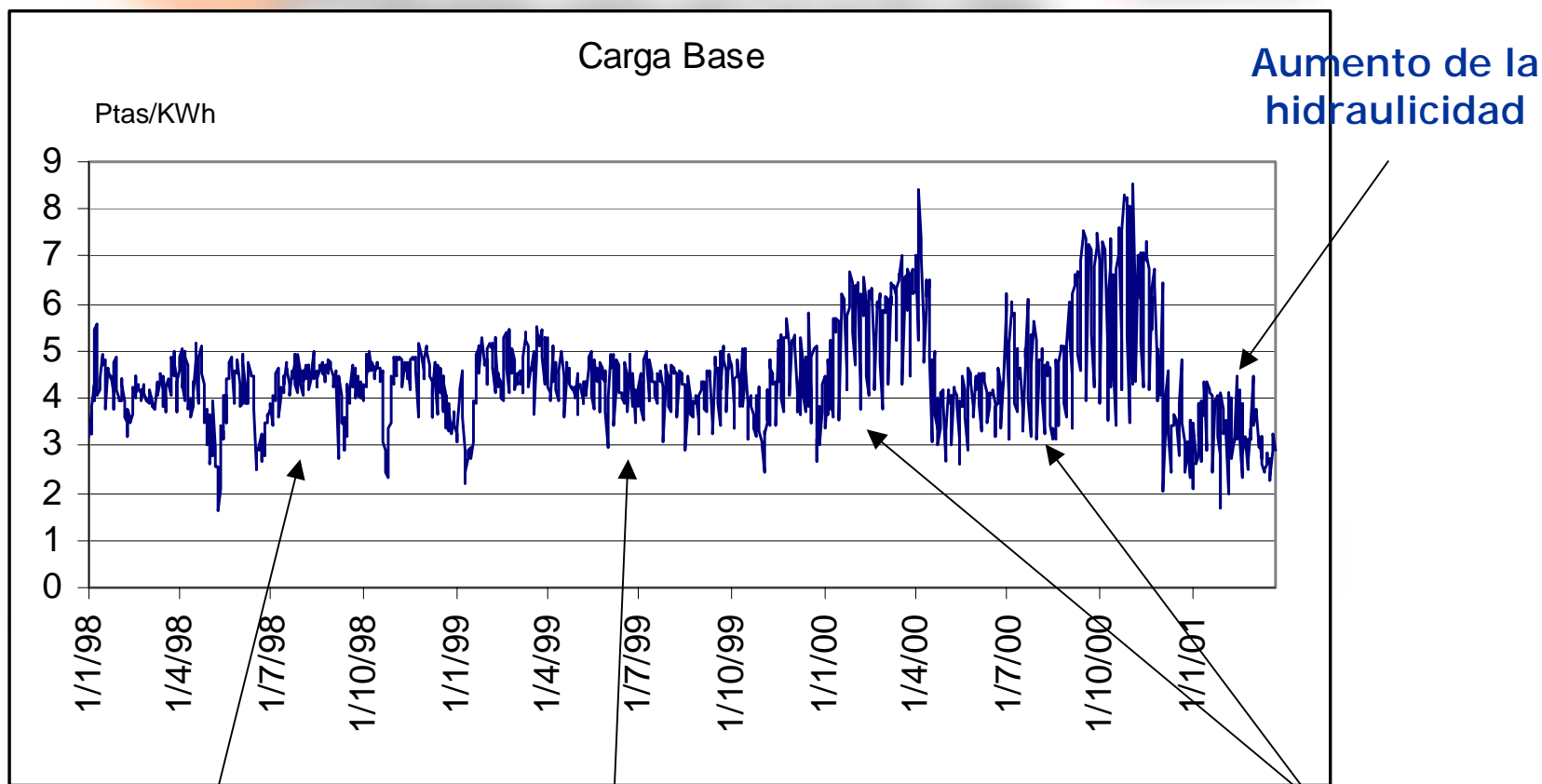
- **Carga Base:** media de precios horarios desde 1h a las 24h
- **Carga Pico:** media de precios horarios desde 9h hasta las 24h

# Comportamiento del precio de la electricidad

Los precios de la energía muestran variaciones típicas en la volatilidad, picos ocasionales en el precio, y una tendencia a revertir rápidamente a una media representativa del coste medio de producción.



# Evolución de los Precios de la Electricidad en España



Guerras de precios

CTCs al 4,5 %

Sequía y Subida de Precios del Petróleo



# Guerras de Precios: 1998

1998-99 Precios bajos, hidraulicidad no muy alta

- Compañía líder baja los precios cuando la seguidora trata de incrementar la cuota.
  - Doble beneficio para el líder
    - $\Delta$  ingreso por CTC
    - $\Delta$  cuota de mercado
  - Si costes de la seguidora son menores que los de la líder puede bajar precios más que líder
- Control del agua clave

# Estabilidad en 1999

- Hidraulicidad media
- Se estabiliza el cobro de CTCs al 4,5 %
- Entra en funcionamiento la nueva CNE

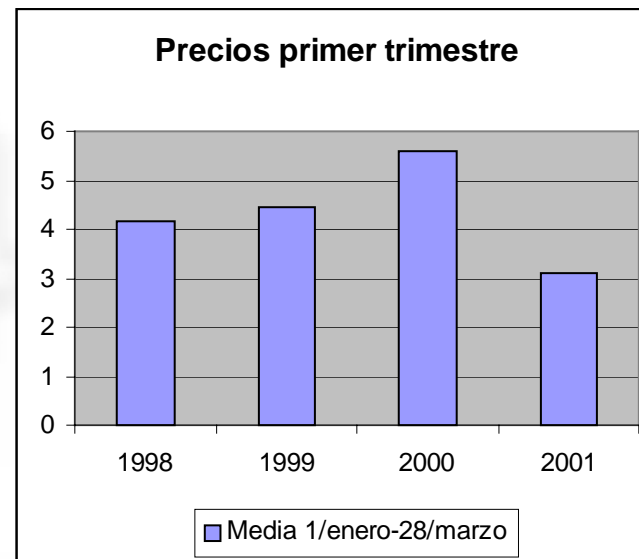
# Sequía y Subida de Precios del Petróleo: 2000

- Sequía: 2000 es el año más seco
- $\Delta$  precios del petróleo  $\Delta$  costes
  - Junio-noviembre de 2000 precio spot del crudo alrededor de los 30 dólares el barril.
- Bruselas inicia procedimiento sobre CTCs.

# Abundantes lluvias en otoño e invierno: 2001

- Los precios más bajos en media desde 1998
- Abundantes lluvias de otoño-invierno 2000, continuadas en 2001

Media 1-ene 28-mar	
1998	4.18
1999	4.45
2000	5.58
2001	3.10



# Características de los Precios de la Electricidad en España

1. **Reversión a la media**, tiene un periodo de vuelta de aproximadamente semana y media.
2. **Estacionalidad** horaria (horas pico y horas valle), semanal (días de diario y fines de semana) y mensual (marzo y septiembre).
3. La **volatilidad** es más alta en la horas pico y disminuye según aumenta el número de periodos de ejercicio.
4. Los **cambios extremos** no son tan grandes como en otros mercados y en su mayoría son a la baja.

# Reversión

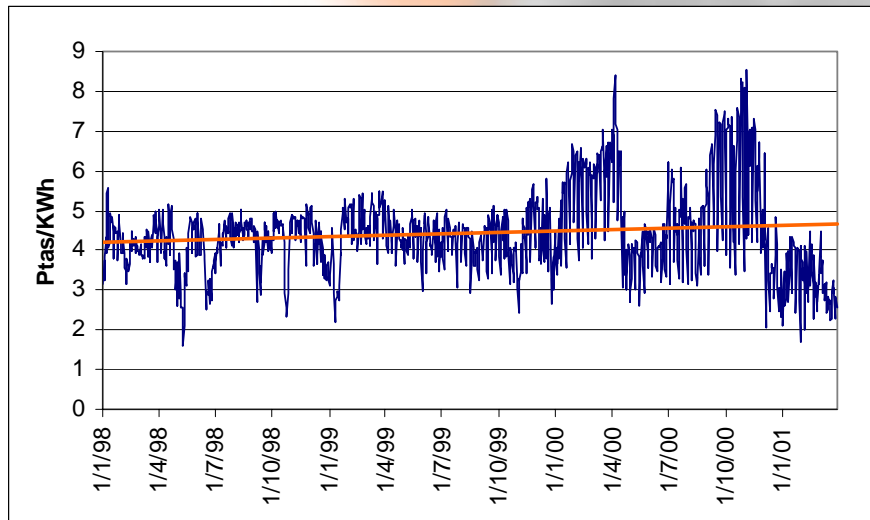
$$\log S_{t+1} - \log S_t = -a * \log(S_t - \bar{S}_t) + \sigma * \varepsilon_t$$

	Reversión	Valor Medio	Desviación	R^2 Ajustado	Reversión en Tiempo
Carga Base	0.263	4.3	0.16127	54.23%	3.84 días

Existe reversión: en 3,84 días se llega al nivel de reversión a la media

# Tendencia

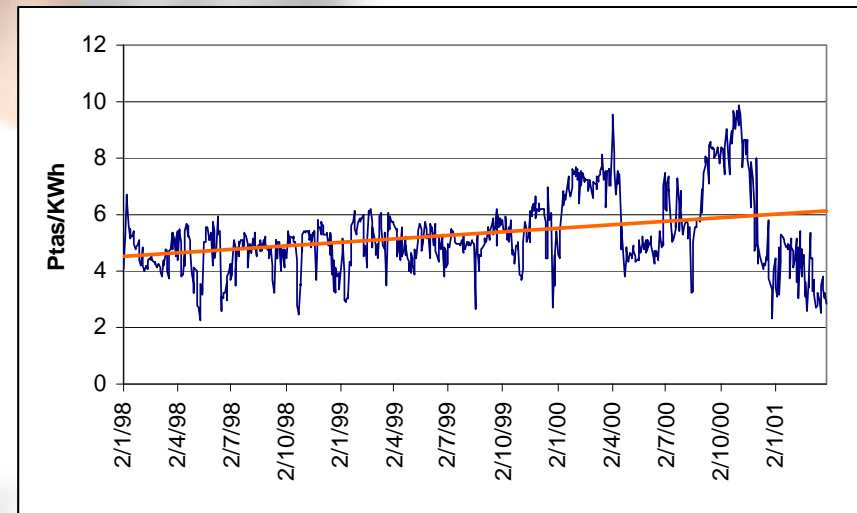
Carga Base: ene-98 a mar-01



Carga Base: Todos los días de 0 a 24 horas

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Constante	4.18540802	0.06163982	67.9010376	0
Tendencia	0.0004104	9.0191E-05	4.55038836	5.9075E-06

Carga Pico: ene-98 a mar-01



Carga Pico: Días laborables de 9 a 24 horas

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Constante	4.48483703	0.08981537	49.9339602	9.613E-250
Tendencia	0.00199461	0.00019094	10.4465146	4.6973E-24

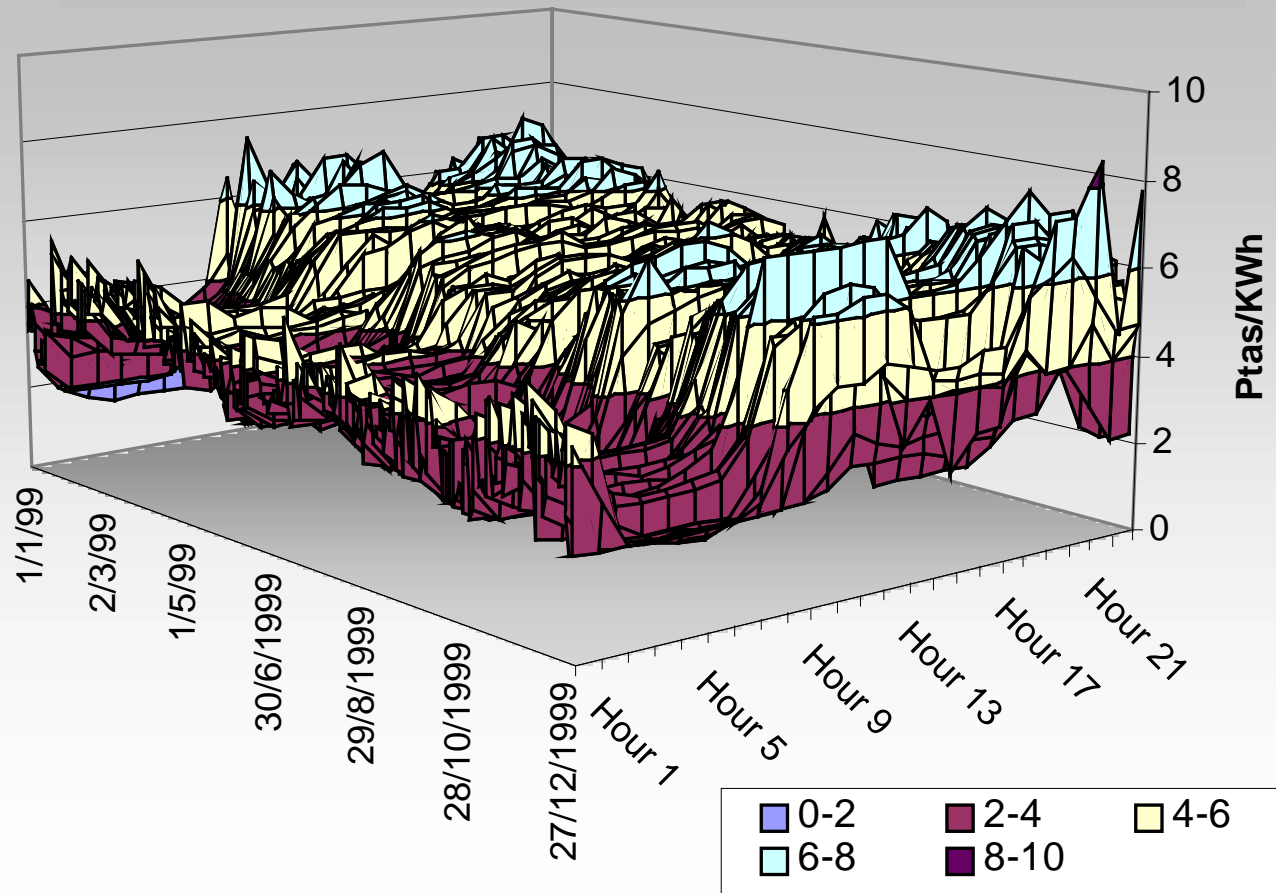
- Existe una suave tendencia creciente

# Estacionalidad de Precios de la Electricidad: Horarios, Diarios y Mensuales

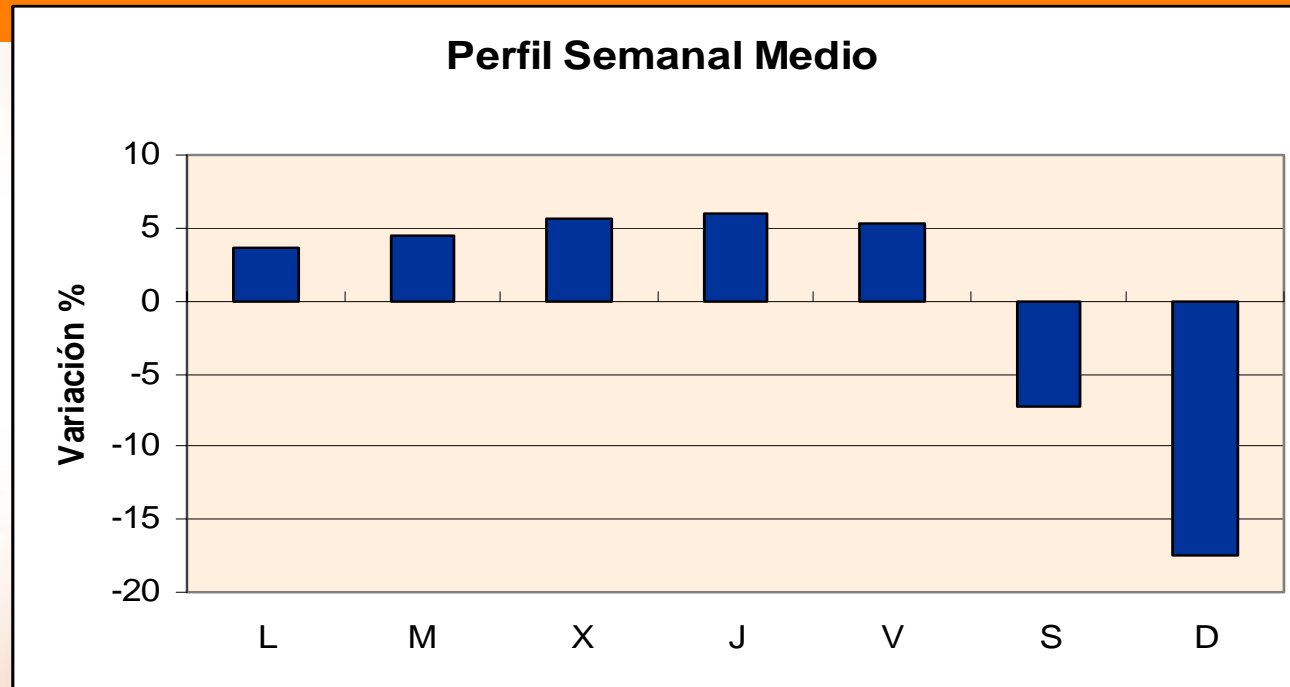
Los Precios de la Energía exhiben fuertes pautas estacionales

@Energy Forward  
Curve calibra [perfiles estacionales de precios y de volatilidad](#)

Spanish Hourly Spot Power Pool Prices for 1999  
Precios spot horarios del Pool español para 1999



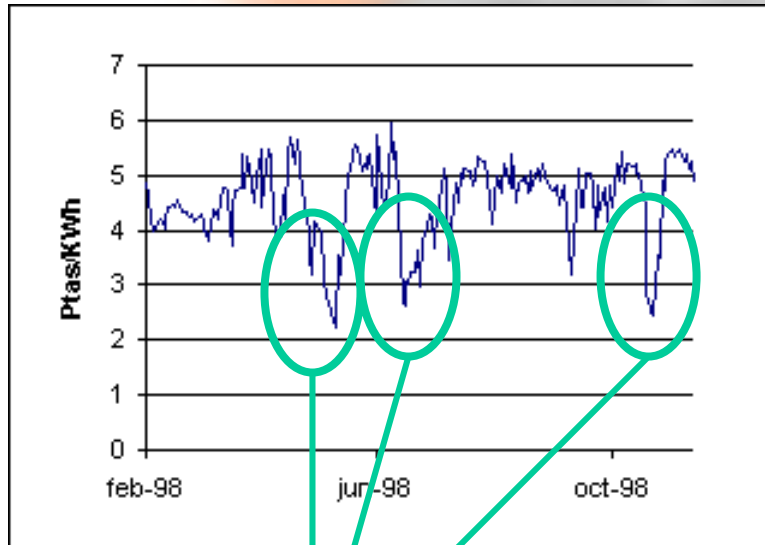
# Estacionalidad



	<i>Coefficiente</i>	<i>Error Típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Constante	4.588189	0.077248	59.39541	0
Martes	0.036558	0.109245	0.334643	0.738
Miércoles	0.089305	0.109408	0.816257	0.4145
Jueves	0.103927	0.109245	0.951317	0.3416
Viernes	0.075004	0.109245	0.686566	0.4925
Sábado	-0.480007	0.109245	-4.393836	0
Domingo	-0.930955	0.109245	-8.521682	0

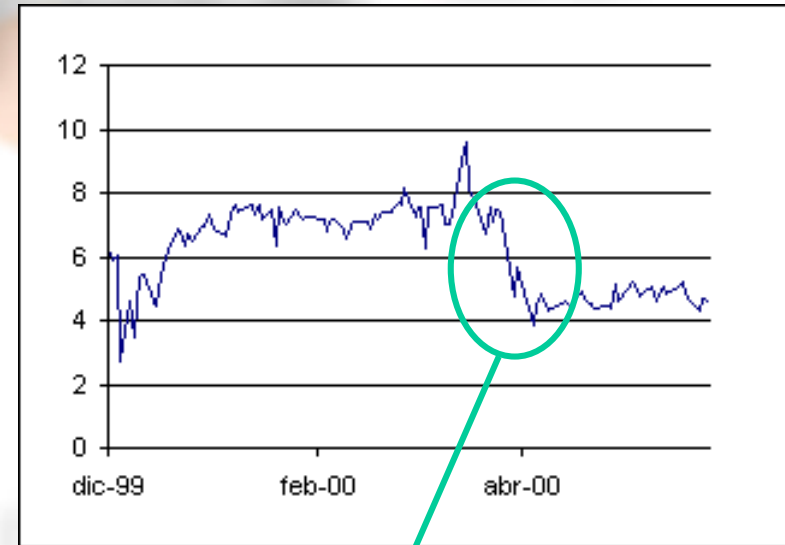
# Picos Ocasionales

Carga Pico: feb-98 a oct-98



Guerras de precios

Carga Pico: dic-99 a jun-00



Fuerte descenso de más del 50%

- Los cambios bruscos han sido sobre todo a la baja
- Los cambios al alza parecen de una magnitud inferior a la otros mercados.

# Drivers Largo Plazo

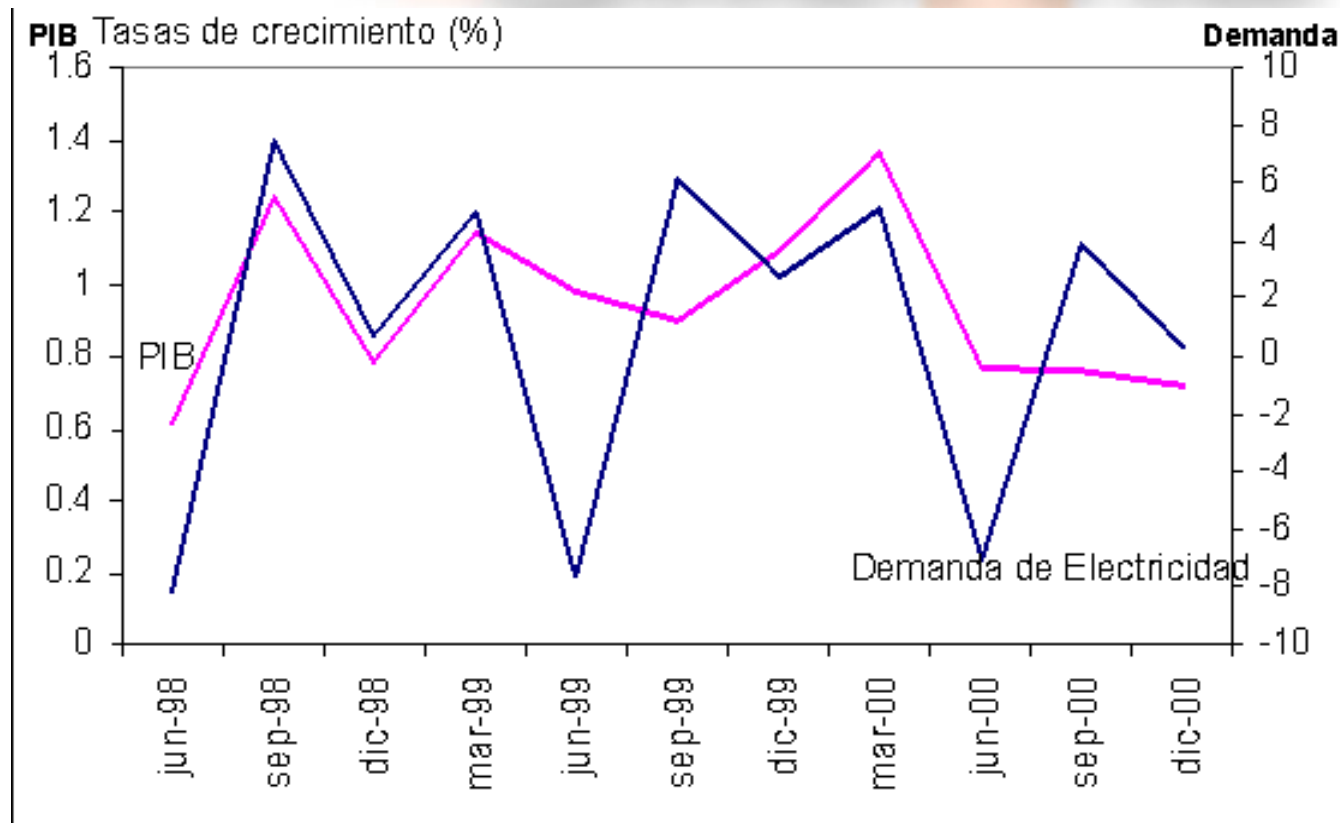
Miguel A. Lasheras (IME)

Modelos para la Valoración de Derivados y Gestión de Riesgos  
en Mercados Energéticos

Seminario FEA-IME, Madrid, 5 y 6 de abril, 2001

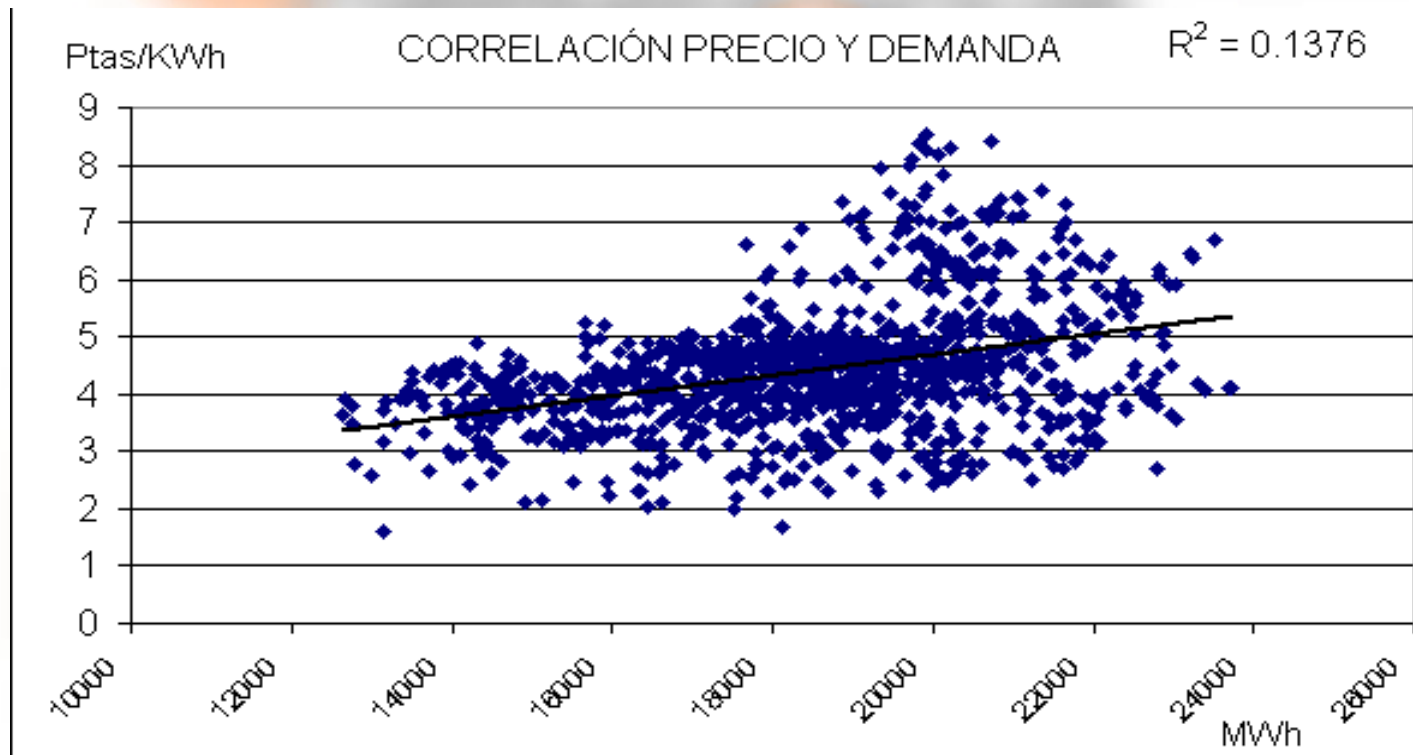


# Evolución de la Demanda de Electricidad



**Demanda:**  
Actividad Económica  
Temperatura media  
Laboralidad

# Demanda y precios

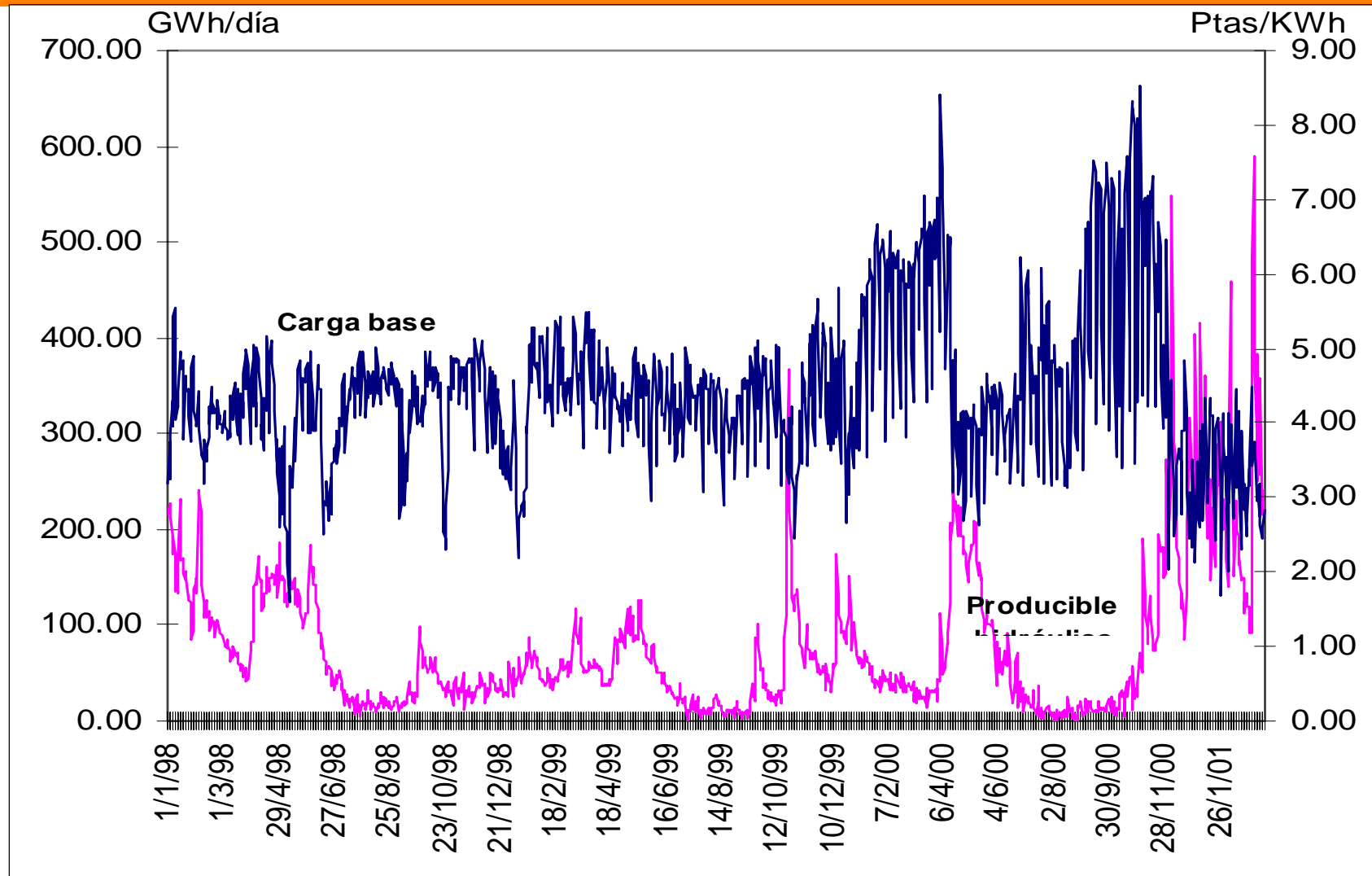


- La correlación entre demanda y precios diarios es baja

# Oferta y precios

- **PRODUCIBLE HIDRÁULICO**  
Durante un intervalo de tiempo determinado, es la cantidad máxima de energía eléctrica que el conjunto de aportaciones (lluvias, bombeo, etc.) correspondientes al intervalo de tiempo considerado permitiría producir en las condiciones más favorables.

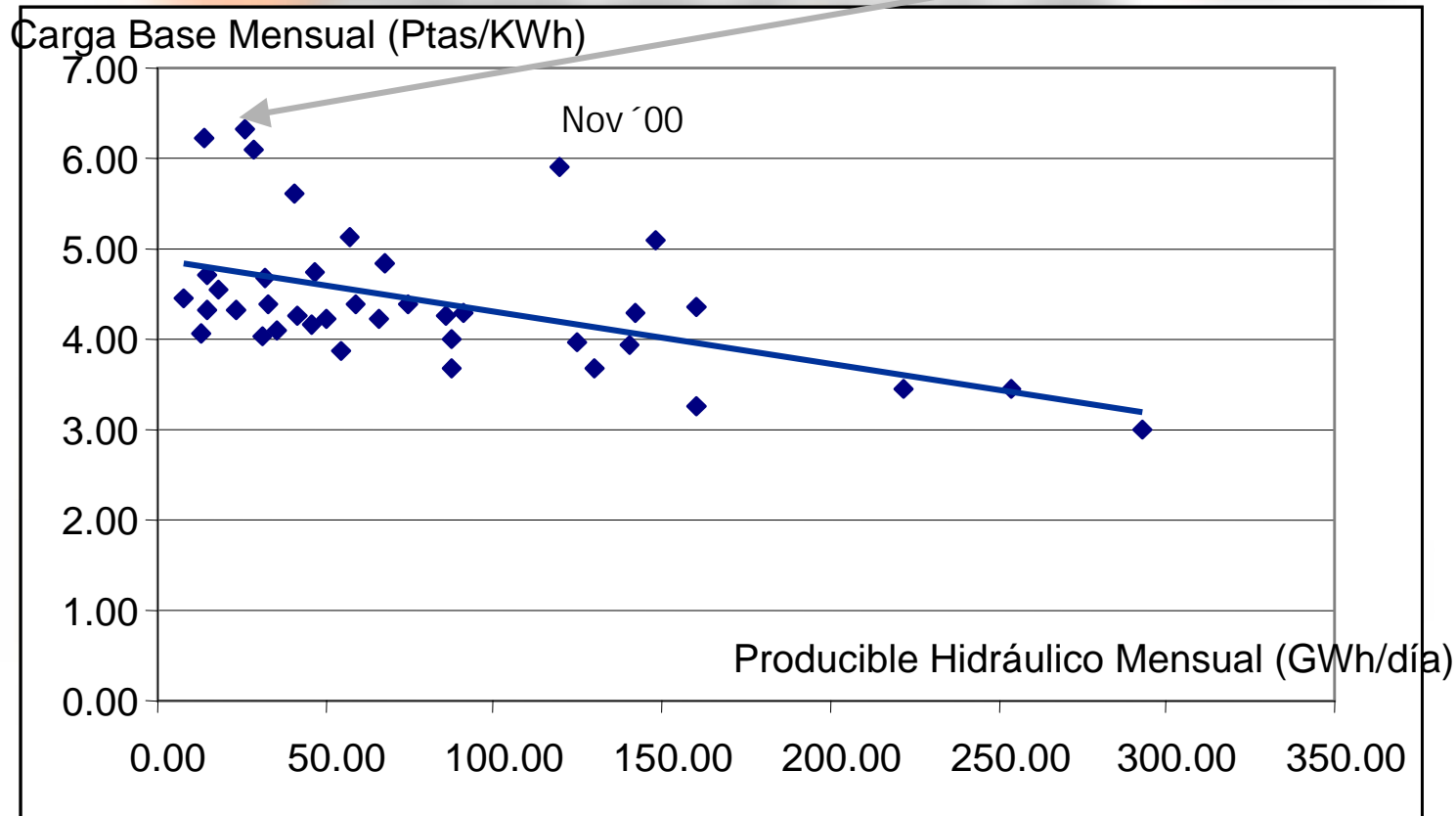
# Evolución Carga Base-Producibles Hidráulicos



# Correlación Carga Base-Producibile Hidráulico

Muestran una relación claramente negativa

Mar, Sep, Oct '00



El año 2000 tiene el efecto de la subida de precios del petróleo mezclada con la baja hidraulicidad

# Índice de Producible Hidráulico

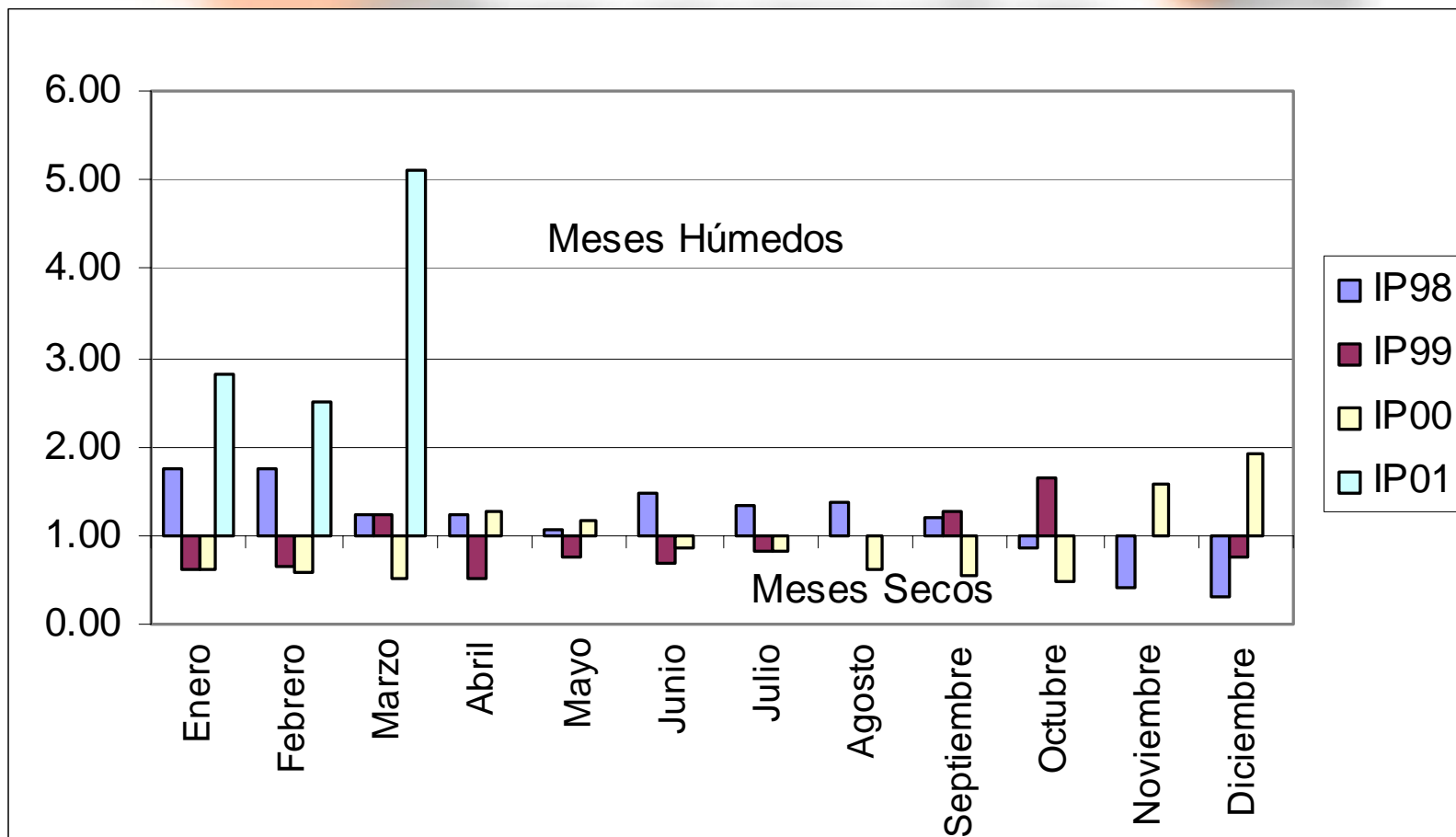
IP= Índice del Producible

- En un intervalo determinado, es el cociente entre la energía producible y la energía producible media (en base al histórico).

IP < 1 (100%)      período seco

IP > 1 (100%)      período húmedo

# Evolución del Índice de Producible Hidráulico



# @Energy-Forward en España

Miguel A. Lasheras (IME)

Modelos para la Valoración de Derivados y Gestión de Riesgos  
en Mercados Energéticos

Seminario FEA-IME, Madrid, 5 y 6 de abril, 2001



# El Modelo de FEA

$$d \log S_t = a * (\theta_t - \log(S_t / F(0, t)))dt + \sigma_t d\omega_t$$

- Reversión a la media.
- Tendencia.
- Curva Forward.
- Volatilidades.

¿Cómo podemos construir una **curva forward** adecuada al mercado español?

# Datos de Partida

**FEA @ENERGY: Forward Curve**  
**Power Data Calibration**

**Version 2.0**

**Inputs**

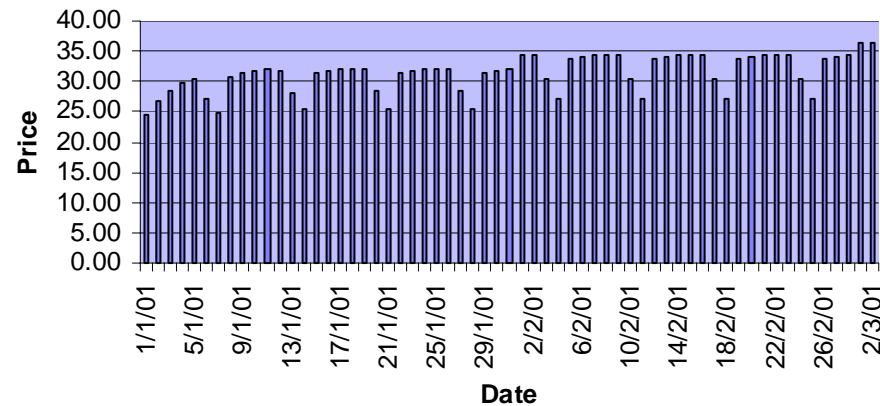
	f = specify file. v = view file.	Peak*	Peak Starts	Peak Ends	Interest Rate Curve*
					maturity rate
Data File	gy\testdata\precioseuro.txt	Monday			0.002739726 4.79%
Asset Name	pmgh	Tuesday			0.083333333 4.83%
Power Type*	OFF-PEAK	Wednesday			0.25 4.91%
Data Starts*		Thursday			0.5 4.91%
Data Ends*		Friday			1 4.97%
Season Starts*		Saturday			2 5.08%
Season Ends*		Sunday			3 5.18%
Filter*		Holiday			5 5.36%
Jump*					3 5.18%
Calib Step	DAY				5 5.36%
Mean Reversion*					10 5.74%
Drift*					30 6.12%
Forward Step*	DAY				
Vol Step*	DAY				
Value Date*	01/01/2001 0.00				
Curve Starts*	01/01/2001 0.00				
Curve Ends*	01/01/2003 0.00				
Log File*	erg_log.txt				

# Estimación de Precios con @Energy-Forward Curve

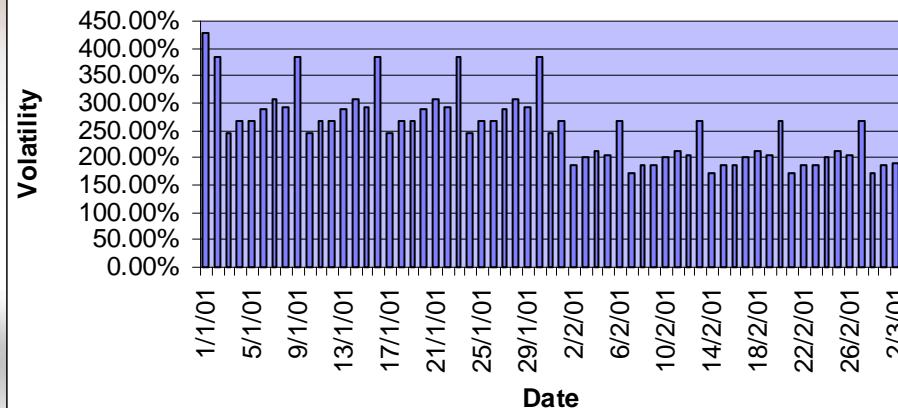
Calibrated Price Curve			Calibrated Volatility Curve		
Date		Price	Date		Volatility
01/01/2001	0.00	24.55	01/01/2001	0.00	427.97%
01/02/2001	0.00	26.88	01/02/2001	0.00	382.80%
01/03/2001	0.00	28.56	01/03/2001	0.00	245.31%
01/04/2001	0.00	29.66	01/04/2001	0.00	267.86%
01/05/2001	0.00	30.28	01/05/2001	0.00	265.72%
01/06/2001	0.00	27.24	01/06/2001	0.00	290.16%
01/07/2001	0.00	24.69	01/07/2001	0.00	306.75%
01/08/2001	0.00	30.83	01/08/2001	0.00	293.53%
01/09/2001	0.00	31.46	01/09/2001	0.00	382.80%
01/10/2001	0.00	31.81	01/10/2001	0.00	245.31%
01/11/2001	0.00	31.95	01/11/2001	0.00	267.86%
01/12/2001	0.00	31.86	01/12/2001	0.00	265.72%
01/13/2001	0.00	28.21	01/13/2001	0.00	290.16%
01/14/2001	0.00	25.29	01/14/2001	0.00	306.75%
01/15/2001	0.00	31.35	01/15/2001	0.00	293.53%
01/16/2001	0.00	31.82	01/16/2001	0.00	382.80%
01/17/2001	0.00	32.06	01/17/2001	0.00	245.31%
01/18/2001	0.00	32.12	01/18/2001	0.00	267.86%

# Curvas de Precios Forward y Volatilidad con granularidad diaria

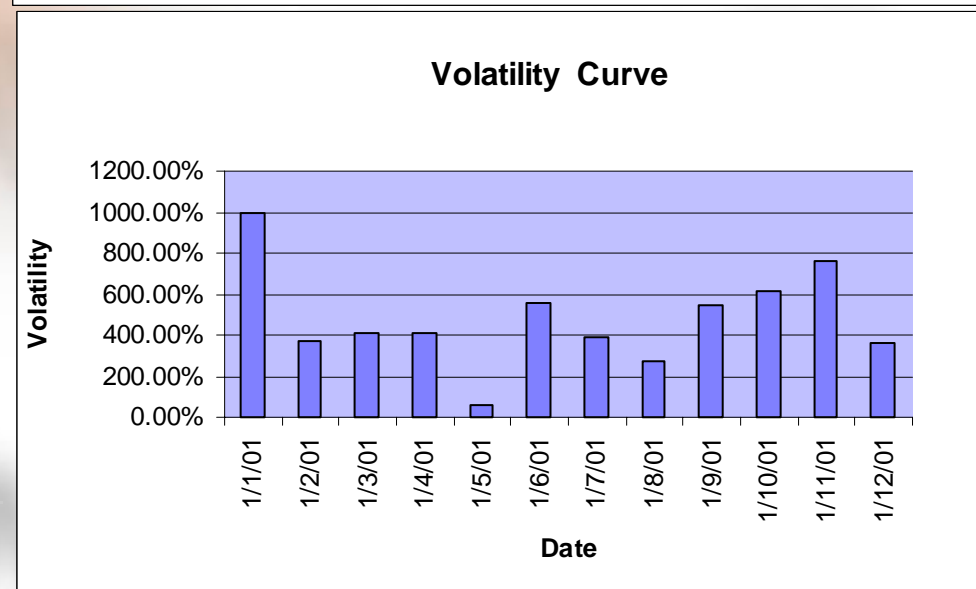
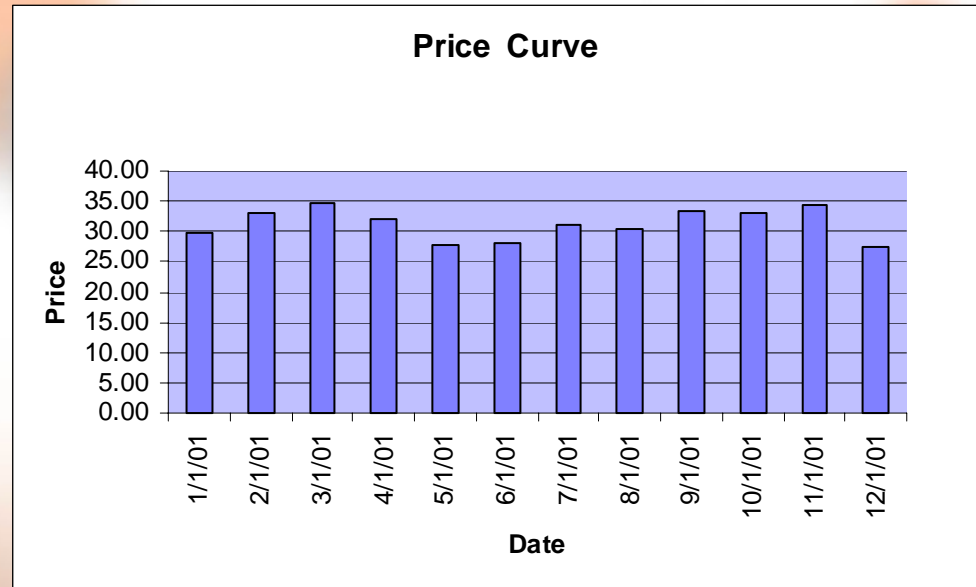
Price Curve



Volatility Curve

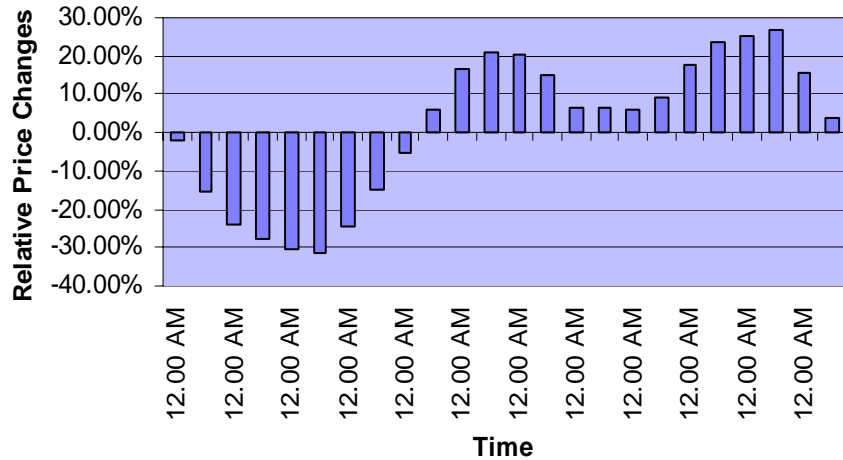


# Curvas de Precio Forward y Volatilidad con granularidad mensual

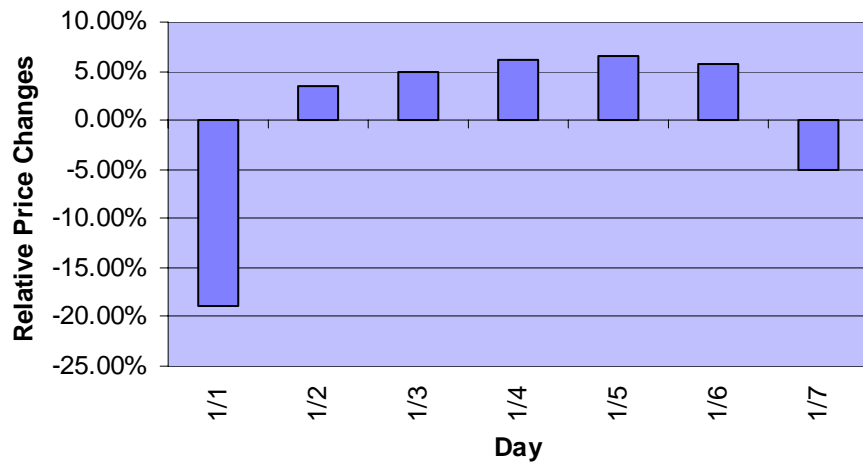


# Perfiles de Precios

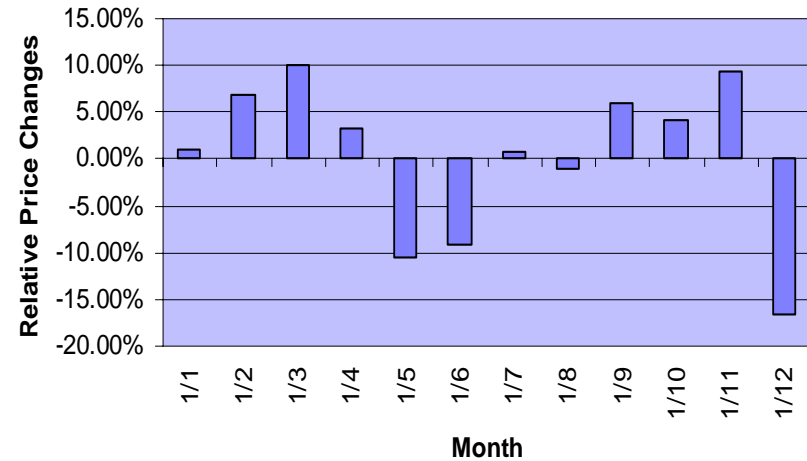
Day Profile (Price, off-peak)



Week Profile (Price, off-peak)

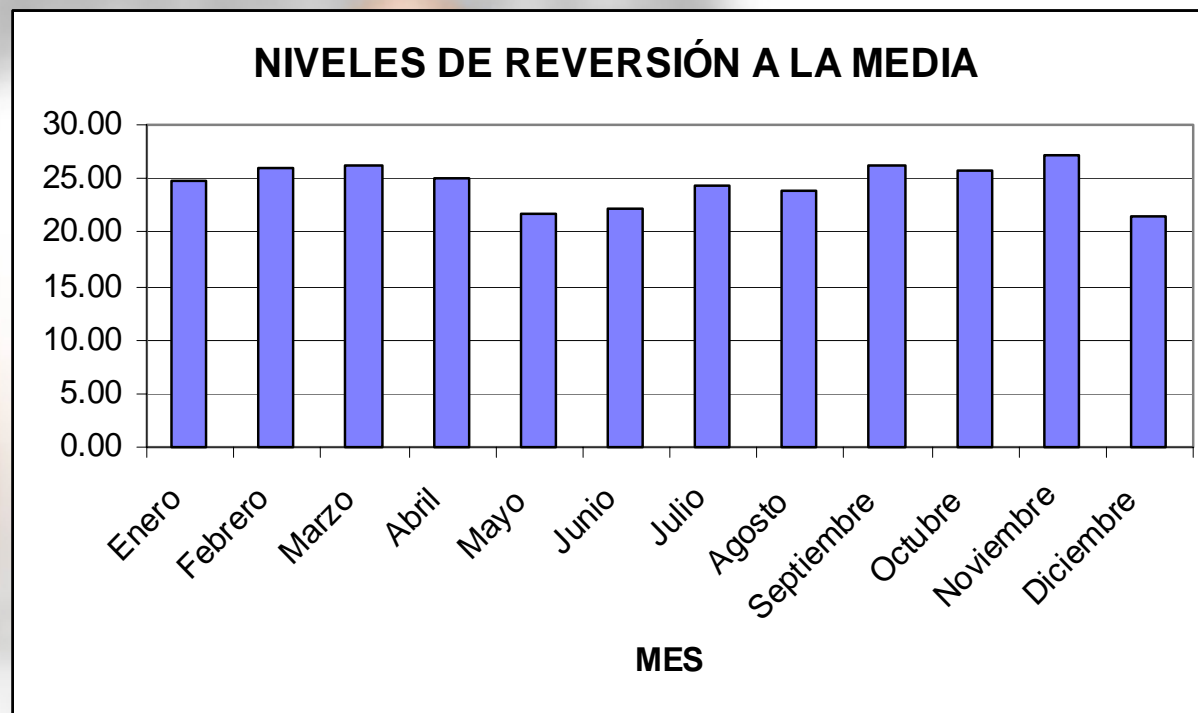


Year Profile (Price, off-peak)



# Niveles de Precios a los que revierte la media (€/MWh)

<b>Enero</b>	<b>24.71</b>
<b>Febrero</b>	<b>25.88</b>
<b>Marzo</b>	<b>26.30</b>
<b>Abril</b>	<b>25.03</b>
<b>Mayo</b>	<b>21.66</b>
<b>Junio</b>	<b>22.12</b>
<b>Julio</b>	<b>24.34</b>
<b>Agosto</b>	<b>23.78</b>
<b>Septiembre</b>	<b>26.14</b>
<b>Octubre</b>	<b>25.85</b>
<b>Noviembre</b>	<b>27.06</b>
<b>Diciembre</b>	<b>21.42</b>



# ¿Se puede mejorar la predicción obtenida a partir de los datos históricos de precio spot?

- Reversión a la Media El precio retorna a un nivel que es igual al coste de producción
- Mayor hidraulicidad costes menores nivel al que revierten los precios es menor
- Hidraulicidad es clave para ajustar mejor los precios

# Introducción de la Hidraulicidad

- La hidraulicidad influye en los niveles de reversión a la media.
- Regresión del diferencial de precios reales ( $P$ ) y niveles de reversión a la media que calcula FEA ( $\bar{P}_{FEA}$ ) sobre una constante ( $\alpha$ ) y el diferencial entre el producible hidráulico ( $X$ ) y su media histórica ( $\bar{X}$ )

$$P - \bar{P}_{FEA} = \alpha + \beta * (X - \bar{X}) + \varepsilon$$

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
alfa	0.163408754	0.57604742	0.2836724	0.77824279
beta	-0.04478091	0.00994121	-4.50457396	6.4412E-05

# Corrección por hidraulicidad

$$P_{\text{corregido}} = \bar{P}_{\text{FEA}} + \alpha + \beta * (X - \bar{X})$$

## PRECIOS CORREGIDOS EN €/mwh

	P <sub>REAL</sub>	P <sub>FEA</sub>	P <sub>CORREGIDO</sub>
enero-01	20.66	25.74	18.6
febrero-01	19.57	28.41	23.86
marzo-01	18.12	29.96	20.26

# Curva Forward España a 3 de abril 01

