



cinve

Centro de Investigaciones Económicas

MODELOS DE PREDICCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE CORTO PLAZO EN URUGUAY*

Bibiana Lanzilotta
Silvia Rodríguez

Octubre 2015

*Proyecto FSE-ANII-2011

Estrategia de investigación

- ▶ Revisión del modelo de predicción diario: base para el modelo horario base.
- ▶ Elaboración del modelo horario base: 24 modelos horarios sobre la base del modelo diario.
- ▶ Elaboración de un modelo horario *benchmark* para la comparación predictiva con el modelo base.
- ▶ Evaluación del desempeño predictivo comparado de los modelos horarios

Trabajo en interacción con UTE (Despacho de carga y Grupo de análisis de Demanda)

- ▶ Identificación del problema:
 - Necesidad de proyección ajustada de la demanda de energía eléctrica para programación diaria y horaria
 - Para planificación a mediano plazo (proyecto previo)
- ▶ Facilitación de información de facturación/generación de ee (varias frecuencias)
- ▶ Crítica de los modelos
- ▶ Transferencia de modelos (programas de predicción)

Difusión posterior

- ▶ ADME
- ▶ Presentación de trabajos en ELAEE (Mdeo,...)
- ▶ Presentación de trabajos en Jornadas de Economía de BCU
- ▶ Presentación de trabajos en las Primeras Jornadas Nacionales de Econometría, (FCE – UBA). BsAs.
- ▶ Seleccionado para su publicación en Cuadernos del CIMBAGE
- ▶ En proceso de publicación en otras revistas

Contenido

- ▶ Revisión del modelo diario
- ▶ Modelo horario base
- ▶ Modelo horario *benchmark*
- ▶ Desempeño predictivo comparado
- ▶ Conclusiones y agenda

Modelo diario

- ▶ Revisión del modelo (Lanzilotta & Rosá, 2012).
- ▶ Modelización en etapas (adaptación de Espasa & Canelo, 1996)
 1. Filtrado de la serie: depuración de efectos de días especiales y transformación estacionaria
 2. Incorporación de la temperatura como determinante, además de otras variables climáticas
 - Modelo lineal
 - Modelo no lineal (de quiebres)

Filtrado de la serie de demanda diaria (1)

► Transformación estacionaria:

- Logaritmo natural de la demanda diaria (mwh)
- Diferencia regular: Δ (crecimiento respecto del día anterior)
- Diferencia estacional: Δ_7 (crecimiento respecto del mismo día de la semana anterior).

► Efecto de días especiales:

- Feriados
- Pascua y Carnaval
- Paros de actividad

Filtrado de la serie de demanda diaria (2)

► Agrupamiento de feriados (muestra)

Grupo	Feriatos
Grupo 1	1º enero, 25 diciembre
Grupo 2	1º mayo, 25 agosto, 1º marzo
Grupo 3	6 enero, 18 julio, 2 noviembre
Grupo 4	19 abril, 18 mayo, 19 junio, 12 octubre

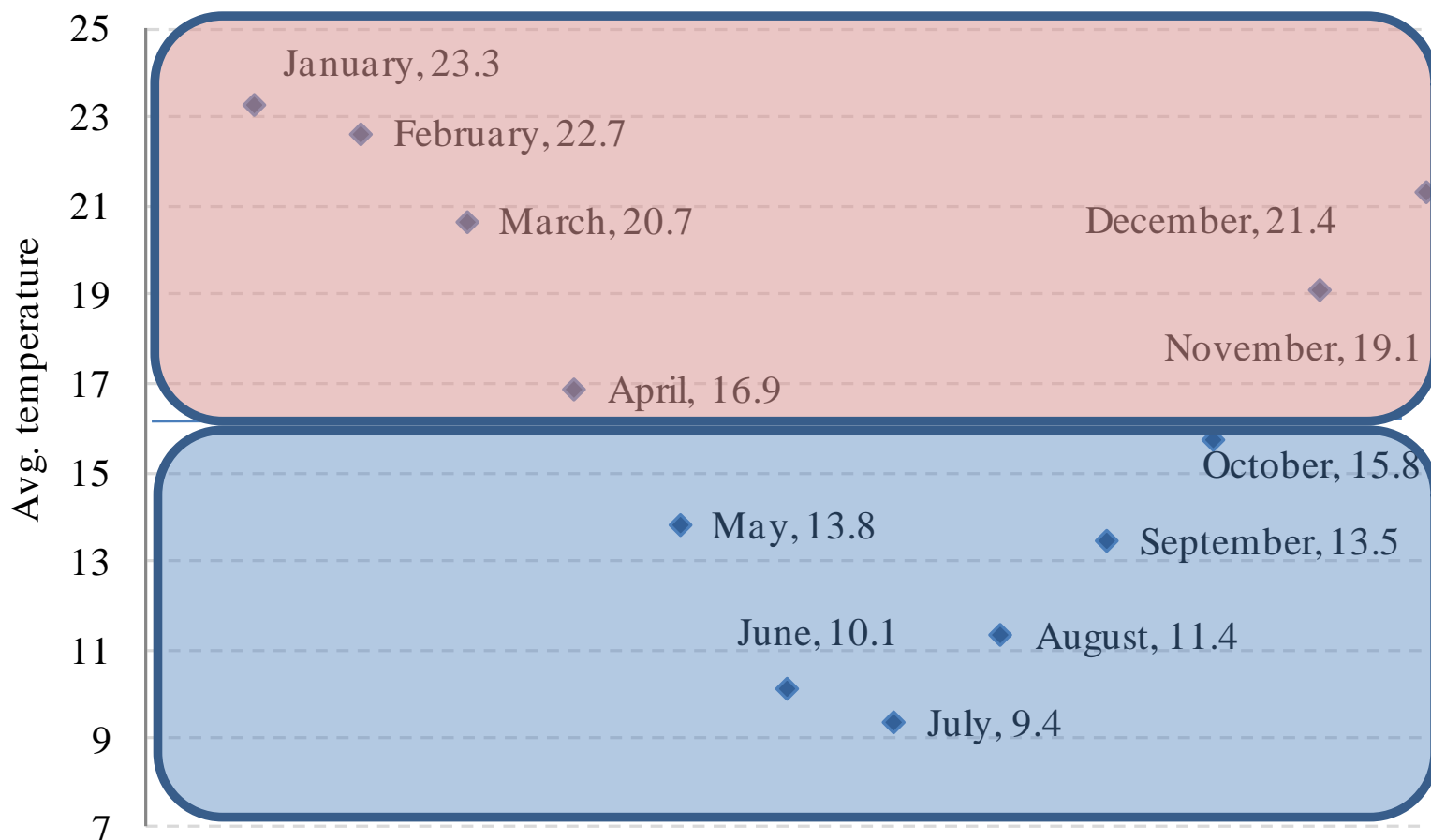
Incidencia de feriados (x días de la semana)/ Incidencia Pascua, Carnaval y Paros

► Ecuación estimada (01/01/2003 11/18/2012)

$$\begin{aligned} [7] \quad \Delta\Delta_7 \ln Dt = & \sum_{j=1}^{j=4} \Delta\Delta_7(G_{j,t} * Sun_t) f_1(L)' + \sum_{j=1}^{j=4} \Delta\Delta_7(G_{j,t} * Sat_t) f_2(L)' + \\ & \sum_{j=1}^{j=4} \Delta\Delta_7(G_{j,t} * Fri_t) f_3(L)' + \sum_{j=1}^{j=4} \Delta\Delta_7(G_{j,t} * Thu_t) f_4(L)' + \sum_{j=1}^{j=4} \Delta\Delta_7(G_{j,t} * \\ & Wed_t) f_5(L)' + \sum_{j=1}^{j=4} \Delta\Delta_7(G_{j,t} * Tue_t) f_6(L)' + \sum_{j=1}^{j=4} \Delta\Delta_7(G_{j,t} * Mon_t) f_7(L)' + \\ & \Delta\Delta_7 f_{10}(L)' East_t + \Delta\Delta_7 f_{11}(L)' Carn_t + \Delta\Delta_7 f_{12}(L)' Strike_t + \Delta\Delta_7 f_{12}(L)' Hol_t + \varphi_t, \end{aligned}$$

Incorporación de la temperatura como determinante

- Diferenciación de los meses cálidos y fríos (cambia)



Incorporación de la temperatura (01/01/07-18/11/12):

► Modelo lineal

$$\begin{aligned} \varphi_t = & Temp_t * f_{13}(L)' * Warm_t + Temp_t * f_{14}(L)' * Cold_t + Heliophany_t * f_{15}(L)' \\ & * Warm_t + Heliophany_t * f_{16}(L)' * Cold_t + RH_t * f_{17}(L)' * Warm_t + RH_t \\ & * f_{18}(L)' * Frío_t + Wind_t * f_{19}(L)' * Warm_t + Wind_t * f_{20}(L)' * Cold_t \\ & + Hour_t + +Veranillo_t + +Save_t \\ & + \sum_{i=1}^{i=11} Month'_{i,t} + \sum_{i=1}^{i=s} Outlier_{i,t} + \frac{\theta(L)}{\Phi(L)} a_t \end{aligned}$$

► Modelo no lineal (con quiebres en temperatura – iguales quiebres)

$$\begin{aligned} \varphi_t = & \sum_{i=1}^{i=v} Wu_t^i * f_{31}(L)' * Warm_t + \sum_{i=1}^{i=v} Wb_t^i * f_{32}(L)' * Warm_t \\ & + \sum_{i=1}^{i=r} Cu_t^i * f_{33}(L)' * Cold_t' + \sum_{i=1}^{i=r} Cb_t^i * f_{34}(L)' * Cold_t' + Heliophany_t \\ & * f_{35}(L)' * Warm_t + Heliophany_t * f_{36}(L)' * Cold_t + RH_t * f_{37}(L)' \\ & * Warm_t + RH_t * f_{38}(L)' * Cold_t + Wind_t * f_{39}(L)' * Warm_t + Wind_t \\ & * f_{40}(L)' * Cold_t + +Hour_t + +Veranillo_t + +Save_t \\ & + \sum_{i=1}^{i=11} Month_{i,t} + \sum_{i=1}^{i=s} Outlier_{i,t} + \frac{\theta(L)}{\Phi(L)} a_t \end{aligned}$$

Puntos de quiebre en la relación entre temperatura y demanda energía eléctrica

	Umbrales	Lag	Coeff.	Σ coeff.
Meses cálidos	Entre 16°C -	0	0.1191%	
	25°C	1	-0.0878%	0.0313%
	Más de 25°C	0	0.2198%	
		1	-0.1265%	0.0933%
Meses fríos		0	0.2222%	
	Menos de	1	0.0406%	
	10°C	2	-0.1116%	0.1512%
	Entre 10°C -	0	0.0136%	
	16°C	1	-0.0013%	0.0123%

[Impacto de la temperatura en el crecimiento diario de la ...](#)

Influencia de las otras variables climáticas

	Function section	Lag	Coeff.	Σ coeff.
Warm	Heliophany	0	0.0462%	
	Relative humidity	0	0.0514%	
		1	-0.0599%	-0.0085%
<hr/>				
Cold	Heliophany	0	-0.0261%	
		1	-0.0351%	-0.0612%
	Wind	0	0.1107%	
	Relative humidity	0	0.0319%	
		1	0.1107%	0.1426%

Cambio de hora: reduce 0,25% (del crecimiento diario respecto de 1 semana atrás)

Contenido

- ▶ Revisión del modelo diario
- ▶ Modelo horario base
- ▶ Modelo horario *benchmark*
- ▶ Desempeño predictivo comparado
- ▶ Conclusiones y agenda

Modelo horario base

- ▶ Estrategia: Se estiman 24 modelos, uno para cada hora del día.
- ▶ Por qué?
 1. Con esta estrategia se llega a obtener la predicción para las próximas 24 horas mediante 24 proyecciones a 1 paso, lo cual reduce el error esperado de predicción.
 2. La serie horaria contiene estacionalidades múltiples:
 1. dentro del día,
 2. de la semana y
 3. dentro del año.

Esta estrategia permite simplificar la modelización.

Tienen las características de la serie de demanda diaria.

Especificación: En esencia se adapta el modelo de predicción diario a las características de las series horarias

1. En la ecuación 1 se recoge el efecto calendario en la demanda horaria

$$\Delta\Delta_7 \ln D_t = \sum_{j=1}^{j=4} \Delta\Delta_7 (G_{j,t}) f_1(L)' + \Delta\Delta_7 f_{10}(L)' Pasc_t \\ + \Delta\Delta_7 f_{11}(L)' Carn_t + \Delta\Delta_7 f_{12}(L)' Paro_t + \varphi(L)_t$$

2. Período muestral: 2007/01/01 - 2012/11/18
3. Número de observaciones: 2149

No es posible construir variables que recojan la interacción del efecto del día feriado y el día de la semana, por tanto las variables que indican grupos de días feriados no distinguen si el día antes o después del feriado es jueves o viernes.

Especificación II

- En la segunda ecuación recoge el efecto de las variables climáticas en la demanda horaria.

$$Y = \alpha_1 b1 + \alpha_2 b1(-1) + \alpha_3 b2 + \alpha_4 b2(-1) + \alpha_5 b2(-2) + \alpha_6 b4 + \alpha_7 b4(-1) + \alpha_8 b3 + \alpha_9 b3(-1) + \alpha_{10} b3(-2) + \alpha_{11} HR*ver + \alpha_{12} viento*inv + \alpha_{13} veranillos + \sum_{i=1}^{i=11} \Delta\Delta_7 Mes_{i,t} + \sum_{i=1}^{i=s} \Delta\Delta_7 Atípico_{i,t} + \frac{\theta(L)}{\Phi(L)} a_t$$

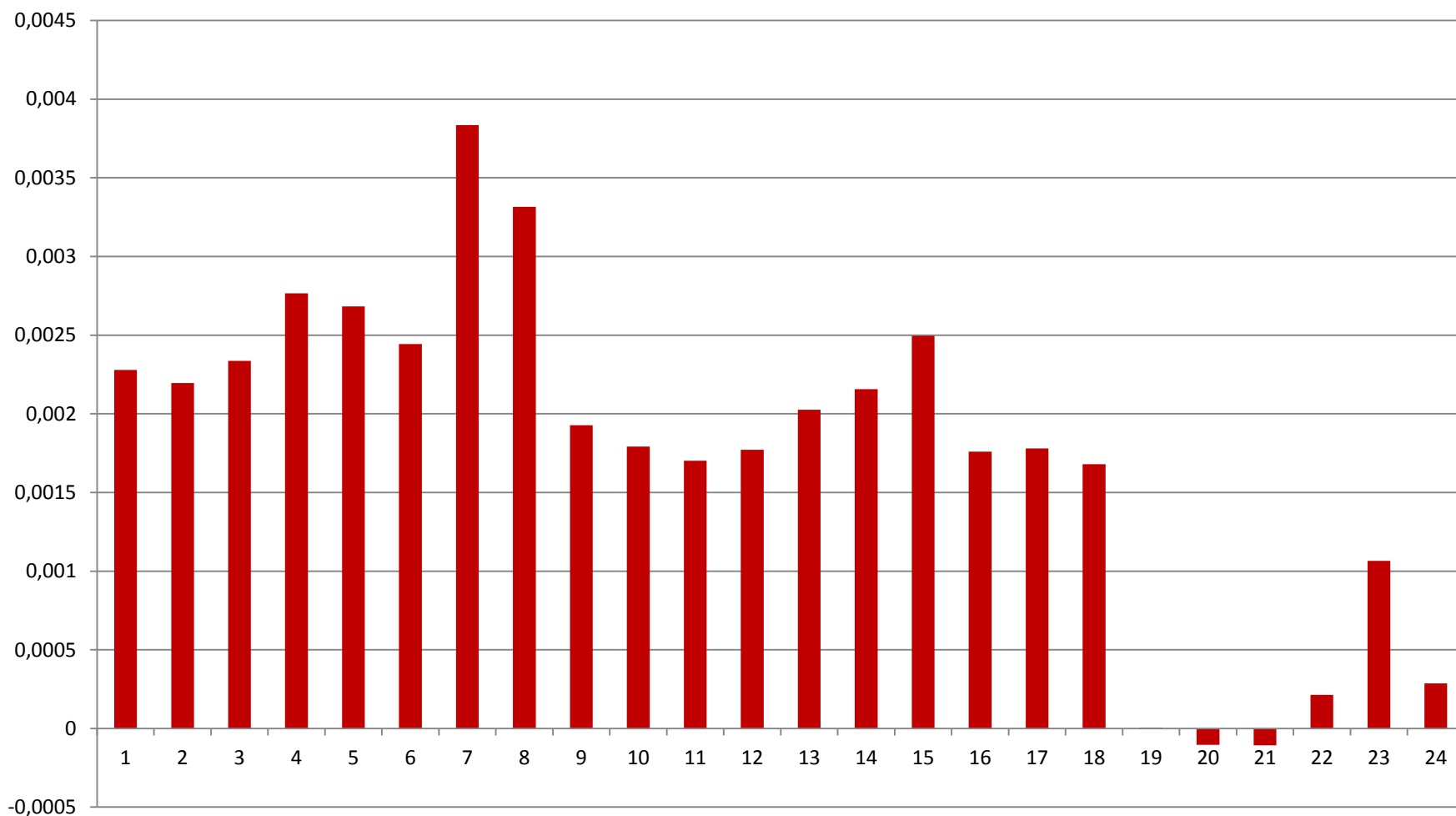
- Quiebres estimados en el modelo diario, 4 tramos de temperatura :
 - temperaturas menores a 16°C.
 - temperatura media es mayor a 25°C.
 - temperaturas medias entre 10°C y 16°C y entre 16°C y 25°C

Resultados

- ▶ Efectos diferenciales de las variables climáticas según horas y estaciones:
 - Temperatura (coeficientes diferenciados, ver gráficos)
 - Humedad relativa (no significativa en las primeras horas del día y sólo en verano)
 - Vientos (significativo en meses fríos)
 - Variables especiales: “veranillos”, “inviernillos”
 - Efecto de las variables climáticas en la demanda horaria I
- ▶ Mejora significativa en los modelos predictivos en esta segunda etapa de modelización
 - ▶ Evaluación del desempeño predictivo del modelo horario base...

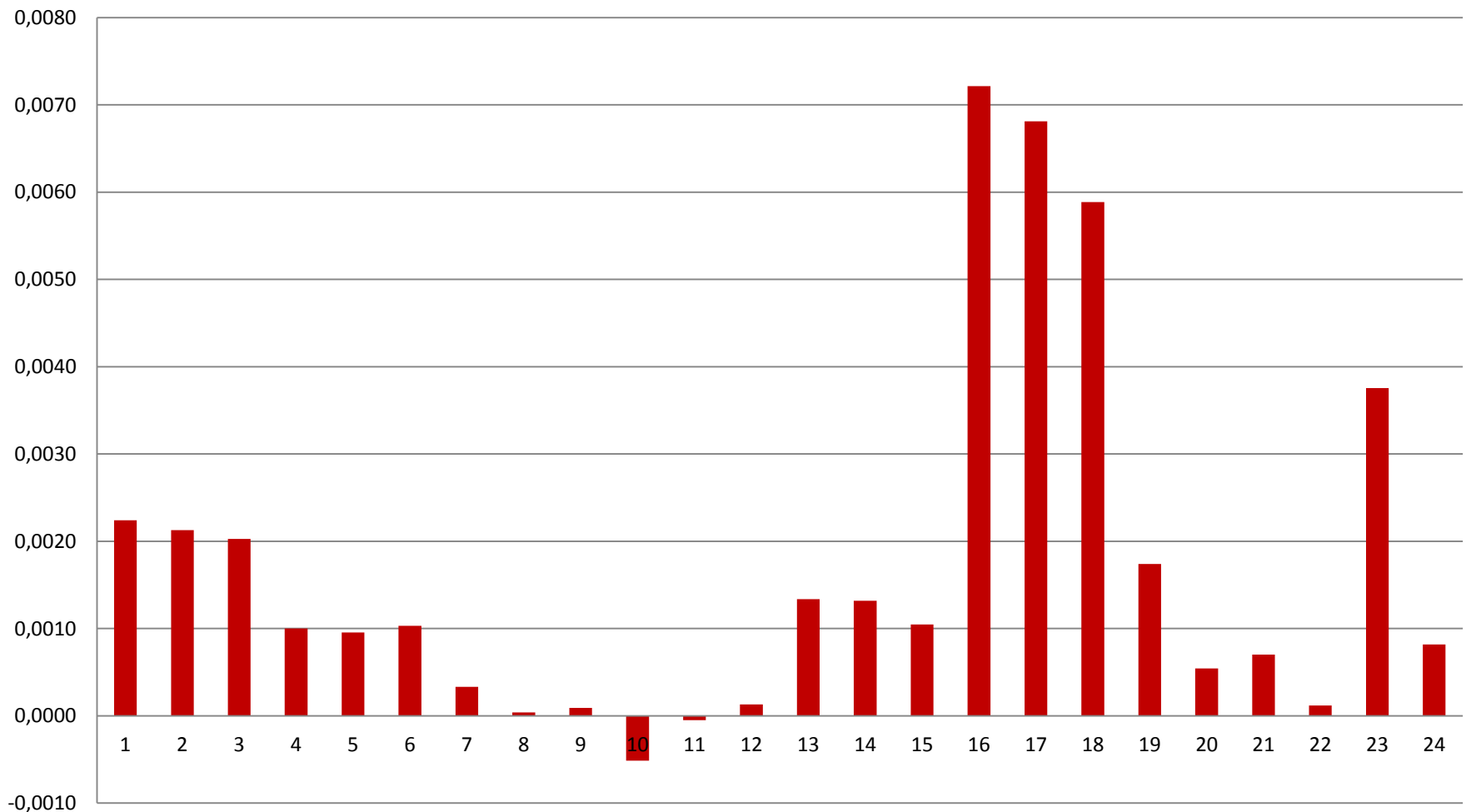
Efecto de las variables climáticas en la demanda horaria V

Coeficientes para las 24 horas del umbral caliente



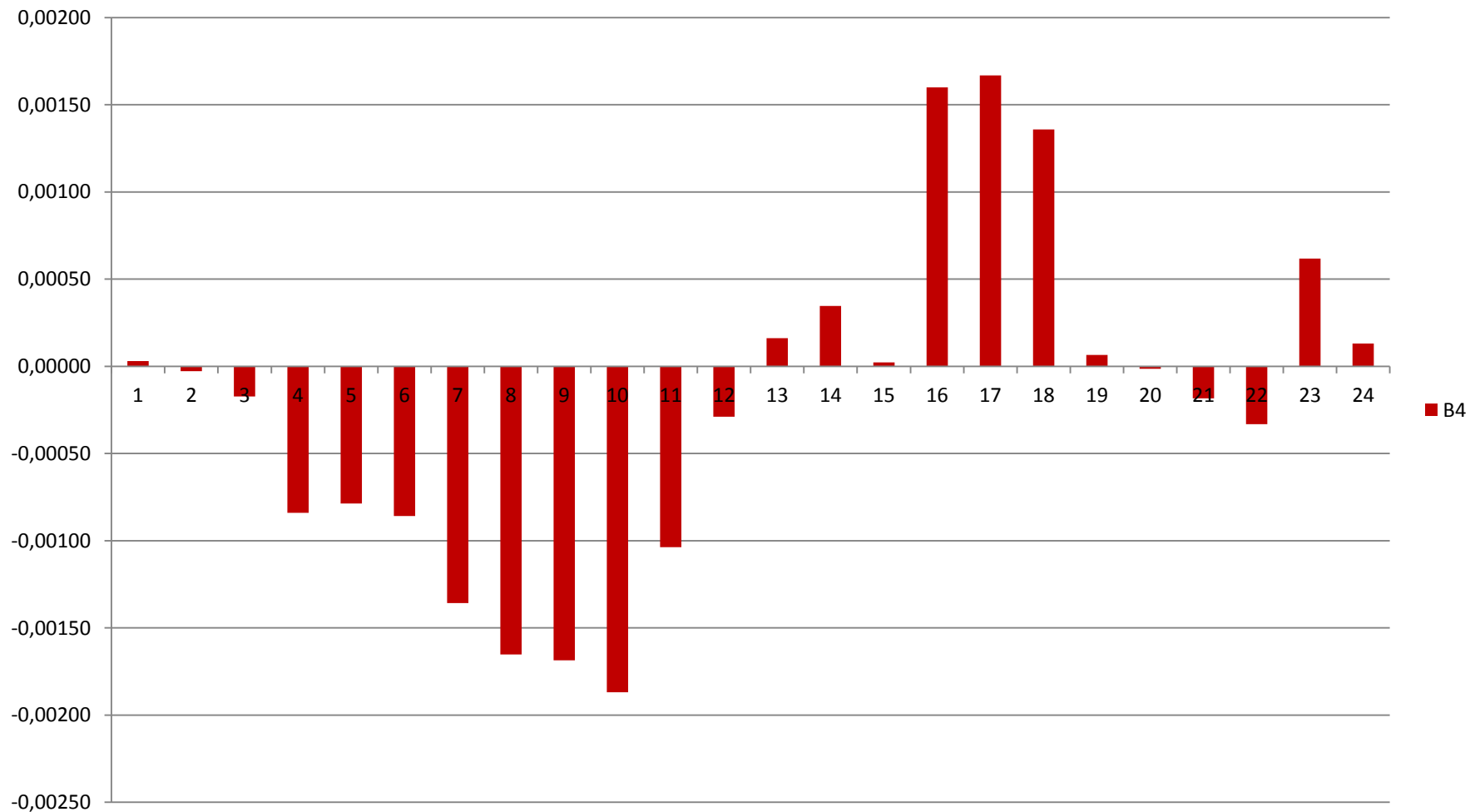
Efecto de las variables climáticas en la demanda horaria VI

Coeficientes estimados del umbral frío extremo para las 24 horas



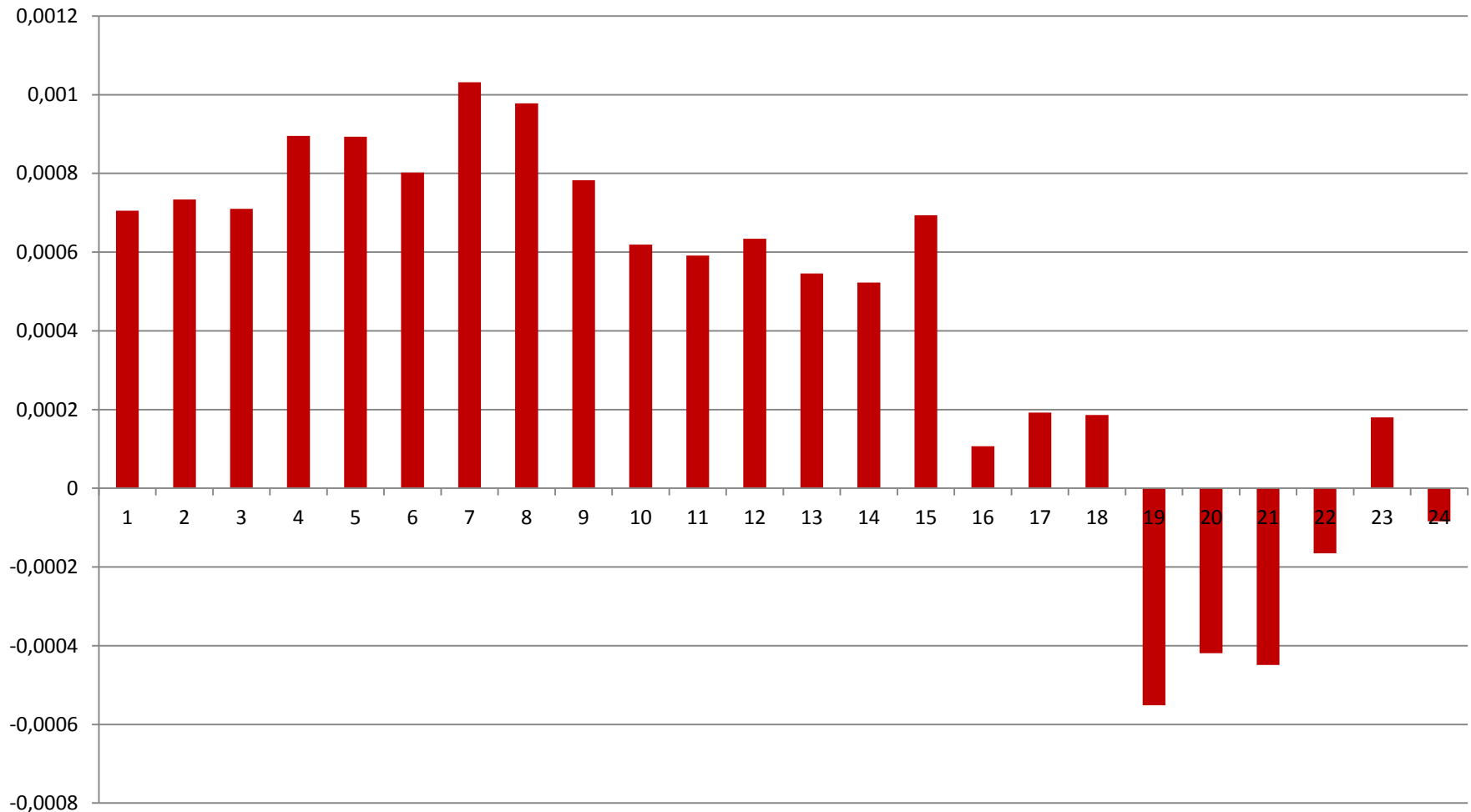
Efecto de las variables climáticas en la demanda horaria VII

Coeficientes para las 24 horas del umbral templado frío



Efecto de las variables climáticas en la demanda horaria VIII

Coeficientes estimados del umbral templado -cálido para las 24 horas



Contenido

- ▶ Revisión del modelo diario
- ▶ Modelo horario base
- ▶ Modelo horario *benchmark*
- ▶ Desempeño predictivo comparado
- ▶ Conclusiones y agenda

Modelo horario de comparación

- ▶ Se estimó un modelo univariante ARIMA-IA para una única serie horaria encadenada ($Ddah$).
- ▶ Muestra más corta:
 - 1/01/2010, hora 00:00 a 18/11/2012, hora 23:00.
- ▶ El número de observaciones totales: 25.272.
- ▶ Transformación logarítmica ($ddah$)
- ▶ La estacionalidad de esta serie horaria completa incluye además de las diarias la estacionalidad dentro del día.
- ▶ La transformación estacionaria de la serie corresponde a $D(ddah, 1, 168)$

Modelo horario de comparación

► Variables determinísticas incorporadas:

- Pascua
- Carnaval
- Cambio de hora
- Día de la semana
- Atípicos

$$\begin{aligned}\Delta\Delta_{168} \ln D_{aht} = & \sum_{j=1}^{j=4} \Delta\Delta_{168}(G_{j,t}) + \Delta\Delta_{168}f_1(L)'Pasc_t \\ & + \Delta\Delta_{168}f_2(L)'Carn_t + \Delta\Delta_{168}f_2(L)'Hora + \sum_{i=1}^{i=7} Dias_{i,t} \\ & + \sum_{i=1}^{i=s} \Delta\Delta_{168}Atípico_{i,t} + \frac{\theta(L)}{\Phi(L)} a_t + \varphi_t\end{aligned}$$

Resultados

- Se obtuvo un modelo sencillo, que tenía como principal objetivo, servir de comparación con el modelo horario base, del sistema de 24 ecuaciones.

Error Absoluto Medio 1 a 3 pasos adelante (durante las 24 horas del 08/11/2012)

	h=1	h=2	h=3
EAM (de 24hs)	0.7%	1.3%	1.8%

Contenido

- ▶ Revisión del modelo diario
- ▶ Modelo horario base
- ▶ Modelo horario *benchmark*
- ▶ Desempeño predictivo comparado
- ▶ Conclusiones y agenda

Desempeño predictivo de los modelos horarios base y *benchmark* y del modelo predictivo diario, en base diaria

Demanda observada y proyectada y errores relativos

	Demanda de energía eléctrica (mwh)				Errores relativos		
	Observada	Predicciones del modelo:					
		Horario benchmark	Horario base	Diario	Horario benchmark	Horario base	Diario
08/11/2012	30333	31042	30028	29937	2.3%	-1.0%	-1.3%
09/11/2012	29775	30413	29255	29656	2.1%	-1.7%	-0.4%
10/11/2012	24569	24712	24597	27396	0.6%	0.1%	11.5%
EAM (3 días)					1.7%	1.0%	4.4%
EAM (2 días)					2.2%	1.4%	0.9%

Desempeños predictivos diario: [Desempeño predictivo diario](#)

Horario base: [Desempeño predictivo horario base.](#)

Horario benchmark: [Evaluación del desempeño predictivo del benchmark](#)

Contenido

- ▶ Revisión del modelo diario
- ▶ Modelo horario base
- ▶ Modelo horario *benchmark*
- ▶ Desempeño predictivo comparado
- ▶ Conclusiones y agenda

Conclusiones

- ▶ El modelo horario base, que corresponde al sistema de 24 modelos predictivos es el que en términos generales parece mostrar mejor desempeño a la hora de predecir el día siguiente.
- ▶ El modelo horario *benchmark* no supera en ninguno de los tres días al modelo base (si bien no tiene un mal desempeño).
- ▶ Excluyendo el día 10 – que correspondió a un atípico en el modelo diario y en algunas horas del modelo base- el modelo diario es el que posee mejor desempeño.
- ▶ Ello sugiere que en tanto el modelo diario se vio sorprendido por este evento atípico, el horario lo logra captar adecuadamente (atípico debido a fuerte caída de temperatura).

Conclusiones (2)

- ▶ Estos resultados deben considerarse como preliminares.
- ▶ La evaluación realizada indica que tanto el modelo diario como el modelo horario base compuesto por 24 ecuaciones horarias brindan pronósticos ajustados a un día plazo, **siempre y cuando no se prevean cambios bruscos de temperatura.**
- ▶ **Ante esos eventos el mejor pronóstico lo arroja el modelo base horario.**
- ▶ A horizontes más alejados (2 a 7 días) la referencia debe estar dada por el modelo diario.

Conclusiones (3)

- ▶ Para la predicción horaria se recomienda considerar alternativamente ambos modelos horarios de forma de tener al menos tres pronósticos de referencia: el del modelo horario base, el del modelo *benchmark*, y un tercero que surja de la distribución dentro del día del pronóstico horario.
- ▶ Para la evaluación predictiva no se emplearon pronósticos de las variables climáticas. Por lo que a los errores computados deberá agregarse la incertidumbre asociada a los pronósticos diarios y horarios de temperatura.
- ▶ La precisión de estos pronósticos deberá considerarse a la hora evaluar la demanda de energía eléctrica predicha.



cinve

Centro de Investigaciones Económicas

MODELOS DE PREDICCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE CORTO PLAZO EN URUGUAY*

Bibiana Lanzilotta
Silvia Rodríguez

Octubre 2015

*Proyecto FSE-ANII-2011

Incidencia de feriados (x días de la semana)

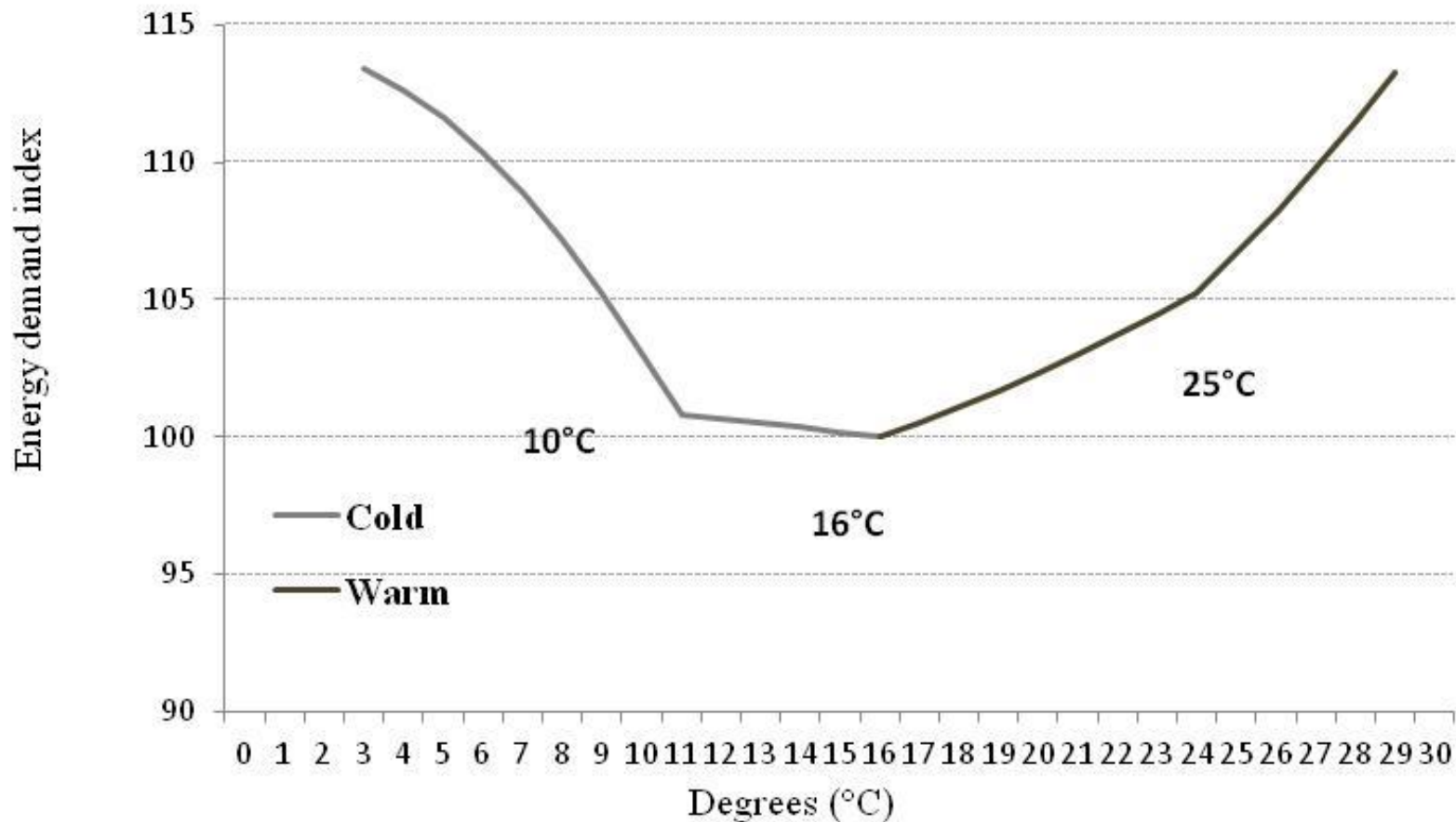
		Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado				
Domingo	Gr1	-0.0701	-8.72									
	Gr2	-0.0383	-3.48									
	Gr3	-	-									
	Gr4	-	-									
Lunes	Gr1	-0.0363	-2.47	-0.2393	-16.26	-	-					
	Gr2	-	-	-0.1582	-20.29	-	-					
	Gr3	-	-	-0.0984	-22.06	-	-					
	Gr4	-	-	-0.0280	-7.32	-	-					
Martes	Gr1			-0.0561	-3.49	-0.2930	-14.240	-0.0819	-5.095			
	Gr2			-0.0261	-2.36	-0.1905	-13.553	-0.0209	-1.898			
	Gr3			-	-	-0.0753	-10.774	-	-			
	Gr4			-	-	-0.0323	-3.532	-	-			
Miércoles	Gr1				-0.0288	-1.346	-0.2082	-9.762	-	-		
	Gr2				-	-	-0.1467	-13.320	-	-		
	Gr3			-0.0155	-1.57	-0.0285	-2.267	-0.1028	-10.422	-	-	
	Gr4				-	-	-0.0157	-1.424	-	-		
Jueves	Gr1					-0.0626	-5.466	-0.2529	-17.251	-0.046	-4.035	
	Gr2				-	-		-0.1450	-18.527	-	-	
	Gr3				-	-		-0.0688	-7.660	-	-	
	Gr4				-	-		-0.0277	-3.074	-	-	
Viernes	Gr1						-0.0660	-4.107	-0.276	-13.390	-0.056	-8.312
	Gr2						-0.0670	-4.315	-0.224	-11.300	-0.029	-1.853
	Gr3						-0.0156	-1.895	-0.076	-9.198	-	-
	Gr4						-0.0267	-2.296	-0.036	-3.079	-	-
Sábado	Gr1	-0.0540	-4.73					-0.030	-2.599	-0.194	-13.315	
	Gr2	-	-					-	-	-0.103	-13.182	
	Gr3	-	-					-	-	-0.040	-3.658	
	Gr4	-	-					-	-	-	-	

Incidencia Pascua, Carnaval y Paros

Efecto			
calendario	Rezagos	Estimación	T ratio
Pascua	0	-0.0092	-1.59
	1	-0.1021	-13.33
	2	-0.1943	-23.12
	3	-0.1141	-13.23
	4	-0.0659	-7.84
	5	-0.0532	-6.94
	6	-0.0407	-7.03
Carnaval	0	-0.0970	-12.93
	1	-0.0997	-12.57
	2	-0.0251	-3.35
	3	-0.0132	-2.30
	+1	-0.0173	-3.00
Paro	0	-0.0167	-7.87

[volver](#)

Impacto de la temperatura en el crecimiento diario de la demanda (respecto de la de 7 días antes) de energía eléctrica



[volver](#)

Efecto de las variables climáticas en la demanda horaria I

Cuadro 2

Efecto de las variables climáticas en las horas 0,1,2 y 3

	HORA 0	p valor	HORA 1	p valor	HORA 2	p valor	HORA 3	p valor
B1	0.0007	0.00	0.0007	0.00	0.0007	0.00	0.0009	0.00
B1(-1)	-0.0006	0.00	-0.0007	0.00	-0.0006	0.00	-0.0007	0.00
B2	0.0023	0.00	0.0022	0.00	0.0023	0.00	0.0028	0.00
B2(-1)	-0.0019	0.00	-0.0017	0.00	-0.0014	0.00	-0.0016	0.00
B2(-2)							-0.0011	0.00
B4	0.0000	0.88	0.0000	0.89	-0.0002	0.36	-0.0008	0.00
B4(-1)	-0.0004	0.03	-0.0004	0.04	-0.0003	0.08	0.0002	0.25
B3	0.0022	0.00	0.0021	0.00	0.0020	0.00	0.0010	0.00
B3(-1)	-0.0015	0.00	-0.0012	0.00	-0.0010	0.00	-0.0002	0.53
B3(-2)							-0.0004	0.04
HR*VER	0.0000	0.57	0.0000	0.81	0.0000	0.43	0.0000	0.10
VIENTO*INV	0.0006	0.00	0.0005	0.01	0.0004	0.02	0.0007	0.00
VERANILLOS	-0.0505	0.00	-0.0537	0.00	-0.0481	0.00	-0.0449	0.00

Efecto de las variables climáticas en la demanda horaria II

Cuadro 3

Efecto de las variables climáticas en las horas 7 , 8 y 9

	HORA 7	p valor	HORA 8	p valor	HORA 9	p valor
B1	0.0010	0.00	0.0008	0.00	0.0006	0.00
B1(-1)	-0.0007	0.00	-0.0006	0.00	-0.0009	0.00
B2	0.0033	0.00	0.0019	0.00	0.0018	0.00
B2(-1)	-0.0020	0.05	-0.0014	0.00	-0.0010	0.00
B4	-0.0017	0.00	-0.0017	0.00	-0.0019	0.00
B4(-1)	0.0010	0.00	0.0010	0.00	0.0012	0.00
B3	0.0000	0.89	0.0001	0.76	-0.0005	0.05
B3(-1)	0.0006	0.03	0.0005	0.08	0.0005	0.07
HR*VER	0.0000	0.20	0.0000	0.61	0.0000	0.04
VIENTO*INV	0.0004	0.05	0.0008	0.00	0.0011	0.00
VERANILLOS	-0.0471	0.00	-0.0517	0.00	-0.0451	0.00
INVIERNILLOS	0.0199	0.06	0.0207	0.04	0.0143	0.05

Efecto de las variables climáticas en la demanda horaria III

Cuadro 4

Efecto de las variables climáticas en las horas 14 y 15

	HORA 14	p valor	HORA 15	p valor
B1	0.0007	0.00	0.0001	0.60
B1(-1)	-0.0009	0.00	-0.0006	0.00
B2	0.0025	0.00	0.0018	0.00
B2(-1)	-0.0016	0.00	-0.0010	0.00
B4	0.0000	0.93	0.0016	0.00
B4(-1)	-0.0009	0.00	-0.0011	0.00
B3	0.0010	0.02	0.0072	0.00
B3(-1)	-0.0009	0.04	-0.0032	0.00
HR*VER	0.0000	0.61	0.0001	0.03
VIENTO*INV	0.0011	0.00	-0.0001	0.71
VERANILLOS	-0.0414	0.00	-0.0506	0.00

Efecto de las variables climáticas en la demanda horaria IV

Cuadro 5

Efecto de las variables climáticas en las horas 19, 20 y 21

	HORA 19	p valor	HORA 20	p valor	HORA 21	p valor
B1	-0.0004	0.01	-0.0004	0.00	-0.0002	0.14
B1(-1)	-0.0002	0.15	-0.0002	0.09	-0.0002	0.15
B2	-0.0001	0.42	-0.0001	0.32	0.0002	0.04
B2(-1)	0.0005	0.00	0.0005	0.00	0.0006	0.00
B2(-2)					-0.0005	0.00
B4	0.0000	0.94	-0.0002	0.24	-0.0003	0.03
B4(-1)	0.0009	0.00	0.0010	0.00	0.0006	0.00
B3	0.0005	0.04	0.0007	0.04	0.0001	0.69
B3(-1)	0.0011	0.00	0.0036	0.00	0.0034	0.00
B3(-2)					-0.0009	0.00
HR*VER	0.0001	0.02	0.0001	0.00	0.0001	0.02
VIENTO*INV	-0.0004	0.00	-0.0007	0.00	-0.0005	0.00
VERANILLOS	-0.0012	0.78	-0.0235	0.00	-0.0305	0.00
INVIERNILLOS	-0.0043	0.25				

[Volver](#)

Desempeño predictivo

<i>h</i> (days)	Oct-Nov	Sep-Oct	Jul-Aug	Jun	May	Apr	Feb-March	Dec-Jan	Annual Avg
h=1	2.59%	1.50%	1.80%	2.29%	1.86%	2.85%	1.95%	2.15%	2.1%
h=1-3	3.98%	2.14%	2.14%	3.36%	2.62%	3.50%	3.62%	2.74%	3.0%
h=1-7	4.95%	4.05%	2.30%	3.10%	3.03%	4.88%	4.89%	2.93%	3.8%

<i>h</i> (days)	Oct-Nov	Sep-Oct	Jul-Aug	Jun	May	Apr	Feb-March	Dec-Jan	Annual Avg
h=1	2.03%	1.20%	2.55%	2.20%	1.32%	2.89%	1.32%	1.84%	1.92%
h=1-3	2.63%	1.81%	2.93%	3.11%	2.80%	2.24%	1.35%	3.32%	2.52%

Day	Relative error 1 step ahead	Month	Relative error 1 step ahead
Sunday	2.4%	Dec-Jan	2.6%
Monday	2.4%	Feb-March	1.5%
Tuesday	1.8%	Apr	1.8%
Wednesday	2.8%	May	2.3%
Thursday	1.7%	Jun	1.9%
Friday	0.8%	July-Aug	2.8%
Saturday	0.6%	Sept-Oct	1.9%
		Oct-Nov	2.2%

[volver](#)

Evaluación del desempeño predictivo del modelo horario base I

Cuadro 9

Errores absolutos relativos de la predicción a un paso para los modelos horarios

	ENERO	ABRIL	JUNIO	JULIO	OCTUBRE	DICIEMBRE
HORA 0	0.005%	0.01%	0.04%	0.33%	0.27%	0.02%
HORA 1	0.129%	0.11%	0.34%	0.41%	0.11%	0.07%
HORA 2	0.289%	0.00%	0.25%	0.13%	0.04%	0.01%
HORA 3	0.050%	0.23%	0.16%	0.12%	0.10%	0.25%
HORA 7	1.717%	0.02%	0.35%	0.43%	0.52%	0.05%
HORA 8	0.685%	0.26%	0.12%	0.08%	0.21%	0.09%
HORA 9	1.627%	0.74%	0.40%	0.37%	0.72%	0.18%
HORA 14	1.23%	0.58%	0.86%	0.62%	0.37%	0.72%
HORA 15	1.10%	1.04%	0.75%	0.60%	0.59%	1.06%
HORA 19	0.59%	0.37%	0.23%	0.62%	1.23%	0.05%
HORA 20	0.00%	0.12%	0.55%	0.20%	0.29%	0.05%
HORA 21	0.10%	0.48%	0.66%	0.09%	0.09%	0.00%

Nota: Las negritas resaltan los errores más elevados.

[volver](#)

Evaluación del desempeño predictivo del *benchmark*

**Error Absoluto Medio
y Errores relativos
por días y hora
(1 a 24 pasos)**

(Promedio de los errores
relativos en valor
absoluto)

Hora	EAM	08/11/2012	09/11/2012	10/11/2012	11/11/2012
0	0.4%	0.0%	0.2%	1.2%	0.0%
1	1.3%	0.6%	0.7%	2.9%	-1.0%
2	1.5%	-0.3%	0.1%	4.1%	-1.6%
3	1.3%	0.3%	0.3%	3.2%	-1.3%
4	1.0%	0.1%	0.1%	2.7%	-0.9%
5	1.2%	-0.5%	0.5%	3.1%	-0.6%
6	2.1%	-1.9%	3.4%	3.1%	-0.1%
7	3.1%	-2.6%	4.2%	3.8%	1.8%
8	3.8%	-4.3%	3.7%	4.7%	2.6%
9	3.4%	-4.4%	1.7%	4.8%	2.5%
10	2.6%	-3.9%	0.6%	4.1%	1.7%
11	1.5%	-2.8%	0.4%	2.6%	0.2%
12	1.8%	-3.0%	1.5%	2.0%	-0.6%
13	2.0%	-1.0%	4.1%	1.0%	-1.7%
14	2.5%	-0.8%	6.2%	1.0%	-2.0%
15	3.6%	-0.4%	7.8%	3.2%	-2.9%
16	4.2%	-0.8%	7.0%	7.0%	-2.2%
17	3.8%	-1.7%	4.2%	8.2%	-1.0%
18	3.9%	-2.8%	2.9%	7.7%	-2.4%
19	3.2%	-4.2%	0.7%	7.1%	-1.0%
20	4.5%	-5.9%	2.4%	6.1%	3.5%
21	6.5%	-5.8%	2.2%	13.8%	4.3%
22	7.3%	-4.3%	2.8%	17.3%	4.7%
23	7.5%	-3.2%	1.9%	20.2%	4.8%
EAM		1.9%	2.5%	5.6%	2.3%