

*Trabajo de fin del curso SimSEE 2010*

# **Efectos de la consideración o no de los mínimos técnicos de las centrales en la proyección del precio estacional de la energía**

*Lic. Ec. Andrea Cabrera*

*Ing. Ana Casulo*

*Instituto de Ingeniería Eléctrica – FING.*

*Julio 2010*

*Montevideo - Uruguay*



## OBJETIVO

Analizar los efectos de considerar o no los mínimos técnicos de las centrales térmicas, en el cálculo del precio estabilizado de la energía para los siguientes seis meses de operación (precio spot estacional).

# HIPOTESIS DE TRABAJO

Los costos de una central térmica se pueden expresar en función del costo variable en el mínimo técnico y del costo incremental:

Una forma simplificada de representarla sería en función de su costo a plena carga:

$$\text{Costo}(p, A) = P_{\min} * cv_0 * A + cv_{inc} * p$$

$$- p + (P_{\max} - P_{\min}) * A \geq 0$$

Donde :

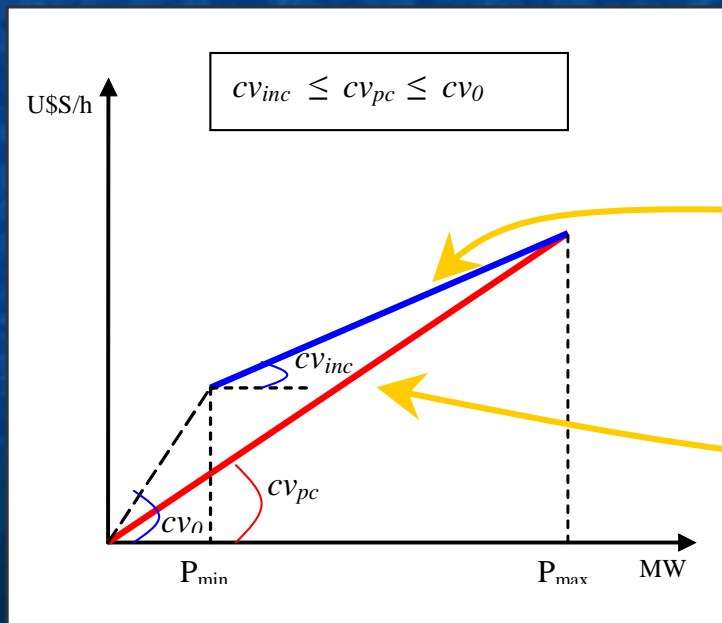
$$p = (P - P_{\min})$$

$A = 1$  o  $0$  según la máquina esté o no despachada

$cv_0$  = costo variable del mínimo técnico

$cv_{inc}$  = costo incremental

$$\text{Costo} = P * cv_{pc}$$



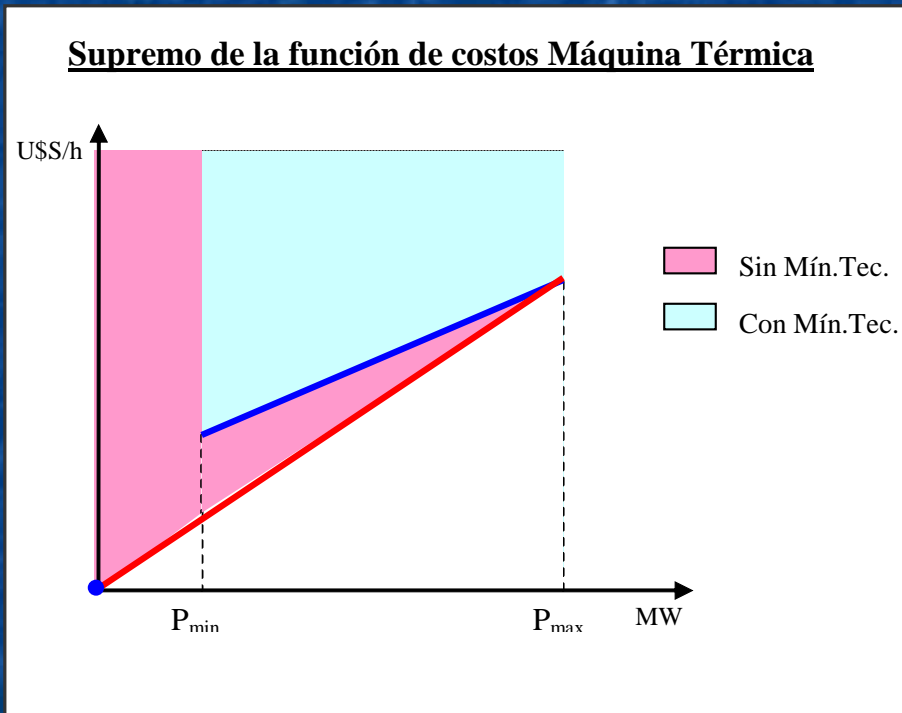
En un parque con una sola máquina se cumple que:

$$CMg_{SinMinTec} > CMg_{ConMinTec}$$

Y en un parque más complejo? ...

La simulación considerando generadores térmicos simples, resultará en un costo de operación y un costo futuro menor al que surge de modelar las máquinas con sus mínimos técnicos, ya que se trata de una relajación del problema original.

$$CF_{\text{SinMinTec}} < CF_{\text{ConMinTec}}$$



Representar las máquinas sin los mínimos técnicos equivale a considerar generadores más baratos y al existir otras máquinas térmicas o hidráulicas el operador podría cambiar el orden de despacho afectando así los costos marginales resultantes.

Para un parque más sofisticado:

$$CMg_{\text{SinMinTec}} \text{ ( ? ) } CMg_{\text{ConMinTec}}$$

## DESCRIPCIÓN DE LAS SALAS DE *SimSEE*

- Se parte de un escenario base, que es el considerado por ADME para la programación estacional noviembre/09-abril/10:
  - ✓ Optimización: 30/10/09 al 3/11/12 - Simulación : 26 semanas
  - ✓ Paso de tiempo semanal y cuatro escalones de falla
  - ✓ Demanda: año base y vector de energías anuales
  - ✓ Aportes: generados con el *sintetizador CEGH* a partir de las series históricas de aportes a Bonete, Palmar y SGU (1909 a mediados 2009).
  - ✓ Parque térmico actual modelado con y sin mínimos técnicos. No se consideran mantenimientos programados.
  - ✓ Parque hidráulico actual - 1 solo lago (Bonete)
  - ✓ Comercio internacional: contrato CEMSA, importación desde Brasil y Exportación
  
- Corridas complementarias:
  - ✓ Período de simulación ampliado a 104 semanas
  - ✓ Operación alejada del óptimo: comportamiento del operador ante una situación forzada en la que se encuentra con los lagos vacíos (se desvalorizó el agua dividiendo su costo entre 10) y debe marginar necesariamente con las máquinas térmicas

➤ **Modificaciones al escenario base** para evaluar si los efectos sobre el precio spot estacional que tiene modelar con o sin mínimos técnicos, se ven afectados al considerar una mayor o menor participación de la generación hidráulica en el parque generador:

- ✓ No se considera Salto Grande
  - ✓ Solo se modela Bonete
  - ✓ Parque sin centrales hidráulicas
- } ajuste de la demanda con **Fuente aleatoria constante**

# RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES CON *SimSEE*

## 1. En todos los escenarios analizados:

➤ Se verifica que el **costo futuro** que se obtiene al modelar los generadores térmicos considerando sus mínimos técnicos, es levemente superior al resultante si no se consideran dichos mínimos técnicos.

Millones U\$S actualizados		
	Sin Min.Tec.	Con Min.Tec.
Escenario Base	539.8	540.0
Esc.V. Agua/10	564.2	564.4

Datos promedio: 200 crónicas sintéticas - 104 sem.

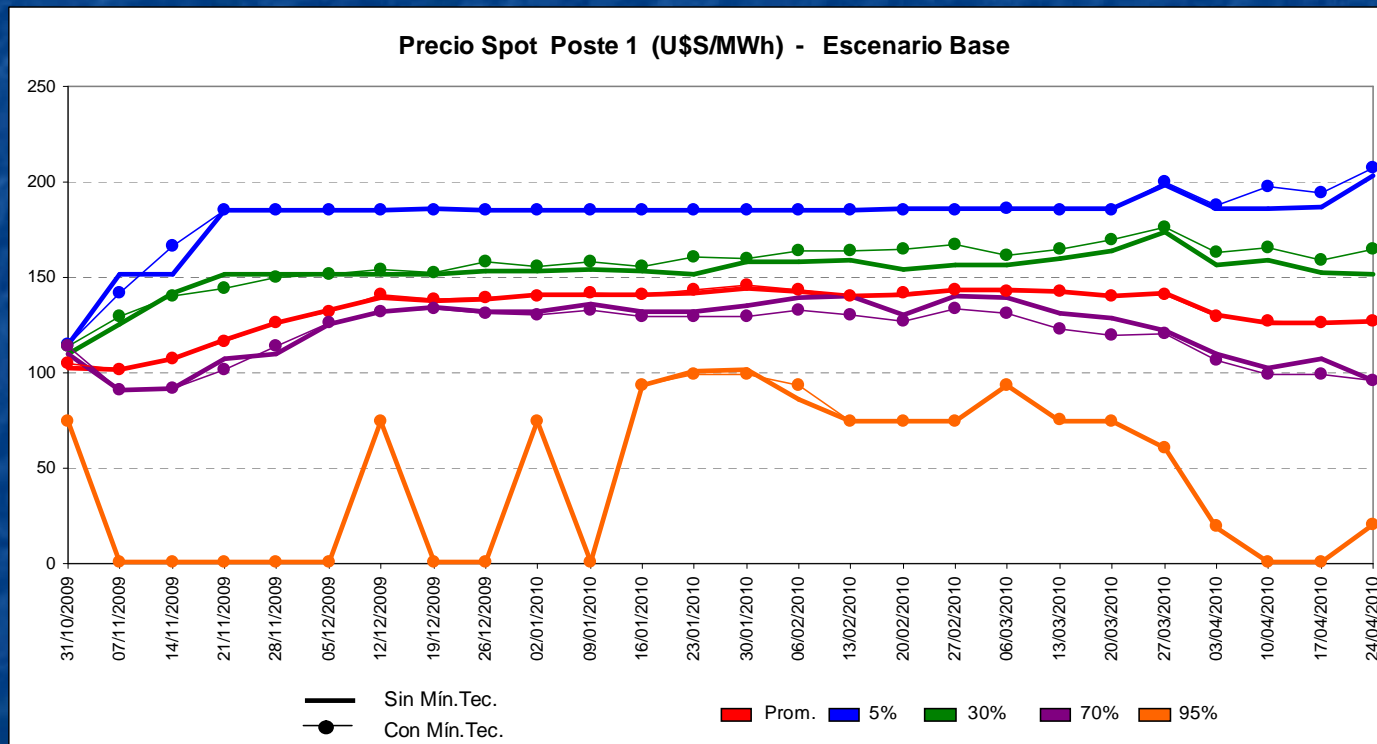
➤ No se constatan diferencias apreciables entre la **energía total generada por fuente** cuando las máquinas son representadas con sus mínimos técnicos y cuando se utilizan generadores térmicos básicos.

➤ Al modelar los generadores térmicos con sus mínimos técnicos, se observa una mayor **participación del agua a la hora de marginar**.

➤ Los **precios spot estacionales** obtenidos al representar los generadores con o sin sus mínimos técnicos no presentan diferencias significativas, pudiendo en algunos períodos ser superior uno de ellos y en otros suceder lo contrario.

## 2. Resultados Escenario Base:

➤ **Análisis por poste:** no se aprecian diferencias significativas entre los precios spot correspondientes a las corridas Con Mínimo Técnico y Sin Mínimo Técnico.

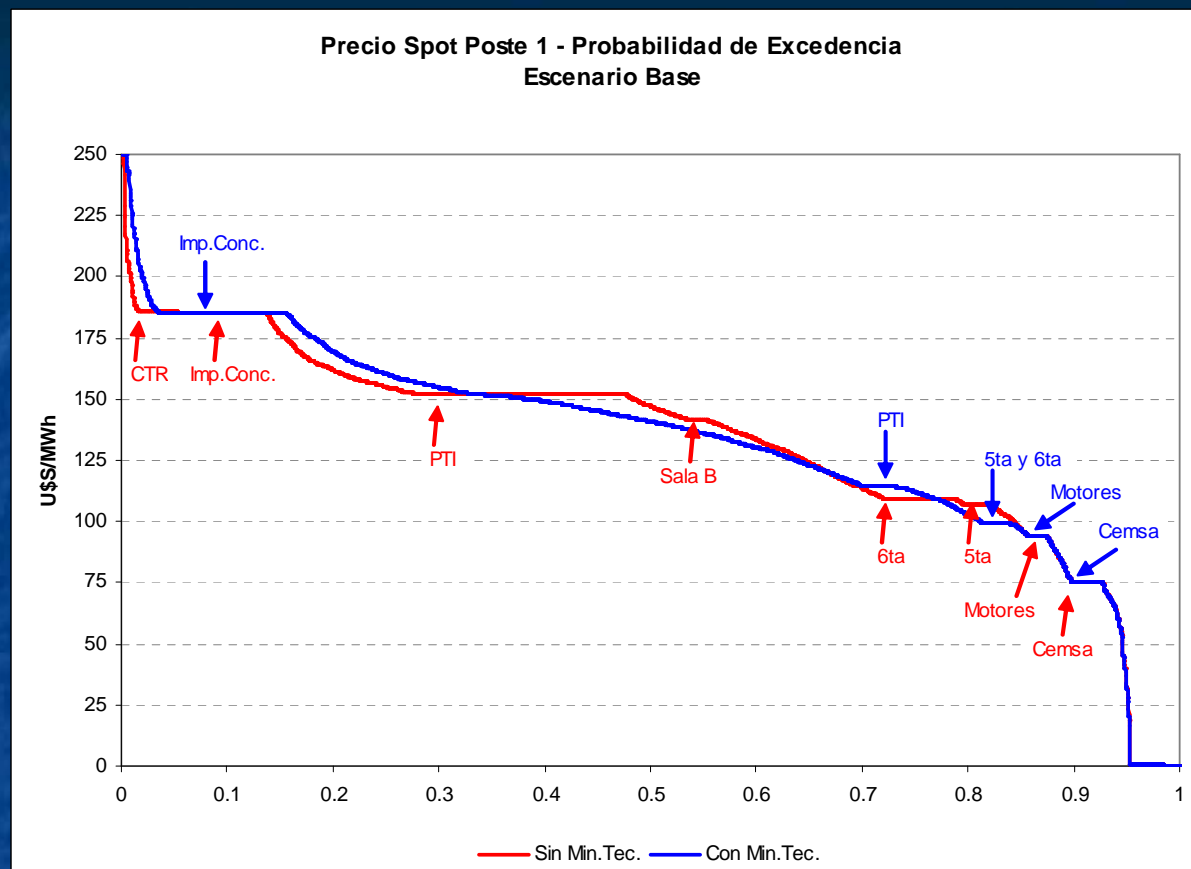


Si bien hay ciertos apartamientos, en el promedio se compensan.



➤ El agua margina mas tiempo en la corrida realizada considerando los mínimos técnicos.

	Modelación	
	Sin MinTec	Con MinTec
Agua	54.1%	79.6%
C.Térmicas c/MinTec	33.6%	4.4%



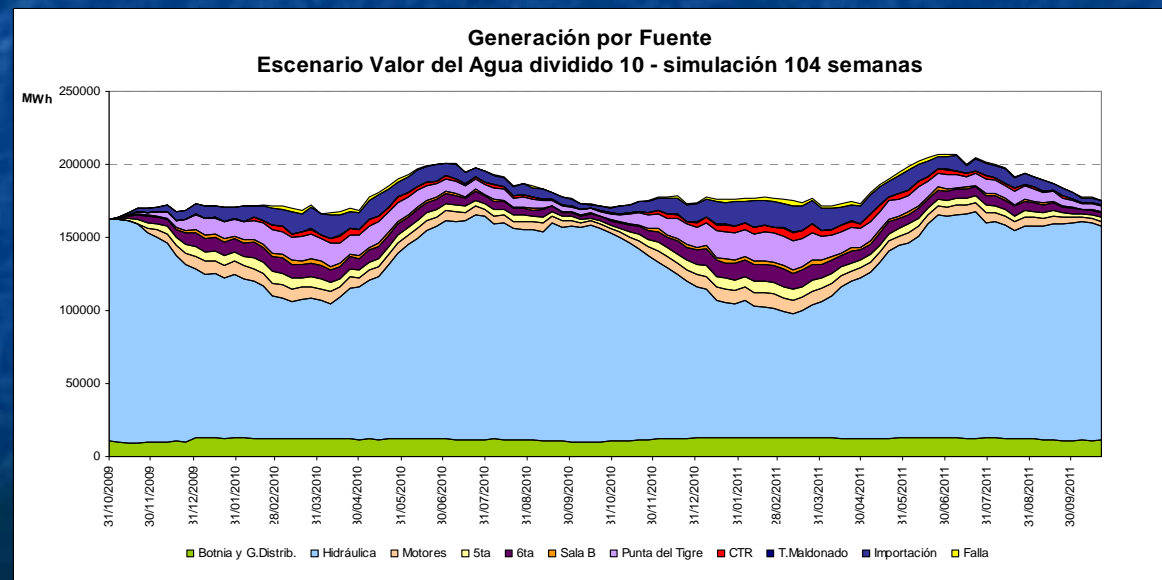
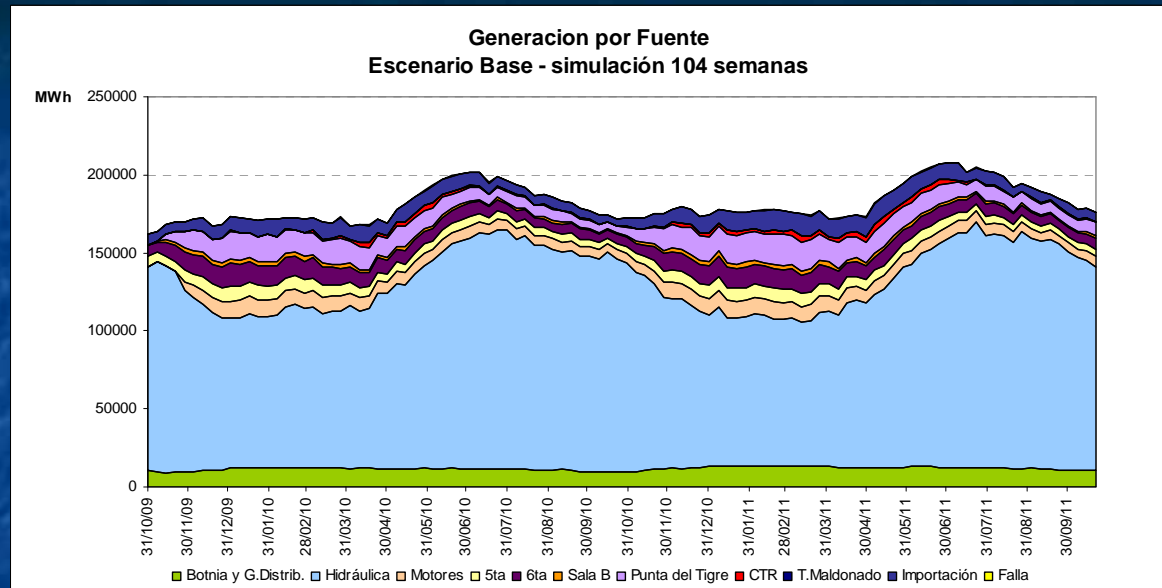
➤ El *precio spot estacional* obtenido con ambas variantes de modelación de máquinas térmicas es muy similar:

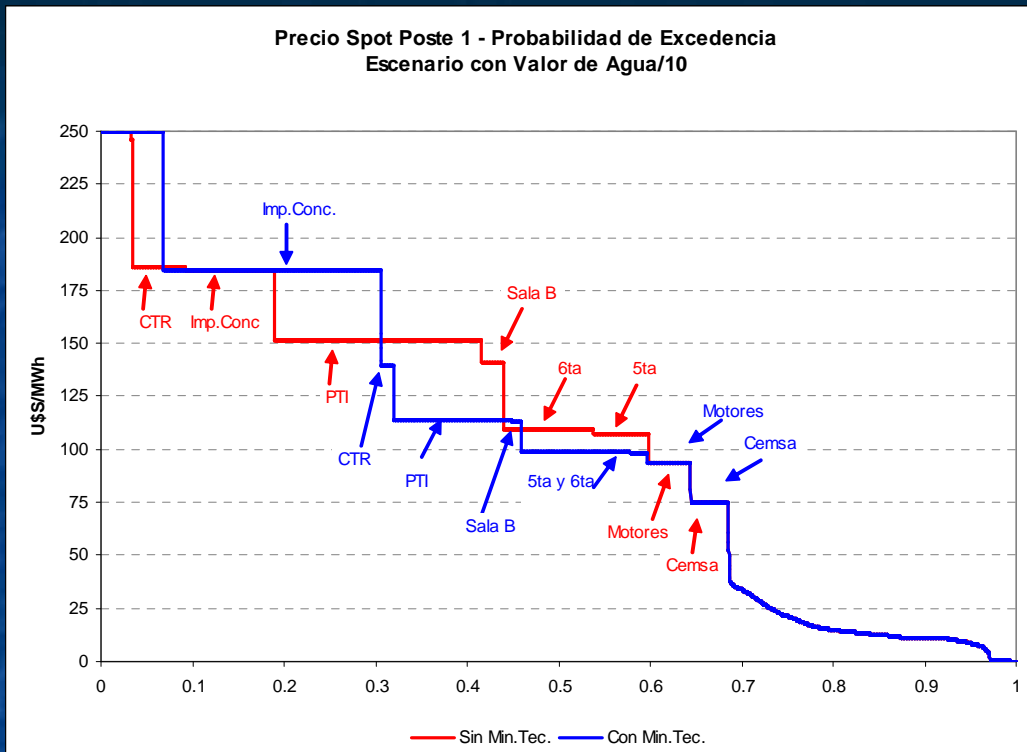
	Sin Min.Tec. U\$/MWh	Con Min.Tec. U\$/MWh
Promedio 26 sem.	130.32	130.47
Poste 1	132.97	133.22
Poste 2	132.39	132.60
Poste 3	131.71	131.89
Poste 4	125.50	125.57

### 3. Resultados Escenario Base con operación alejada del óptimo:

#### ➤ *Generación por Fuente:*

El operador, ante valores del agua tan bajos despacha primero el agua y por tanto se encuentra obligado a marginalizar durante más tiempo con las máquinas térmicas, llegando incluso a dar falla.





➤ El operador debe marginar con las máquinas por debajo de plena carga: margina el costo incremental.

**Centrales que tienen Mínimos Técnicos (U\$/MWh)**

	$CV_{pc}$	$CV_0$	$CV_{inc}$
Sala B	141.2	183.3	113.1
Unidad 5	107.1	129.5	99.2
Unidad 6	109.5	140.4	98.4
PTI	151.9	235.4	113.9
CTR	186.3	380.8	139.7
TGAA	246.1	307.6	184.5

➤ Por poste, no se aprecian diferencias significativas entre los precios spot resultantes de las corridas Con y Sin Mínimos Técnicos.

	Sin Min.Tec. U\$/MWh	Con Min.Tec. U\$/MWh
Promedio 26 sem.	102.77	102.87
Poste 1	104.50	104.76
Poste 2	104.13	104.39
Poste 3	103.96	104.20
Poste 4	99.01	98.69

#### 4. Resultados escenario con mayor participación del parque térmico

➤ Estos resultados se alinean con los anteriores: los precios spot estacionales obtenidos de modelar las máquinas térmicas como generadores básicos o como On/Off por poste son muy próximos entre sí, y las variaciones se dan tanto en más como en menos.

<u>Escenario: Sin Salto Grande</u>		
	Sin Min.Tec. U\$/MWh	Con Min.Tec. U\$/MWh
Promedio 26 sem.	149.78	149.74
Poste 1	153.24	153.00
Poste 2	152.59	152.49
Poste 3	149.70	149.54
Poste 4	147.54	147.83

<u>Escenario: Solo Bonete</u>		
	Sin Min.Tec. U\$/MWh	Con Min.Tec. U\$/MWh
Promedio 26 sem.	162.42	165.71
Poste 1	185.05	185.19
Poste 2	185.00	185.00
Poste 3	159.25	161.61
Poste 4	150.47	158.51

<u>Escenario: Puramente Térmico</u>		
	Sin Min.Tec. U\$/MWh	Con Min.Tec. U\$/MWh
Promedio 26 sem.	174.74	170.30
Poste 1	186.30	185.00
Poste 2	185.25	185.00
Poste 3	181.18	176.80
Poste 4	151.90	143.98

➤ En el *escenario puramente térmico*, se esperaba obtener precios spot menores modelando con mínimos técnicos (como el caso de 1 sola máquina térmica), sin embargo no fue así:

- ✓ Al modelar Con Mínimos Técnicos el optimizador intentará despachar siempre las máquinas a plena carga (costo futuro menor), el orden del despacho cambia respecto al despacho Sin Mínimo Técnico, y pasarán a marginalizar aquellas máquinas que no presentan variaciones en sus costos (no tienen mínimos técnicos) como son los motores, Botnia, la Generación Distribuida y las importaciones desde Argentina y Brasil.
- ✓ Las máquinas modeladas Con Mínimos Técnicos tienen costos marginales menores, pero al marginalizar pocas veces, esta diferencia no se ve reflejada en el precio spot estacional. .

**Muchas Gracias**