

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS

COMITÉ DE SEGUIMIENTO DEL MERCADO MAYORISTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Informe No 96 – 2014

EVOLUCION DE LOS NIVELES DE CONTRATACION EN EL MERCADO DE ENERGIA MAYORISTA

Preparado por:

**Argemiro Aguilar Díaz
Pablo Roda
Gabriel Sánchez Sierra**

Bogotá, Diciembre 12 de 2014

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DE CONTRATACIÓN.....	2
2.1	EVOLUCIÓN DE LA CONTRATACIÓN POR AGENTE	3
2.1.1	<i>Gecelca</i>	3
2.1.2	<i>Isagen</i>	6
2.1.3	<i>EPM</i>	8
2.1.4	<i>Emgesa</i>	11
2.1.5	<i>Celsia</i>	13
2.1.6	<i>Chivor</i>	15
2.2	ANÁLISIS ECONÓMICO	18
2.2.1	<i>Índice de Habilidad</i>	19
2.2.2	<i>Índice de Incentivo</i>	20
2.2.3	<i>Comportamiento Estratégico de las Ofertas de Plantas Térmicas</i>	21

Resumen Ejecutivo

El presente informe replica el tratamiento metodológico propuesto por Frank Wolak y aplicado en el Informe CSMEM 67, para establecer si los indicadores de habilidad e incentivo para ejercer poder de mercado explican, en alguna medida, las estrategias de oferta de los principales generadores. Para ello, en primer lugar se presentan algunas estadísticas de capacidad, contratación y generación de los agentes en el período comprendido entre enero de 2013 y julio de 2014. En este reporte se diferencian los contratos que pactan los generadores con sus comercializadores asociados, porque estos no mitigan los incentivos a ejercer el poder de mercado. Posteriormente se reportan los cálculos del índice de Lerner (índice de habilidad) y el Lerner neto de contratos con terceros (índice de incentivo). Finalmente se presentan los resultados de los análisis econométricos tendientes a explicar la formación de los precios de oferta.

En general se encontró que los agentes mantienen niveles relativamente altos de contratación aunque un porcentaje elevado se destina a sus comercializadores asociados. El índice de incentivo varía considerablemente entre los distintos agentes. En el caso de EPM y Emgesa, el indicador (Lerner neto de contratos con terceros) muestra un incentivo positivo a ejercer poder de mercado en todas las condiciones de mercado (demanda alta, media y baja) la mayoría de los días analizados. En el caso de Chivor el índice es muy variable y muestra fuertes oscilaciones entre valores positivos y negativos a lo largo del período. Para Isagen se observa un claro incentivo en horas de alta demanda y moderado en las de media y baja. Al final del período el índice se torna negativo. Gecelca y Celsia no parecen tener fuertes incentivos para presionar al alza los precios del Spot. De hecho, durante períodos prolongados, estos agentes buscarían reducir el precio de bolsa.

El primer modelo econométrico, arroja evidencia según la cual la habilidad para ejercer poder de mercado tiene poder explicativo sobre el nivel de los precios de oferta. En particular, al 99% de significancia estadística, se puede establecer que la formulación de ofertas comerciales al MEM de EPM, Celsia y Chivor, consideran su capacidad de incidir en los resultados del mercado. El modelo es robusto a la inclusión del nivel del embalse que captura la estacionalidad de los precios.

No obstante el modelo es menos sólido con el indicador de incentivo. En este caso solo resultaron con algún nivel de significancia estadística los parámetros de la formación de precios de oferta de EPM y Chivor. Además, si se incluye el control de estacionalidad mediante la variable “nivel del embalse” se pierde el poder explicativo del parámetro de

incentivo de EPM. Es probable que para capturar la estacionalidad sea necesario ampliar el periodo de análisis para capturar varios años.

Finalmente, se corrió una regresión para establecer si el nivel del embalse ayuda a explicar el nivel de precios de oferta de los recursos térmicos. El modelo rechaza la hipótesis de independencia entre precio de oferta y nivel del embalse lo que muestra que las ofertas de las plantas térmicas no se estructuran únicamente a partir del costo marginal, como ocurriría en un mercado perfectamente competitivo. De acuerdo con estos resultados los precios de oferta tienen un componente estratégico que hace que en períodos de escasez de reservas hídricas a nivel agregado, los recursos térmicos eleven sus cotizaciones al mercado.

Estos ejercicios, como ha reiterado el CSMEM, no buscan catalogar las conductas comerciales de los agentes como restrictivas de la competencia. El objetivo es tratar de medir la eficiencia del MEM para identificar eventuales debilidades y buscar soluciones estructurales.

1 Introducción

En el presente informe, el CSMEM en primer lugar presenta algunas estadísticas de capacidad, contratación y generación de los agentes en el período comprendido entre enero de 2013 y julio de 2014. Posteriormente reporta los cálculos de los índices de habilidad e incentivo para ejercer poder de mercado.

Se replica el tratamiento metodológico propuesto por Frank Wolak y aplicado en el Informe CSMEM 67, para establecer si los indicadores de habilidad e incentivo para ejercer poder de mercado explican, en alguna medida, las estrategias de oferta de los principales generadores. Finalmente se presentan los resultados de los análisis econométricos tendientes a explicar la formación de los precios de oferta.

2 Evolución de los Niveles de Contratación

En el informe 94 del CSMEM se presentó una actualización del índice de Lerner para el período enero de 2013 – julio de 2014. Al momento de elaboración de ese informe no se contaba con información de los niveles de contratación de los agentes y en consecuencia, el Lerner se estimó sin considerar la energía comprometida por los agentes en contratos bilaterales de mediano y largo plazo. El indicador así estimado muestra la habilidad que tiene cada agente para incidir en el precio de bolsa (poder de mercado) pero ignora los incentivos para ejercer dicho poder.

En efecto, un operador sobre expuesto en el mercado de contratos, no tiene incentivos en presionar al alza el precio del spot porque se encuentra en una posición de comprador neto en la bolsa y por lo tanto, cada incremento en el precio se traduce en un aumento en los costos de compra de energía. De hecho, en esta situación, el agente tiene incentivos para presionar el precio del spot a la baja. Para considerar este efecto, Wolak propone un método de cálculo del Lerner en el cual se descuenta de la demanda residual el nivel de contratos. El Lerner estimado sobre esta demanda neta de contratos se denomina el indicador de incentivo¹. Cuando el agente está en una posición de vendedor neto en bolsa, efectivamente tiene incentivos para presionar al alza los precios spot y el índice de Lerner así calculado captura este incentivo.

El primer objetivo de este informe, entonces, es presentar el comportamiento del indicador de incentivo para cada uno de los principales agentes durante el período enero 2013 – julio 2014. Es importante mencionar que, en el cálculo de este indicador, no se tienen en cuenta los contratos que el generador pacta con su comercializador asociado. En este caso, puesto que no se trata de una obligación con terceros, estos contratos no reducen el incentivo a ejercer el poder de mercado.

El segundo propósito es presentar el nivel de exposición de los agentes al mercado de contratos. Con este fin, se calcularon indicadores que expresan la contratación sobre su capacidad y sobre la generación observada. El mercado de contratos en Colombia cuenta con muy poca información. Para el CSMEM es importante analizar y reportar la posición de cada agente en el mercado de contratos bilaterales.

¹ Wolak, Frank (2010). “Market performance in the Colombian wholesale electricity market and the recent el Nino event”. Documento presentado a la SSPD en Octubre de 2010. En este documento, Wolak calcula los indicadores de incentivo y habilidad a partir de la semi-elasticidad de la demanda residual. En este informe se estimó la elasticidad directamente. El Lerner se obtiene como el inverso de este parámetro.

Finalmente, se replican los ejercicios econométricos presentados en el informe CSMEM 67 que siguen la propuesta metodológica de Wolak para inferir estadísticamente si los indicadores de habilidad e incentivo han tenido algún poder explicativo en la formación de precios de oferta de los agentes durante el periodo analizado.

2.1 Evolución de la Contratación por Agente

2.1.1 Gecelca

Gecelca tiene una capacidad de generación de 1.207 MW. Si produjera continuamente a plena capacidad, la máxima energía entregada al sistema entre enero 2013 y julio 2014² sería de 16.048 GWh. Para este período, la energía despachada en contratos ascendió a 9.195 GWh y su generación efectiva a 9.421 GWh.

Tabla 1: Capacidad, contratación y generación de Gecelca. Ene 2013 – Jul 2014

Máxima energía (GW)	16,048
Energía contratada (GW)	9,195
Total generación (GW)	9,421

Se desprende de lo anterior que este agente generó un 58.7 % de su capacidad total, lo cual es un nivel elevado para un generador térmico. Los altos índices de generación están relacionados con las restricciones de red que obligan la generación fuera de mérito en la Costa Atlántica, pero también a que Gecelca contó con contratos de suministro de gas natural y ofertó a precios competitivos un porcentaje elevado del tiempo. Por otra parte, la tabla 2 muestra que Gecelca sostuvo, en promedio durante el período, niveles de contratación elevados con terceros, equivalentes a casi la totalidad de su generación y un 57.3% de su capacidad máxima de producción. Como resultado, el agente vendió en bolsa, en neto, la energía equivalente a un 2.3% de su generación³.

Los elevados índices de contratación no han sido comunes en los generadores térmicos del país y se debe considerar que este es un factor positivo para el mercado por dos razones. En el mercado de contratos se aumenta la oferta que ha estado muy limitada en los últimos años, de acuerdo con varias manifestaciones de los

² Se contó con información desde el primero de enero de 2013 hasta el 7 de julio de 2014.

³ La última fila de la Tabla 2 (y las correspondientes para todos los agentes) calculan la exposición a bolsa excluyendo de los contratos aquellos que se pactaron con su comercializador asociado. Esta forma de cálculo difiere de los procesos de liquidación del mercado mayorista y está dirigida a mostrar la exposición efectiva con terceros de cada agente.

compradores. En la bolsa porque, como se explicó, un alto índice de contratación reduce los incentivos del agente a ejercer su poder de mercado.

Tabla 2: Indicadores de contratación de Gecelca. Ene 2013 – Jul 2014

Generado/Capacidad	58.7%
Contratado/Capacidad	57.3%
% Exposición a bolsa/Capacidad	14.9%

Del volumen de contratos despachados, en el 2013 una cuarta parte se firmó con su comercializador vinculado. Esta proporción se redujo en 2014. Como se mencionó, estos contratos no mitigan el incentivo a ejercer poder de mercado.

Tabla 3: Porcentaje de contratos despachados a su comercializador vinculado

	2013	2014
Auto-contratación/contratado	25.2%	20.7%

Como se observa en los siguientes gráficos, si bien Gecelca ha sido un vendedor neto en la bolsa en varios períodos su generación no fue suficiente para cubrir los contratos.

Gráfico 1. Evolución de la generación y el despacho de contratos con terceros de Gecelca. Media móvil media móvil 15 horas

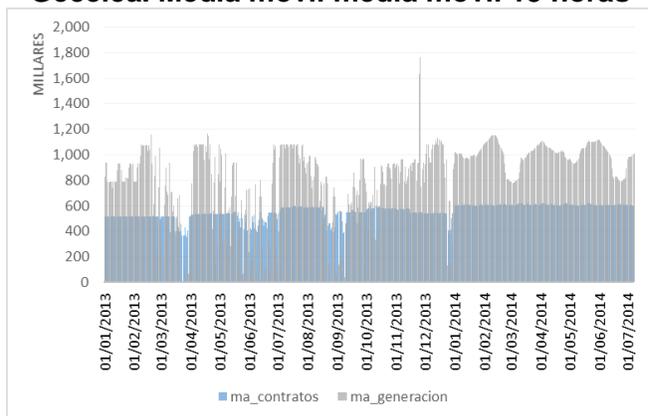
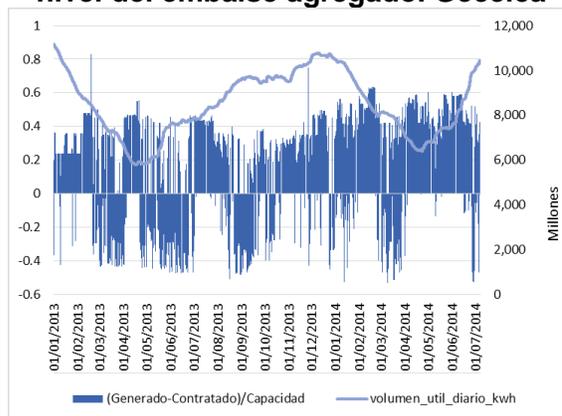


Gráfico 2. Balance entre generación y despacho de contratos con terceros y nivel del embalse agregado. Gecelca



El índice de Lerner, estimado a partir de la demanda residual neta de contratos con terceros, mostraría que Gecelca, durante el período de análisis, no tuvo incentivos fuertes para ejercer cualquier poder de mercado con el cual haya contado para presionar los precios spot hacia arriba. Excepto en la hora de demanda alta, este agente en general no tuvo incentivos para elevar el precio de bolsa. De hecho, en algunos períodos, a Gecelca le convenía presionar a la baja los precios del mercado.

Gráfico 3: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 19. Media móvil de 15 horas. Gecelca

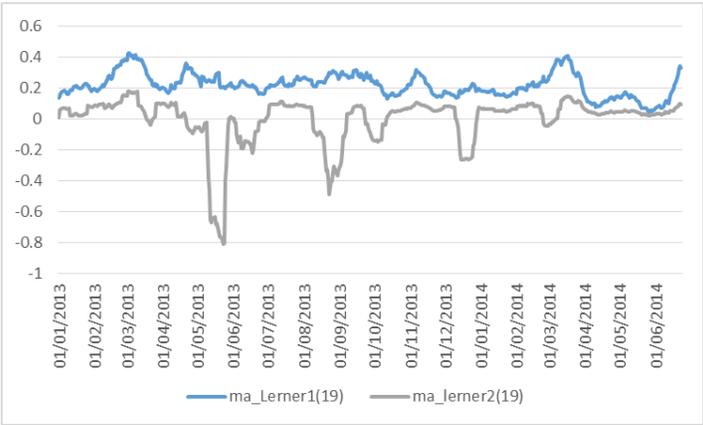


Gráfico 4: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 12. Media móvil de 15 horas. Gecelca

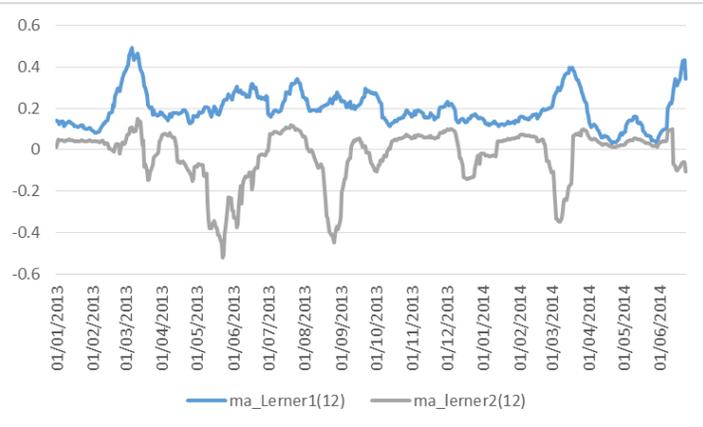
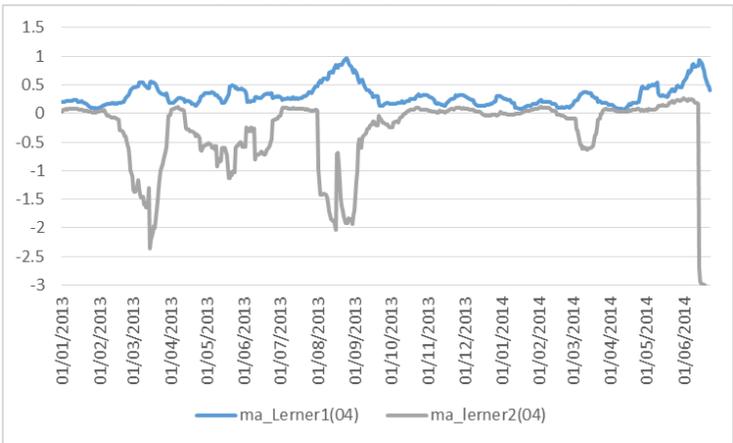


Gráfico 5: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 04. Media móvil de 15 horas. Gecelca



2.1.2 Isagen

Isagen tiene una capacidad instalada de 2.101 MW, lo que le permitiría generar 29.450 GWh, de operar continuamente a máxima capacidad para el período enero 2013 – julio 2014. En este período el agente generó 16.968 GWh y despachó energía en contratos por 15.320 GWh.

Tabla 4: Capacidad, contratación y generación de Isagen. Ene 2013 – Jul 2014

Máxima energía (GW)	29,450
Energía contratada (GW)	15,320
Total generación (GW)	16,968

Se calcula, entonces, que el agente operó sus recursos al equivalente a su máxima capacidad durante el 57.6% de las horas del período. En promedio, el 90% de la energía generada se destinó a honrar los contratos bilaterales. El 10% restante, en consecuencia, se vendió en bolsa.

Tabla 5: Indicadores de contratación de Isagen. Ene 2013 – Jul 2014

Generado/Capacidad	57.6%
Contratado/Capacidad	52.0%
% Exposición a bolsa/Capacidad	28.9%

En 2013 la mitad de la contratación de Isagen se pactó con su comercializador vinculado. Este porcentaje se redujo al 35.6% durante lo corrido de 2014.

Tabla 6: Porcentaje de contratos despachados a su comercializador vinculado. Isagen

	2013	2014
Auto-contratación/contratado	50.2%	35.6%

Como se observa en los siguientes gráficos, en la mayoría del período de análisis Isagen estuvo en una posición de vendedor neto en el spot con intervalos cortos en los que debió acudir a la bolsa para honrar sus contratos. Desde abril de 2014, no obstante, aumentó considerablemente su exposición a contratos y debió recurrir con alta frecuencia a comprar energía en la bolsa. En este período se debilitaron los incentivos a ejercer poder de mercado.

Gráfico 6: Evolución de la generación y el despacho de contratos con terceros de Isagen. Media móvil media móvil 15

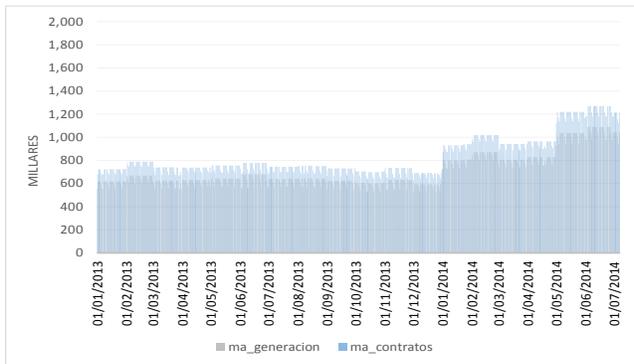
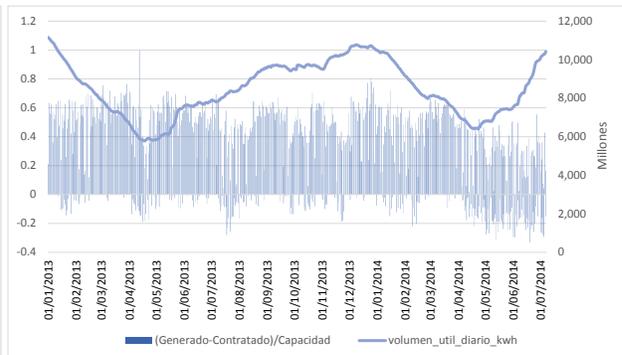


Gráfico 7: Balance entre generación y despacho de contratos con terceros y nivel del embalse agregado. Isagen



El caso de Isagen se asemeja al de Gecelca, en el sentido en que el agente no contó con incentivos para elevar los precios del mercado de acuerdo con el índice de Lerner neto de contratos. Se observa que hacia el final del período, cuando Isagen elevó su exposición en el mercado de contratos, el incentivo a reducir precios se hizo más fuerte.

El índice de Lerner neto de contratos muestra que Isagen en horas de media y baja demanda, en los últimos meses del período analizado, enfrentó incentivos a reducir el precio de bolsa, como resultado del alto nivel de contratación. Sin embargo, gran parte del período analizado tuvo un índice positivo. El Lerner neto de contratos fue positivo en todo el período para la hora 19:00.

Gráfico 8: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 19. Media móvil de 15 horas. Isagen

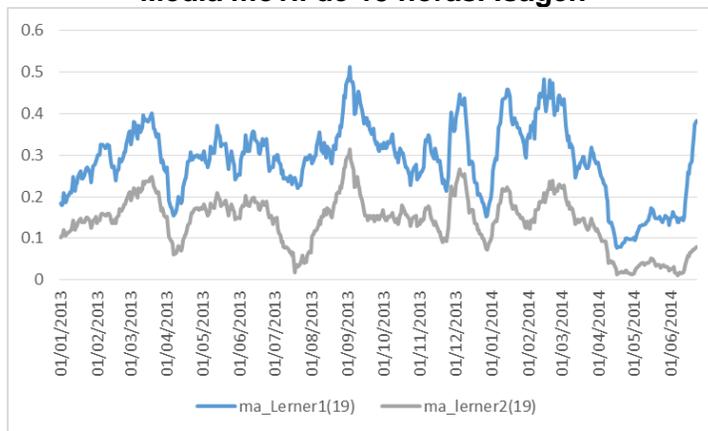


Gráfico 9: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 12. Media móvil de 15 horas. Isagen

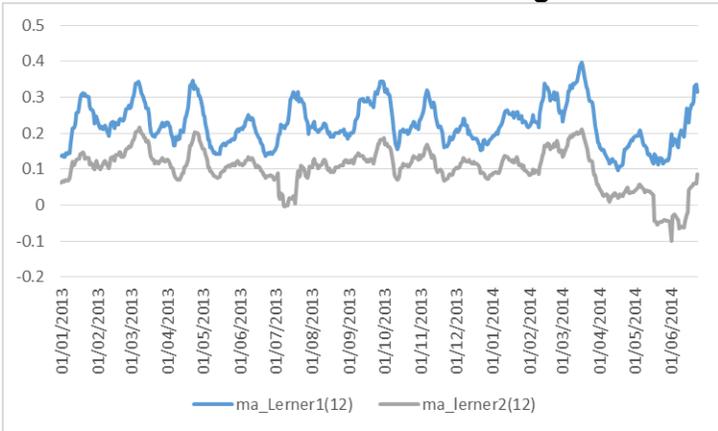
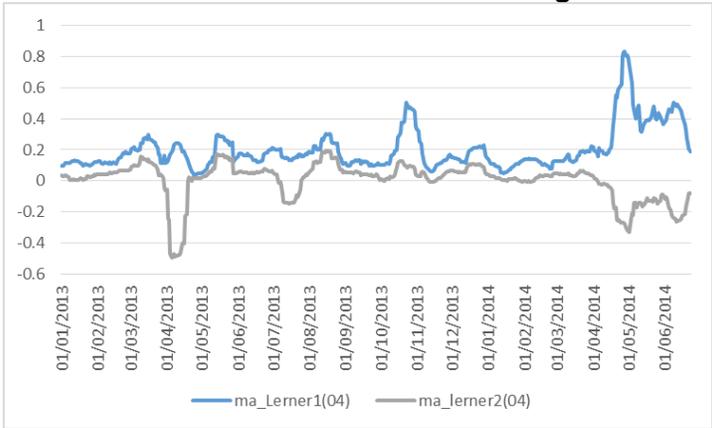


Gráfico 10: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 04. Media móvil de 15 horas. Isagen



2.1.3 EPM

EPM cuenta con una capacidad de generación de 3.158 MW, que pueden producir 43.847 GWh si opera todos sus recursos en forma continua durante el período de análisis. En este intervalo, el agente generó 23.516 GWh. Por su parte, despachó contratos bilaterales por 10.371 GWh.

Tabla 7: Capacidad, contratación y generación de EPM. Ene 2013 – Jul 2014

Máxima energía (GW)	43,847
Energía contratada (GW)	20,672
Total generación (GW)	23,516

A partir de estas cifras se infiere que EPM despachó un 53.6% de la capacidad de sus plantas y contrató un 47.1% de dicha capacidad. En neto, la empresa vendió el 12.7% de la energía generada a través de la bolsa.

Tabla 8: Porcentaje de contratos despachados a su comercializador vinculado. EPM

Generado/Capacidad	53.6%
Contratado/Capacidad	47.1%
% Exposición a bolsa/Capacidad	30.0%

Es importante mencionar que EPM generador le vende aproximadamente la mitad de la energía a su comercializador vinculado. Es decir, solo cerca de 10.000 GWh de los 20.000 contratados mitigan el incentivo a ejercer el poder de mercado, lo que equivale a un 23% de la energía que efectivamente generó durante el período.

Tabla 9: Porcentaje de contratos despachados a su comercializador vinculado. EPM

	2013	2014
Auto-contratación/contratado	47.9%	53.9%

En los gráficos se observa que EPM se mantuvo, casi de forma permanente como un vendedor neto en la bolsa de energía. En estas condiciones este agente efectivamente tuvo incentivos para ejercer poder de mercado.

Gráfico 11: Evolución de la generación y el despacho de contratos con terceros de EPM. Media móvil media móvil 15

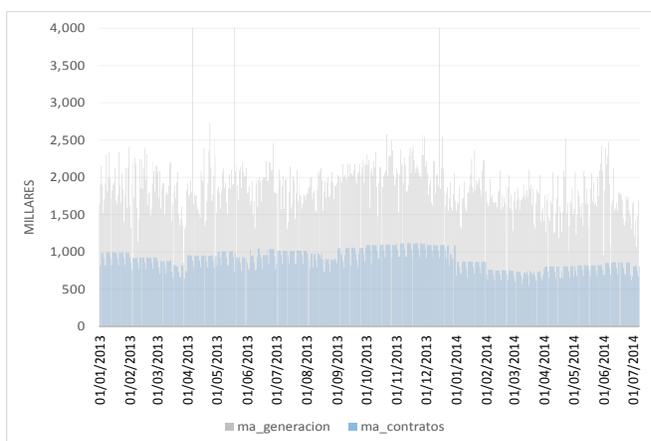
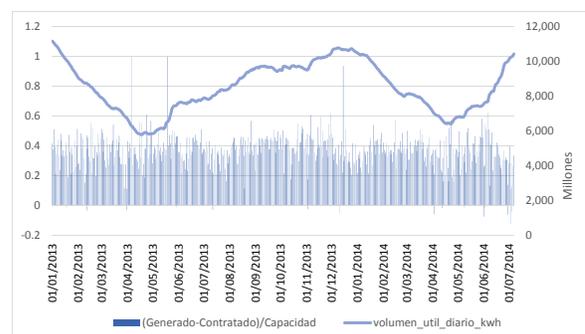


Gráfico 12: Balance entre generación y despacho de contratos con terceros y nivel del embalse agregado. EPM



El cálculo del Lerner neto de contratos con terceros valida esta apreciación. EPM contó con incentivos para ejercer el poder de mercado durante todo el período y en las tres condiciones de demanda analizadas.

Gráfico 13: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 19. Media móvil de 15 horas. EPM

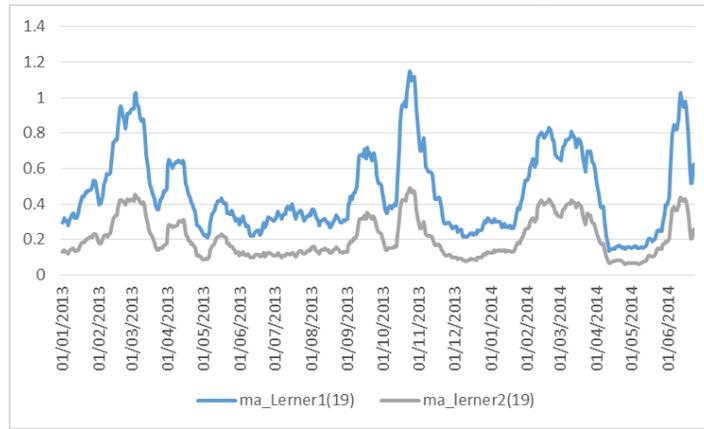


Gráfico 14: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 12. Media móvil de 15 horas. EPM

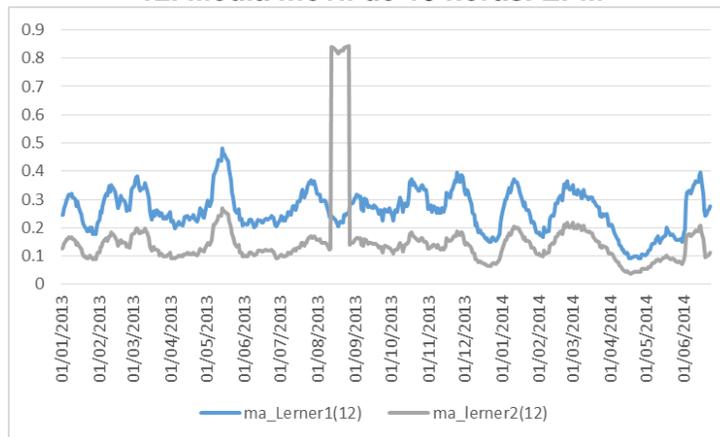
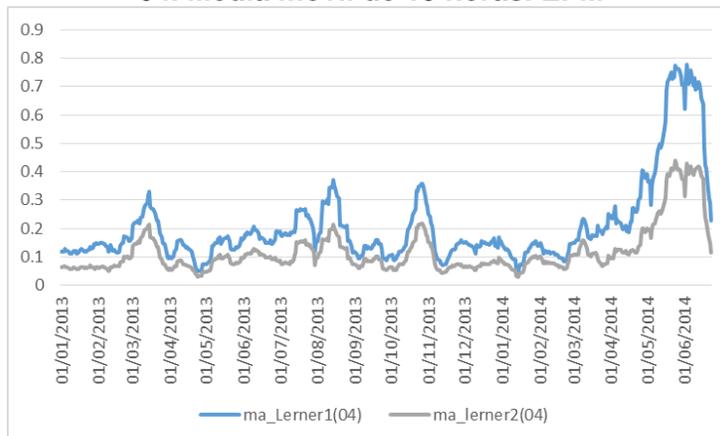


Gráfico 15: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 04. Media móvil de 15 horas. EPM



2.1.4 Emgesa

Emgesa cuenta con una capacidad de generación de 2.881MW, suficiente para producir 39.289 GWh durante el período enero 2013 – julio 2014. En este período. El agente generó 20.204 GWh y despachó contratos bilaterales por 20.204 GWh.

Tabla 10: Capacidad, contratación y generación de Emgesa. Ene 2013 – Jul 2014

Máxima energía (GW)	39,289
Energía contratada (GW)	17,003
Total generación (GW)	20,204

Se infiere a partir de estos datos que Emgesa despachó un 51.4% de las horas y expuso al mercado de contratos un 43% de su capacidad máxima y un 84.1% de su generación. En neto, cerca de un 15.8 % de la energía generada por Emgesa se vendió en la bolsa.

Tabla 11: Porcentaje de contratos despachados a su comercializador vinculado. Emgesa

Generado/Capacidad	51.4%
Contratado/Capacidad	43.3%
% Exposición a bolsa/Capacidad	20.8%

De la energía comprometida (y despachada) en el mercado de contratos cerca del 30% se pactó con su comercializador vinculado y, por lo tanto no reduce el incentivo a ejercer poder de mercado.

Tabla 12: Porcentaje de contratos despachados a su comercializador vinculado. Emgesa

	2013	2014
Auto-contratación/contratado	27.2%	31.4%

A pesar que los niveles de contratación de Emgesa no son excesivos, la empresa se vio obligada a comprar en bolsa en algunos episodios, particularmente en octubre y noviembre de 2013 y en junio de 2014.

Gráfico 16: Evolución de la generación y el despacho de contratos con terceros de Emgesa. Media móvil media móvil 15

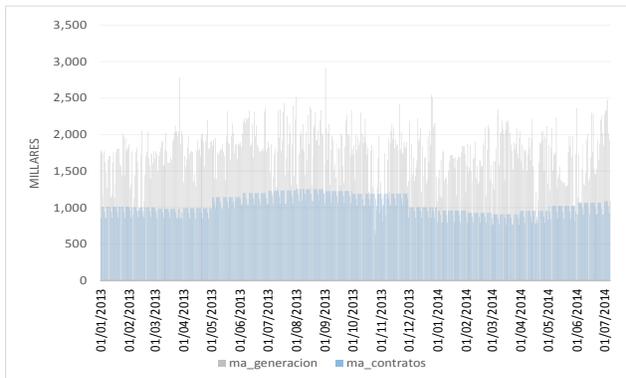
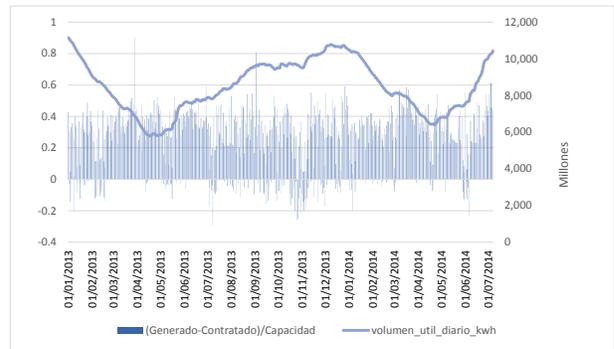


Gráfico 17: Balance entre generación y despacho con terceros y nivel del embalse agregado. Emgesa



Emgesa también registra índices de incentivo persistentemente positivos en las tres horas analizadas.

Gráfico 18: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 19. Media móvil de 15 horas. Emgesa

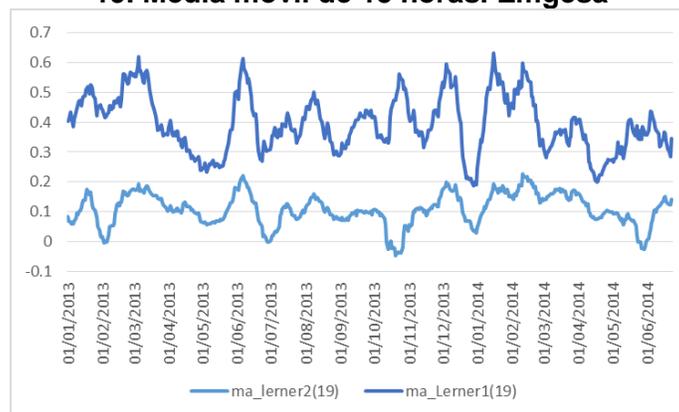


Gráfico 19: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 12. Media móvil de 15 horas. Emgesa

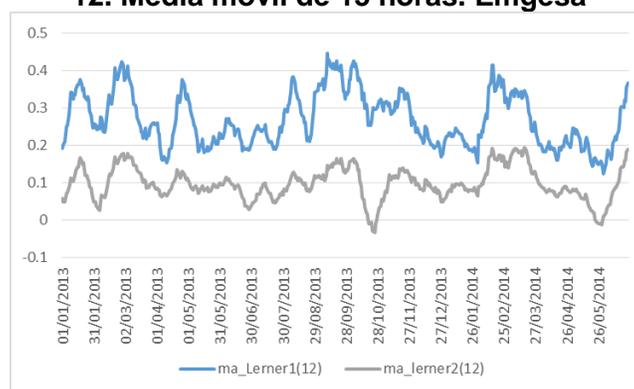
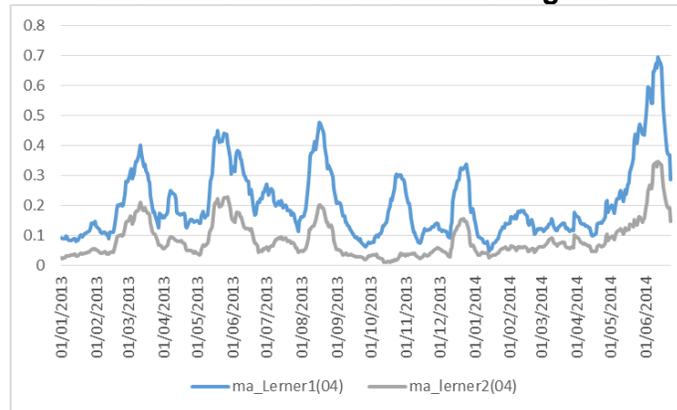


Gráfico 20: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 04. Media móvil de 15 horas. Emgesa



2.1.5 Celsia

Celsia tiene una capacidad de 816 MW, con los cuales puede generar 10.825 GWh en el período de análisis. Entre enero de 2013 y julio de 2014, Celsia generó 3.795 GWh y despachó energía en contratos por 1.789 GWh.

Tabla 13: Capacidad, contratación y generación de Celsia. Ene 2013 – Jul 2014

Máxima energía (GW)	10,825
Energía contratada (GW)	1,789
Total generación (GW)	3,795

Se estima que Celsia generó un 35.1% de su capacidad máxima, lo que es un índice elevado para un generador mayoritariamente térmico. Como en el caso de Gecelca, Celsia debe generar por restricciones en la costa y también contó con contratos de suministro de gas natural. El 47% de la generación de Celsia en el período se despachó en contratos; el 53% restante se transó en el spot.

Tabla 14: Porcentaje de contratos despachados a su comercializador vinculado. Celsia

Generado/Capacidad	35.1%
Contratado/Capacidad	16.5%
% Exposición a bolsa/Capacidad	18.5%

No se identificó un comercializador vinculado a Celsia que adquiriese su energía por contratos. Se asume entonces, para efectos del cálculo del índice de Lerner, que todos sus contratos están comprometidos con terceros.

Tabla 15: Porcentaje de contratos despachados a su comercializador vinculado. Celsia

	2013	2014
Auto-contratación/contratado	0.1%	0.0%

Como se observa en el gráfico de la derecha, Celsia debe recurrir permanentemente a la bolsa para honrar sus contratos.

Gráfico 21: Evolución de la generación y el despacho de contratos con terceros de Celsia. Media móvil media móvil 15

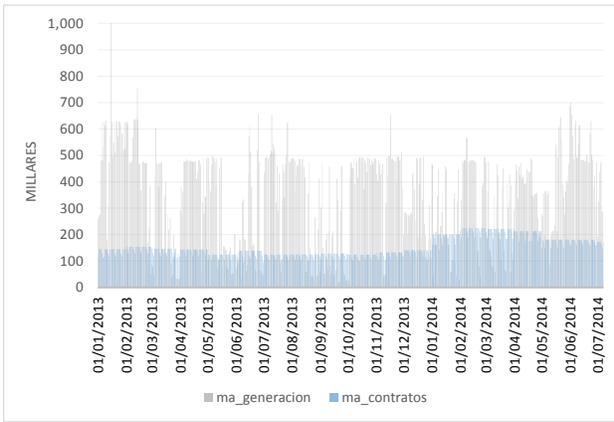
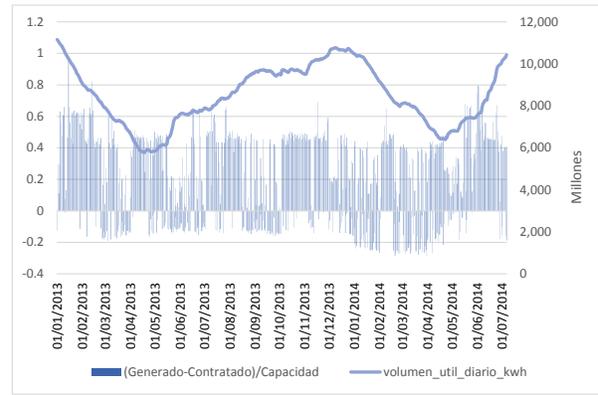


Gráfico 22: Balance entre generación y despacho con terceros y nivel del embalse agregado. Celsia



Bajo esta estructura de contratación, el agente registra índices de incentivo negativos la mayor parte del tiempo, aún en horas de alta demanda.

Gráfico 23: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 19. Media móvil de 15 horas. Celsia

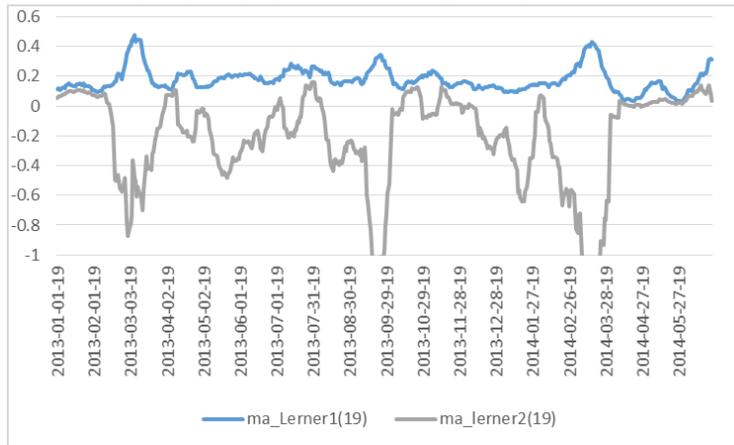


Gráfico 24: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 12. Media móvil de 15 horas. Celsia

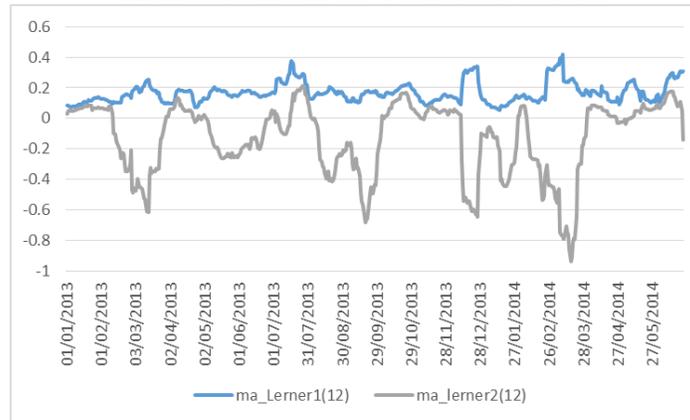
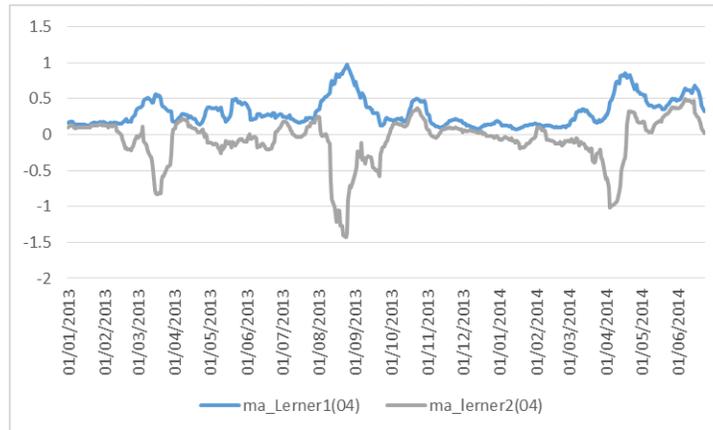


Gráfico 25: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 04. Media móvil de 15 horas. Celsia



2.1.6 Chivor

La planta de Chivor tiene una capacidad de 1.000 MW que generarían un máximo de energía de 13.296 GWh, operando a máxima capacidad entre Enero de 2013 y julio de 2014. En este lapso la empresa despachó 5.747 GWh y entregó en contratos 5.149 GWh.

Tabla 16: Capacidad, contratación y generación de Chivor. Ene 2013 – Jul 2014

Máxima energía (GW)	13,296
Energía contratada (GW)	5,149
Total generación (GW)	5,747

De acuerdo con lo anterior, Chivor generó un 43.2% de su capacidad máxima y entregó un 38.7% en contratos. Solo el 10.4% de la energía despachada por Chivor, en neto, se transó en el spot. El 90% restante se destinó a atender los compromisos contractuales.

Tabla 17: Porcentaje de contratos despachados a su comercializador vinculado. Chivor

Generado/Capacidad	43.2%
Contratado/Capacidad	38.7%
% Exposición a bolsa/Capacidad	4.5%

Tampoco en el caso de Chivor se identificó un comercializador asociado con quien el generador haya celebrado contratos de venta de energía a futuro.

Tabla 18: Porcentaje de contratos despachados a su comercializador vinculado. Chivor

	2013	2014
Auto-contratación/contratado	0.0%	0.1%

Dado el alto índice de contratación y su carácter de planta única, Chivor se mantuvo constantemente durante el período comprando energía en bolsa para respaldar sus contratos bilaterales.

Gráfico 26: Evolución de la generación y el despacho de contratos con terceros de Chivor. Media móvil media móvil 15

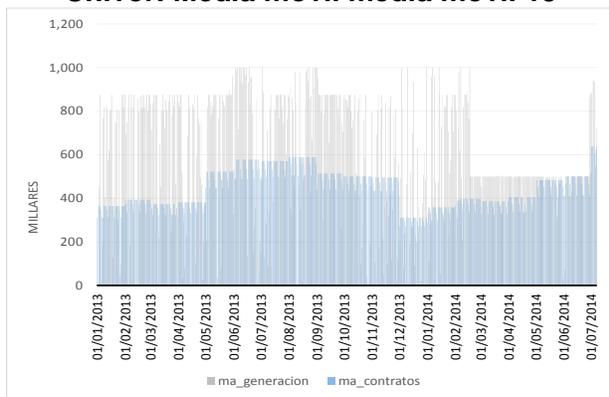
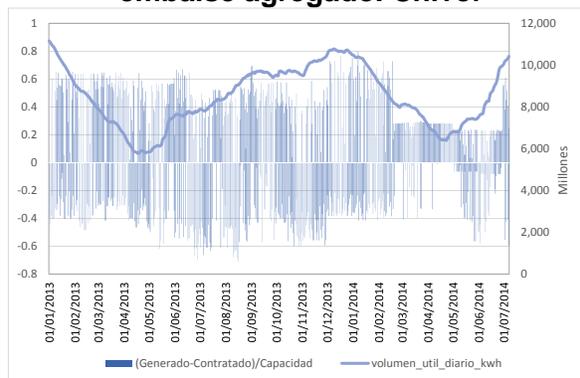


Gráfico 27: Balance entre generación y despacho con terceros y nivel del embalse agregado. Chivor



El índice de Lerner neto de contratos muestra que los incentivos para ejercer poder de mercado son muy variables a lo largo del período analizado. Este agente enfrenta incentivos positivos en determinados períodos y negativos en otros, bajo las tres condiciones de demanda analizadas.

Gráfico 28: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 19. Media móvil de 15 horas. Chivor

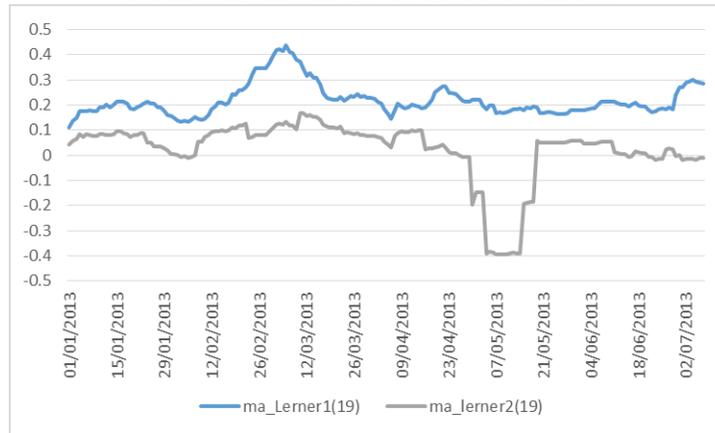


Gráfico 29: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 12. Media móvil de 15 horas. Chivor

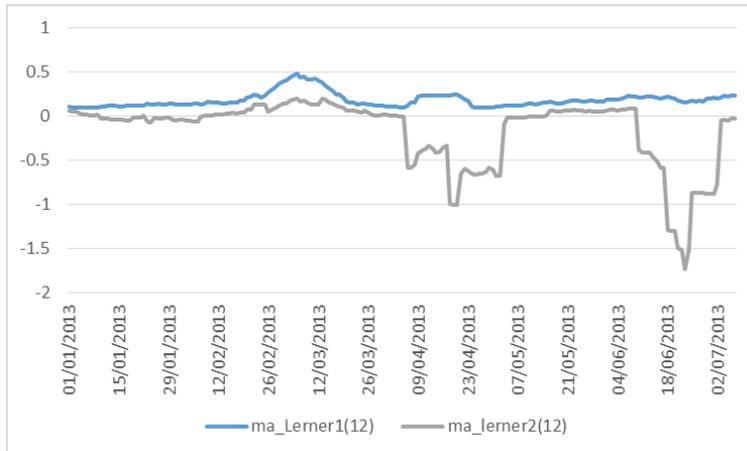
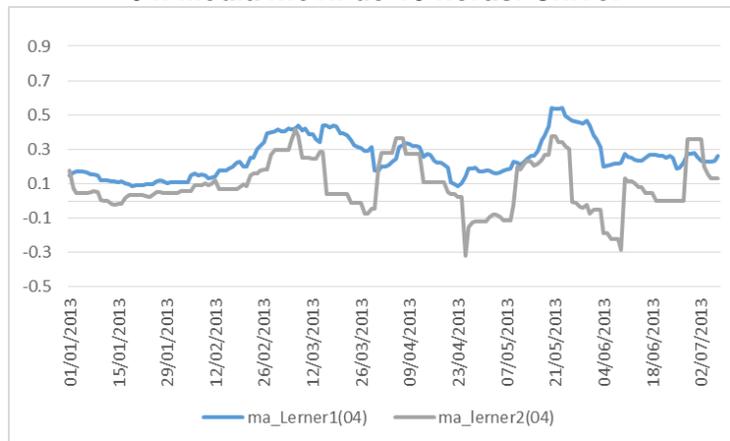


Gráfico 30: Índice de Lerner 1 (habilidad) y Lerner 2 neto de contratos (incentivo). Hora 04. Media móvil de 15 horas. Chivor



2.2 Análisis Econométrico

El mercado eléctrico colombiano tiene varias particularidades que impiden aplicar los modelos econométricos desarrollados para explicar el comportamiento de los agentes en otros mercados eléctricos a nivel internacional. En primer lugar, la preponderancia de la generación con recursos hídricos, introduce un problema de endogenidad en la determinación del precio de bolsa: el precio de bolsa depende del costo de oportunidad de las reservas de agua que, a su vez, está determinado por el precio de bolsa. En segundo lugar, se envía oferta única por planta al día; en otros mercados los agentes pueden variar las ofertas cada hora o media hora. Finalmente, el modelo de despacho se basa en un algoritmo de minimización de costos de generación considerando los costos de arranque y parada de las plantas térmicas y no en el equilibrio entre la demanda y los costos marginales que impone la oferta.

El profesor Frank Wolak, en el documento citado, formuló y estimó un modelo para inferir, con métodos econométricos, si los indicadores de habilidad (Lerner) e incentivo (Lerner neto de contratos con terceros) inciden en las estrategias de oferta de los generadores⁴. Como se ha repetido en estos informes, el modelo no busca señalar como comportamientos que restrinjan la competencia, el ejercicio del poder de mercado. De hecho, el objetivo de maximización de utilidades de estos agentes implica que el poder de mercado se ejerza cuando se tiene (habilidad) y cuando es conveniente hacerlo (incentivo). En cambio, el ejercicio busca establecer si en efecto la estructura del mercado conduce a desviaciones significativas del referente de competencia para buscar medidas regulatorias que introduzcan una mayor eficiencia en la formación de precios.

El modelo se puede describir de la siguiente manera. Los agentes con varios recursos envían una función de oferta de precios, que busca optimizar cada recurso en las condiciones de demanda de cada hora del día siguiente. Bajo este supuesto, en la econometría la variable dependiente en el modelo para determinado agente corresponde al precio de oferta de la planta que entró en mérito y se encuentra más cerca del precio que despejó el mercado. Como variables independientes, además del

⁴ En el ejercicio de Wolak se utiliza la semi - elasticidad de la demanda residual con el objeto de obtener una relación lineal entre los indicadores de oferta e incentivo y el precio de oferta. En efecto, puesto que el índice de Lerner (solución al problema de maximización de utilidades del agente ante su demanda residual) el precio aparece en el numerador y en el denominador, la relación es no lineal. Al calcular la semi elasticidades se estima cómo reacciona el precio ante una reducción de la cantidad en un 1%, con lo cual la relación se lineariza. En el ejercicio realizado por el CSMEM se utilizó directamente el inverso de la elasticidad de la demanda residual.

índice de Lerner, se incluyen efectos fijos por hora del día y día de la semana, para reflejar las variaciones en la demanda agregada.

2.2.1 Índice de Habilidad

El primer modelo incluye como variable dependiente el precio de oferta y como variable independiente el índice de habilidad (Lerner). Se corre un modelo para cada agente, considerando todas las horas en el período analizado: enero 2013 – julio 2014. A continuación presentan los resultados.

Tabla 19: Resultados del modelo econométrico. Índice de habilidad

Var Dependiente: Precio Oferta ^[1]	CHIVOR	EMGESA	EPM	GECELCA	ISAGEN	CELSIA
Habilidad	24.305*** (8.514)	-4.770 (4.210)	32.356*** (8.816)	1.152 (1.250)	-6.145 (14.356)	126.110*** (36.736)
Constante	135.769*** (13.478)	225.197*** (15.861)	202.368*** (16.239)	157.968*** (3.147)	121.876*** (10.505)	159.391*** (21.372)
N	1,367	2,512	2,309	1,419	3,279	280
R ² Ajustado	0.075	0.086	0.117	0.120	0.124	0.306

Errores robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

^[1]Se corren efectos fijos de día y hora

Como se observa el índice de habilidad, es una variable explicativa al 99% de significancia estadística para la formulación de los precios de oferta en los casos de Chivor, EPM y Celsia. Para los otros tres agentes analizados, la posibilidad de incidir en los precios del spot no resultó estadísticamente significativa en sus estrategias de precio de oferta durante el período analizado.

En la estimación original de Wolak, que cubrió un período mucho más extenso se incluyó un efecto fijo de mes que captura la estacionalidad. En el presente ejercicio, que solo cubre 18 meses, no es posible incluir este efecto porque se sacrifican demasiados grados de libertad, por una parte, y porque no hay varios años para caracterizar estadísticamente la estacionalidad del mercado.

Como alternativa, se corrieron los modelos incluyendo como variable explicativa el nivel del embalse. De hecho, Wolak mostró la elevada correlación entre los residuos de la regresión con el nivel agregado del embalse. Los resultados de este modelo se incluyen en la siguiente tabla.

Tabla 20: Resultados del modelo econométrico. Índice de habilidad. Incluido nivel de embalse

Var Dependiente: Precio Oferta ^[1]	CHIVOR	EMGESA	EPM	GECELCA	ISAGEN	CELSIA
Habilidad	24.350*** (8.597)	-4.307 (4.321)	22.491*** (8.509)	-2.165* (1.290)	3.665 (11.997)	87.751*** (31.730)
Nivel de embalse (kwh)	0.000 (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)
Constante	134.368*** (17.222)	399.920*** (20.298)	519.803*** (21.589)	189.258*** (5.085)	288.524*** (14.501)	470.337*** (47.045)
N	1,367	2,512	2,309	1,419	3,279	280
R ² Ajustado	0.074	0.164	0.313	0.217	0.193	0.517

Errores robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

^[1]Se corren efectos fijos de día y hora

Como se observa, tanto los parámetros estimados como la significancia estadística son robustos a la nueva especificación del modelo. La estabilidad en los parámetros permite inferir que, en efecto, el modelo está bien especificado.

2.2.2 Índice de Incentivo

Los resultados del modelo con el índice de incentivo son menos sólidos. En este caso solo son significativos los parámetros en los casos de EPM (95% de significancia estadística) y Chivor (90% de significancia estadística). El ejercicio estaría indicando que las ofertas de estos generadores tienen en consideración el impacto que generaría su oferta sobre el precio de bolsa y en consecuencia, sobre sus resultados financieros, dada su exposición en el mercado de contratos con terceros.

Tabla 21: Resultados del modelo econométrico. Índice de incentivo. Incluido nivel de embalse

Var Dependiente: Precio Oferta ^[1]	CHIVOR	EMGESA	EPM	GECELCA	ISAGEN	CELSIA
Incentivo	0.242* (0.133)	0.046 (0.066)	0.031** (0.012)	0.003 (0.006)	0.001 (0.093)	-0.123 (0.288)
Constante	136.827*** (13.370)	218.271*** (15.352)	213.379*** (17.547)	158.218*** (3.028)	122.185*** (10.217)	192.347*** (24.028)
N	1,372	2,542	2,294	1,419	3,294	280
R ² Ajustado	0.073	0.087	0.117	0.120	0.124	0.230

Errores robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

^[1]Se corren efectos fijos de día y hora

El modelo, no obstante, no es robusto a la inclusión del nivel del embalse que se utiliza como variable proxy de la estacionalidad. En este caso solo el parámetro de Chivor tendría algún grado de significancia estadística. Presumiblemente, el modelo se estabilizaría ante una serie más larga que caracterice los patrones estacionales con observaciones de varios años.

Tabla 22: Resultados del modelo econométrico. Índice de incentivo

Var Dependiente: Precio Oferta ^[1]	CHIVOR	EMGESA	EPM	GECELCA	ISAGEN	CELSIA
Incentivo	0.241* (0.133)	0.028 (0.062)	0.007 (0.009)	0.005 (0.005)	0.028 (0.088)	-0.361 (0.299)
Nivel de embalse (Gwh)	-0.000 (0.001)	-0.019*** (0.001)	-0.037*** (0.001)	-0.003*** (0.000)	-0.021*** (0.001)	-0.033*** (0.004)
Constante	139.562*** (16.816)	391.619*** (19.957)	530.455*** (21.834)	188.154*** (4.682)	292.584*** (14.454)	532.473*** (49.980)
N	1,372	2,542	2,294	1,419	3,294	280
R ² Ajustado	0.072	0.162	0.320	0.216	0.196	0.482

Errores robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

^[1] Se corren efectos fijos de día y hora

2.2.3 Comportamiento Estratégico de las Ofertas de Plantas Térmicas

En el caso de las ofertas de las plantas térmicas, puesto que el costo se genera en forma exógena, el test de comportamiento estratégico propuesto por Wolak es simple. En esencia se trata de correr una regresión entre el precio de oferta y el nivel de embalse. Si el mercado fuese completamente competido, las plantas ofertarían a costo marginal y ni el nivel de embalse, ni el precio de bolsa, deberían incidir en el precio de oferta. Como se observa en la siguiente tabla, el nivel del embalse es un factor que explica, al 99% de significancia estadística, los precios ofertados para los recursos térmicos. Se infiere entonces que durante el período analizado el comportamiento comercial de los agentes que representan las plantas térmicas ha sido estratégico y se separa del referente de un mercado competido.

Tabla 23: Resultados del modelo de precios de oferta de plantas térmicas

Var Dependiente: Precio Oferta ^[1]	
Nivel de embalse (Gwh)	-0.026*** (0.003)
Constante	511.033*** (30.252)
N	2,518
R ² Ajustado	0.583

Errores robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

^[1] Se corren efectos fijos de día y por planta térmica