

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS

COMITÉ DE SEGUIMIENTO DEL MERCADO MAYORISTA DE
ENERGÍA ELÉCTRICA

OCTAVO INFORME

Preparado por:
Jorge Mercado
Gabriel Sanchez Sierra
Pablo Roda

Bogotá, Octubre del 2006

COMITÉ DE SEGUIMIENTO AL MERCADO DE ENERGIA MAYORISTA (CSMEM)

1. INTRODUCCION

Durante el tiempo transcurrido desde el inicio oficial de la asesoría (feb 15/2006), El CSMEM se ha dedicado fundamentalmente al análisis de las experiencias internacionales existentes (Australia, Gran Bretaña y Estados Unidos), al análisis del tratamiento teórico de los mercados, al análisis de estudios realizados por la SSPD y la CREG y al desarrollo de indicadores complementarios para el seguimiento del MEM.

Por otra parte y con el fin de conocer la estructura del MEM, se han analizado temas, entre otros, como el cargo por capacidad, aportes hídricos anuales, capacidad de embalses/días de abastecimiento energético, niveles de transacciones en contratos y en bolsa, estacionalidad de los precios de la bolsa, marcadores y seguidores del precio de bolsa (Granger), coincidencias entre precios de ofertas y precios de bolsa por horas de demanda y mapa de reconciliaciones positivas / negativas y magnitudes de ingresos

2. DISEÑO Y DESARROLLO DE INDICADORES DINAMICOS

En reuniones de trabajo conjuntas con la SSPD, se revisaron el grupo de indicadores existentes en la SSPD, su conceptualización, lógica, adopción de los mismos y las medidas que ha tomado la SSPD en cuanto al seguimiento del MEM.

El CSMEM consideró que la forma para explotar de la mejor manera los indicadores existentes es conformar una línea de base a partir del comportamiento histórico entre julio de 1995 y septiembre del 2006; en este sentido el equipo de apoyo construyó una base con los datos de series de tiempo y ha procesado las series históricas de los distintos indicadores.

Con base en el trabajo anterior, se han desarrollado caracterizando la dinámica de las series y las relaciones estadísticas entre ellas, los siguientes indicadores :

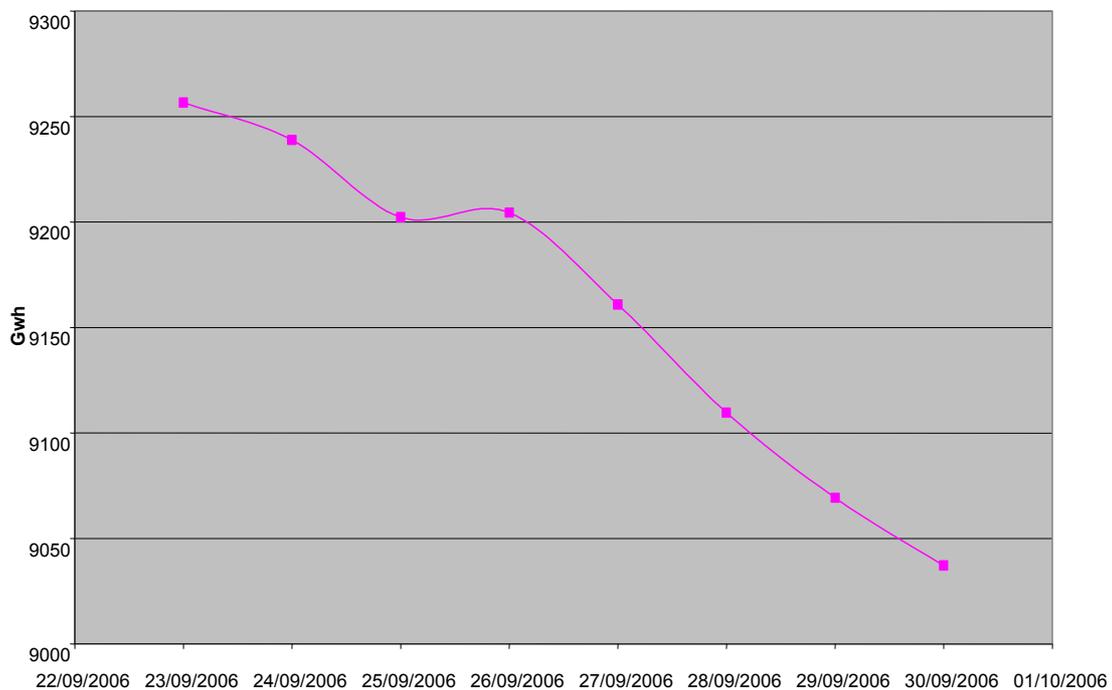
- Nivel de los embalses
- Precio de bolsa
- Índice de concentración en la fijación de precios (Herfindahl)
- Índice de poder de mercado (Lerner)
- Relación precio de oferta /precio de bolsa
- Demanda atendida por reconciliaciones positivas en cada zona
- Participación por planta en reconciliaciones positivas en cada zona
- Precio promedio de contratos
- Número y plazo de contratos por agente
- Porcentaje de contratación.

3. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE LOS INDICADORES

3.1 Nivel de los embalses

- Descripción: Corresponde al nivel en porcentaje de todos los embalses del sistema y tiene por propósito hacer seguimiento a esta variable que es estratégica en la formación de los precios.
- Periodicidad de cálculo: Diario
- Periodicidad de reporte: Semanal
- Variables que intervienen en el cálculo: Nivel del embalse (%): EVEP
- Forma de cálculo: Se extrae directamente de la base de datos (Neon), con resolución diaria para la semana anterior.

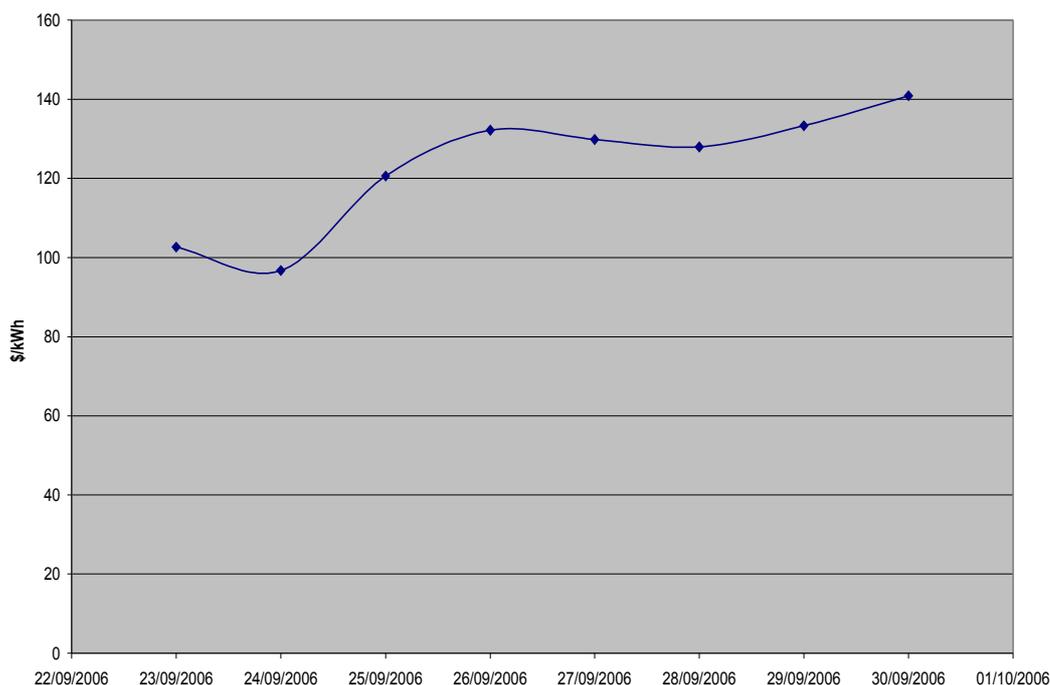
INDICADOR DEL EMBALSE OFERTABLE (SEMANA DEL 23 AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2006)



3.2 Precio de Bolsa

- Descripción: Es el precio en bolsa nacional del sistema. Su seguimiento es importante para determinar el nivel en el que se encuentran los precios del mercado.
- Periodicidad de cálculo: Diario
- Periodicidad de reporte: Semanal
- Variables que intervienen en el cálculo: Precio en bolsa nacional (\$/ kWh): PRBL
- Forma de cálculo: Se extrae directamente de la base de datos (Neon), con resolución diaria para la semana anterior. El valor diario corresponde a un promedio ponderado de los precios de bolsa horarios.

Indicador Precio de Bolsa (semana del 23 al 30 de Septiembre de 2006)



3.2.1 Estimación del precio de bolsa

- Descripción: Este indicador busca tener una primera aproximación a la estructura dinámica del precio de bolsa a través de la variable embalse ofertable del sistema.
- Periodicidad de cálculo: Mensual
- Periodicidad de reporte: Mensual
- Presentación del reporte: Proyección del precio de bolsa mensual para el siguiente mes.
- Variables que intervienen en el cálculo:

Precio de Bolsa (\$/kWh): PRBL
 Embalse Ofertable del Sistema (kWh): EMOF

- Forma de cálculo del indicador:

Como primer paso se propone estimar el Embalse Ofertable por medio de la siguiente ecuación que obedece a un modelo de suavizamiento exponencial:

$$EMOF_{t+k} = 8487 + S_{t-p+k}$$

Donde:

$EMOF_{t+k}$ = Predicción del embalse ofertable k pasos adelante.

S_{t-p+k} = Cada uno de los factores asociados a los meses del año, de acuerdo a la siguiente tabla:

p	MES	S
1	Enero	-496.07835
2	Febrero	-1160
3	Marzo	-1548
4	Abril	-1376
5	Mayo	-33.94604
6	Junio	763.5859
7	Julio	809.72488
8	Agosto	615.66402
9	Septiembre	550.73347
10	Octubre	661.58047
11	Noviembre	692.93841
12	Diciembre	530.6213

Posteriormente y teniendo la proyección para $EMOF_{t+k}$, se calcula $PRBL_{t+k}$ de acuerdo a:

$$PRBL_{t+k} = 0.68146 * [94.21936 + 0.19009 * k + S'_{t-p+k}] + 0.32291 * [136.15668 - 0.00729 * EMOF_{t+k}]$$

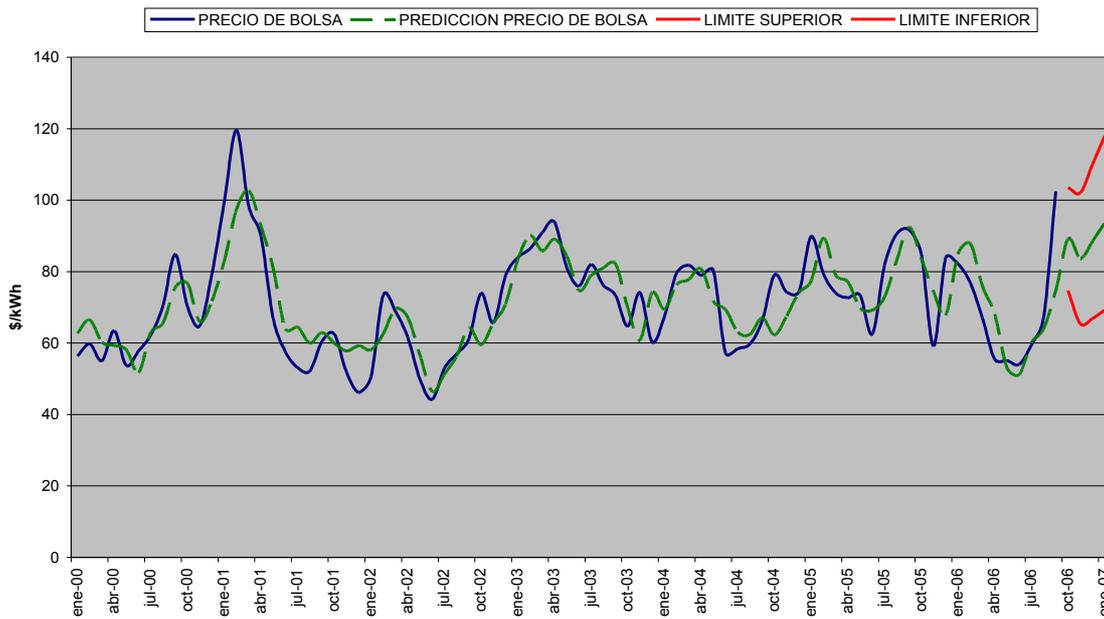
donde:

$PRBL_{t+k}$ = Predicción del Precio de Bolsa k pasos adelante.

S'_{t-p+k} = Cada uno de los factores asociados a los meses del año, de acuerdo a la siguiente tabla:

p	MES	S'
1	Enero	5.32996
2	Febrero	11.71338
3	Marzo	6.04167
4	Abril	3.03819
5	Mayo	-4.98973
6	Junio	-12.43821
7	Julio	-6.73296
8	Agosto	-3.55647
9	Septiembre	5.90588
10	Octubre	1.90671
11	Noviembre	-5.81586
12	Diciembre	-0.39966

ESTIMACION PRECIO BOLSA



3.3 Índice de concentración en la fijación de precios

- Descripción: Con el fin de determinar el número de agentes que participan de manera mayoritaria en la fijación del precio de bolsa en cada mes, se calcula el índice de concentración (Herfindahl) basado en los porcentajes de coincidencias entre los precios de oferta de las plantas asociadas a cada agente y el precio de bolsa en cada hora.
- Periodicidad de cálculo: Mensual
- Periodicidad de reporte: Mensual
- Presentación del reporte: Comparación del mes calculado con el mes anterior, el mes del año anterior y el promedio histórico.
- Variables que intervienen en el cálculo:

Precio en Bolsa Nacional (\$/kWh): PRBL

Precio de Oferta (\$/kWh): PROF

- Forma de cálculo: Inicialmente se realiza el cálculo del número de coincidencias entre el precio de oferta de cada planta y el precio de bolsa. Esta comparación es realizada en cada hora del periodo de interés. Una vez se tiene el número de coincidencias de cada planta, este valor se agrega para cada agente. La formulación es la siguiente:
- Formula de calculo de coincidencias por Planta:

$$INDC_{ij} = \sum_{d=1}^{n_d} I_{ijdh}$$

Donde,

$$I_{ijdh} = \begin{cases} 1 & \text{si } PROF_{ijdh} = PRBL_{ijdh} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$INDC_{ij}$: Indicador de coincidencias para el agente i en la planta j

i : Cada uno de los Agentes

j : Cada una de las Plantas

d : Los días del mes respectivo

n_d : El número total de días del mes

h : Cada hora del día ($h=0, 1, \dots, 23$)

- Formula de cálculo de coincidencias por agente:

$$INDC_i = \sum_{j=1}^{n_j} INDC_{ij}$$

Donde,

$INDC_i$: Indicador de coincidencias para el agente i

Una vez calculado el número de coincidencias se procede al cálculo del porcentaje de estas con relación al total del mes. Este cálculo se realiza de la siguiente forma:

$$PC_i = \frac{INDC_i}{\sum_i INDC_i}$$

Calculado este porcentaje para cada agente, se calcula el índice Herfindahl de la siguiente forma:

$$HHI = \sum_i PC_i^2 * 100$$

INDICE HERFINDAHL POR AGENTES				
TIPO DE HORA	ago-06	jul-06	ago-05	HISTORICO
HORA ALTA	22%	17%	17%	21%
HORA MEDIA	16%	18%	27%	22%
HORA BAJA	18%	24%	21%	22%

3.4 Indicador de Poder de mercado (Lerner)

- Descripción: Como una estrategia para determinar el poder de mercado de un determinado agente, basados en el índice de Lerner y teniendo en cuenta el desconocimiento de los costos marginales de la energía, se recurre al cálculo de la elasticidad de la curva de demanda residual del agente, sabiendo que el índice de Lerner es equivalente al inverso del negativo de la elasticidad de esta curva.

- Periodicidad de cálculo: Mensual
- Periodicidad de reporte: Mensual
- Presentación del reporte: Comparación del mes calculado con el mes anterior, el mes del año anterior y el promedio histórico.
- Variables que intervienen en el cálculo:
 - Precio en Bolsa Nacional (\$/kWh): PRBL
 - Precio de Oferta (\$/kWh): PROF
 - Disponibilidad comercial (kW): DSCM
 - Demanda real de energía (kWh): DMRL
- Forma de cálculo: Como primera medida se ordena por mérito las ofertas de las plantas en cada hora del mes de interés. Una vez hecho el ordenamiento se determinan cuales son las plantas en merito, ya que a estas se les realizará el calculo de la demanda residual. Posteriormente se eliminan las plantas correspondientes al agente de interés y se determina cual es la planta que limpia el mercado después de eliminar el agente de interés y se calcula la demanda residual de acuerdo a la siguiente formulación:

$$DMDRES_{hi} = DMRL_h - DSCMAC_{hi}^{PROF}$$

Donde,

$DMDRES_{hi}$: Es la demanda residual para el agente i en la hora h

$DMRL_h$: Es la demanda total de energía en la hora h

$DSCMAC_{hi}^{PROF}$: Es la disponibilidad comercial de energía acumulada en función del precio de oferta ordenado.

Teniendo calculada la curva de demanda residual se procede a realizar una regresión lineal sobre los puntos más cercanos al precio que limpió el mercado. Teniendo el intercepto y la pendiente de la recta estimada, se calcula la elasticidad de la curva así:

$$E_{hi} = \frac{PMEDIO_{hi}}{QMEDIO_{hi}} * B_{hi}$$

Donde,

$PMEDIO_{hi}$: Es el promedio de los precios de oferta de los puntos cercanos al precio que limpió el mercado (Los mismos usados en la regresión)

$QMEDIO_{hi}$: Es la demanda residual estimada a través del modelo obtenido y aplicada en $PMEDIO_{hi}$

B_{hi} : Es la pendiente de la recta

Teniendo la elasticidad, se calcula el índice de Lerner de acuerdo a:

$$L_{hi} = -\frac{1}{E_{hi}}$$

El dato mensual para el agente i corresponde al promedio de los índices de Lerner calculados en todas las horas del mes de interés, es decir:

$$L_i = \sum_h L_{hi}$$

INDICE LERNER POR AGENTE				
TIPO DE HORA				
<i>HORA ALTA</i>	ago-06	jul-06	ago-05	HISTORICO
AES CHIVOR & CIA. S.C.A. E.S.P.	0.14	0.13	0.15	0.16
CHIVOR S.A. E.S.P.	0.2	0.19	0.16	0.1
EMGESA S.A. E.S.P.	0.18	0.16	0.12	0.13
ISAGEN S.A. E.S.P.	0.17	0.15	0.13	0.11
EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN	0.16	0.14	0.13	0.15
TERMOTASAJERO S.A. E.S.P.				
<i>HORA MEDIA-BAJA</i>	ago-06	jul-06	ago-05	HISTORICO
AES CHIVOR & CIA. S.C.A. E.S.P.	0.13	0.7	0.9	0.8
CHIVOR S.A. E.S.P.	0.12	0.12	0.1	0.9
EMGESA S.A. E.S.P.	0.14	0.11	0.12	0.7
ISAGEN S.A. E.S.P.	0.11	0.13	0.13	0.8
EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN	0.1	0.9	0.11	0.6
TERMOTASAJERO S.A. E.S.P.	0.11	0.12	0.1	0.5

Estos datos son a manera de ejemplo, y no corresponden a datos reales

3.5 Relación precio de oferta / Precio de bolsa

- Descripción: Determinar como se distribuyen los precios contenidos en las ofertas ;una baja dispersión alrededor del precio de bolsa puede ser señal, o de coalición entre participantes, o de una estructura de costos, riesgos y valoración de los recursos muy similar para todos los agentes.
- Periodicidad de cálculo: Mensual
- Periodicidad de reporte: Mensual
- Presentación del reporte: Comparación del mes calculado con el mes anterior, el mes del año anterior y el promedio histórico.
- Variables que intervienen en el cálculo:
 - Precio en Bolsa Nacional (\$/kWh): PRBL
 - Precio de Oferta (\$/kWh): PROF
- Forma de cálculo: Se realiza directamente el cociente:

$$POP_{hi} = \frac{PROF_{hi}}{PRBL_h} * 100$$

Donde:

$PROF_{hi}$: Precio de oferta de la planta i para la hora h .

$PRBL_h$: Precio de bolsa en la hora h .

Posteriormente se realiza un conteo de la cantidad de horas en el mes por planta que se encuentran en cada uno de los rangos de aproximación al precio de bolsa, 0-90%, 90-100% y mayores de 100%.

$$POP_{ik} = \frac{\sum_h I_{khi}}{n} * 100$$

Donde:

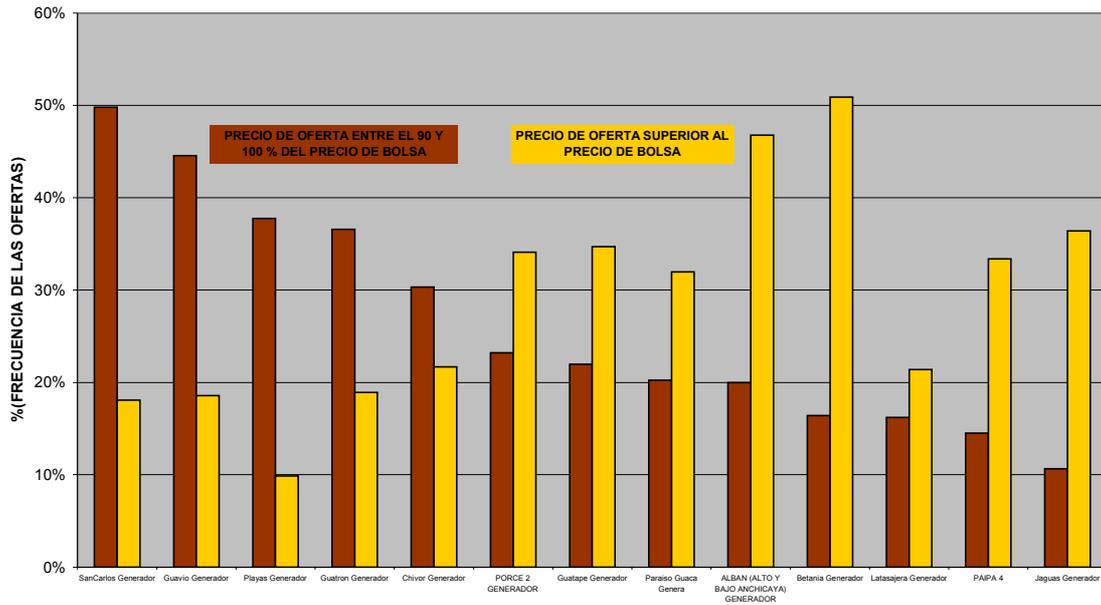
$$I_{1hi} = \begin{cases} 1 & \text{si } POP_{hi} \text{ esta } 0 \text{ y } 90\% \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$I_{2hi} = \begin{cases} 1 & \text{si } POP_{hi} \text{ esta } 90 \text{ y } 100\% \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

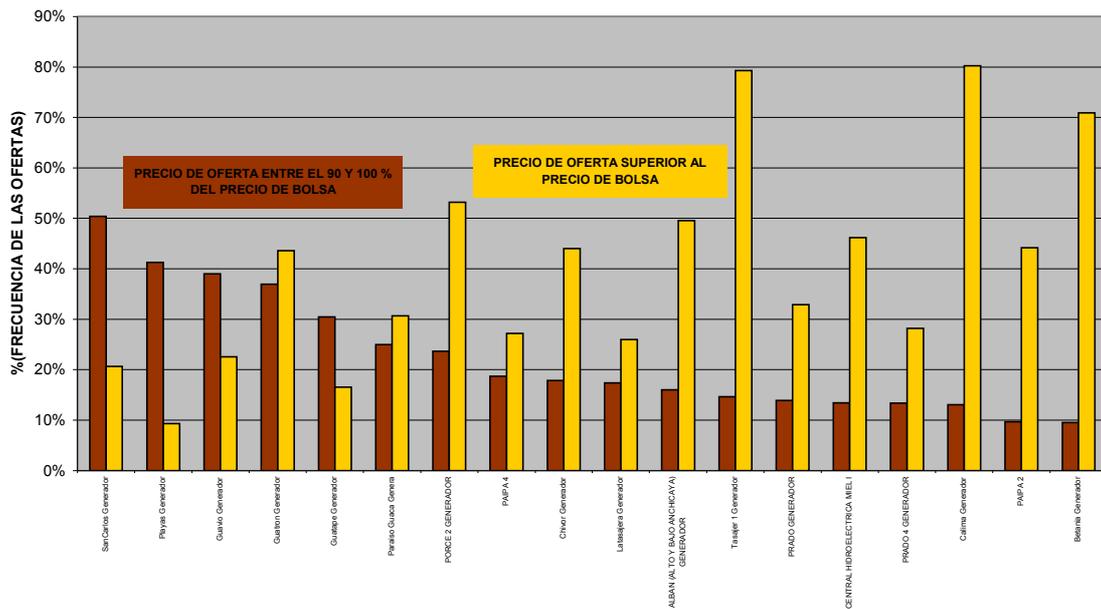
$$I_{3hi} = \begin{cases} 1 & \text{si } POP_{hi} > 100\% \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

n es número de horas en el mes

FRECUENCIA DEL INDICADOR PRECIO DE OFERTA SOBRE PRECIO DE BOLSA EN INVIERNO



FRECUENCIA DEL INDICADOR PRECIO DE OFERTA SOBRE PRECIO DE BOLSA EN VERANO



3.6 Demanda atendida por reconciliaciones positivas en cada zona

- Descripción: Establecer la dinámica de la participación de la reconciliación positiva en la demanda de cada zona, esta es una forma de evaluar la eficiencia del mercado por regiones.
- Periodicidad de cálculo: Mensual
- Periodicidad de reporte: Mensual

- Presentación del reporte: Comparación del mes calculado con el mes anterior, el mes del año anterior y el promedio histórico.
- Variables que intervienen en el cálculo:

Reconciliación Positiva (kWh): MRPS
 Demanda Real de energía (kWh) : DMRL

- Forma de cálculo:

$$SUMAG_z = \sum_i MRPS_{zi}$$

$$SUDEM_z = \sum_j DMRL_{zj}$$

Donde:

$SUMAG_z$ es la magnitud de la reconciliación positiva para la zona z.

$SUDEM_z$ es la demanda de la zona z.

$MRPS_{zi}$ es la magnitud de reconciliación positiva de la planta i que pertenece a la zona z.

$DMRL_{zj}$ es la demanda del agente j para la zona z.

Finalmente se calcula la demanda atendida por reconciliaciones positivas:

$$DARP_z = \frac{SUMAG_z}{SUDEM_z} * 100$$

Zona	HISTORICO	2006
ANTIOQUIA	7.2%	2.7%
CENTRO	8.0%	4.0%
NORDESTE	16.4%	12.8%
NORTE	53.1%	44.5%
SUR OCCIDENTE	9.2%	6.0%

3.7 Participación por planta en reconciliación positiva en cada zona

- Descripción: Establecer la distribución de la participación de las plantas en la reconciliación positiva en la zona a la que cada una pertenece.
- Periodicidad de cálculo: Mensual
- Periodicidad de reporte: Mensual

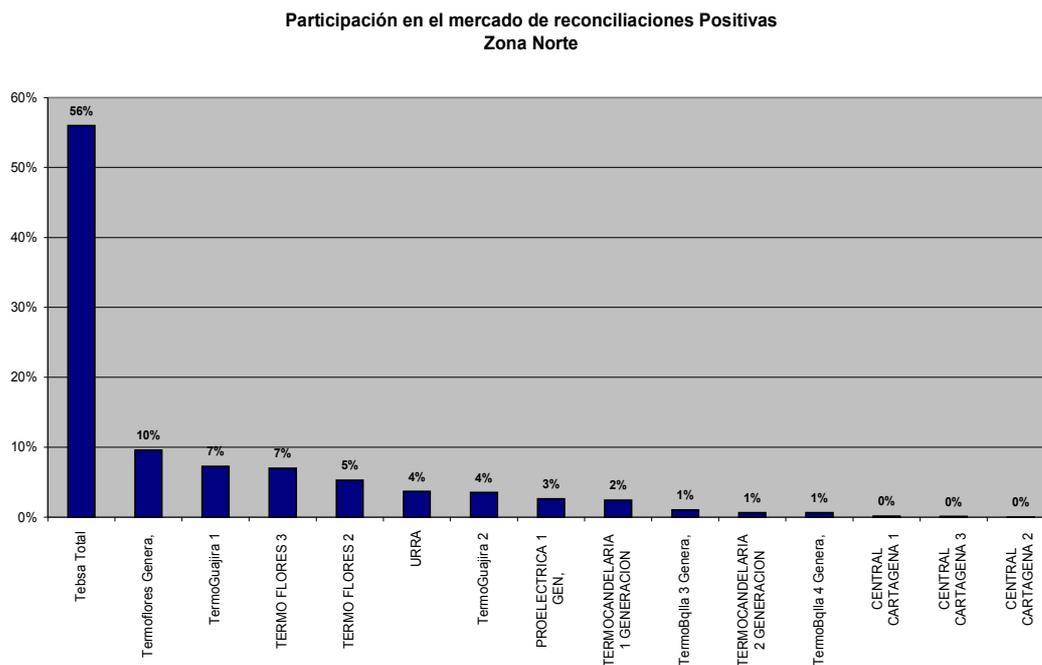
- Presentación del reporte: Comparación del mes calculado con el mes anterior, el mes del año anterior y el promedio histórico.
- Variables que intervienen en el cálculo: Reconciliación Positiva (kWh): MRPS
- Forma de cálculo:

$$PRPOS_{iz} = \frac{MRPS_i}{\sum_i MRPS_{iz}}$$

Donde:

$MRPS_i$ = Magnitud de reconciliación positiva para la planta i.

$MRPS_{iz}$ = Magnitud de reconciliación positiva de la planta i para la zona z.



3.8 Precio promedio de contratos

- Descripción: Medir el comportamiento de los precios de los contratos suscritos por los agentes, permite dar una visión general de la evolución del mercado, ya que estos son un elemento estratégico de los precios en bolsa.
- Periodicidad de cálculo: Mensual
- Periodicidad de reporte: Mensual

- Presentación del reporte: Comparación del mes calculado con el mes anterior, el mes del año anterior, el promedio histórico y con los suscritos en el mes de análisis.

- Variables que intervienen en el cálculo:

Energía despachada por contrato (kWh): ENDS

Tarifa indexada (\$/kWh): TRFI

- Forma de cálculo: Como primer paso se calcula el promedio mensual de las tarifas para cada contrato,

$$TPC_{ic} = \frac{\sum_h TRFI_{ich}}{n_c}$$

Donde:

TPC_{ic} = Tarifa promedio mensual del contrato c del agente i

$TRFI_{ich}$ = Tarifa indexada del contrato c, del agente i para la hora h

n_c = numero de horas del mes en que fue despachado el contrato c

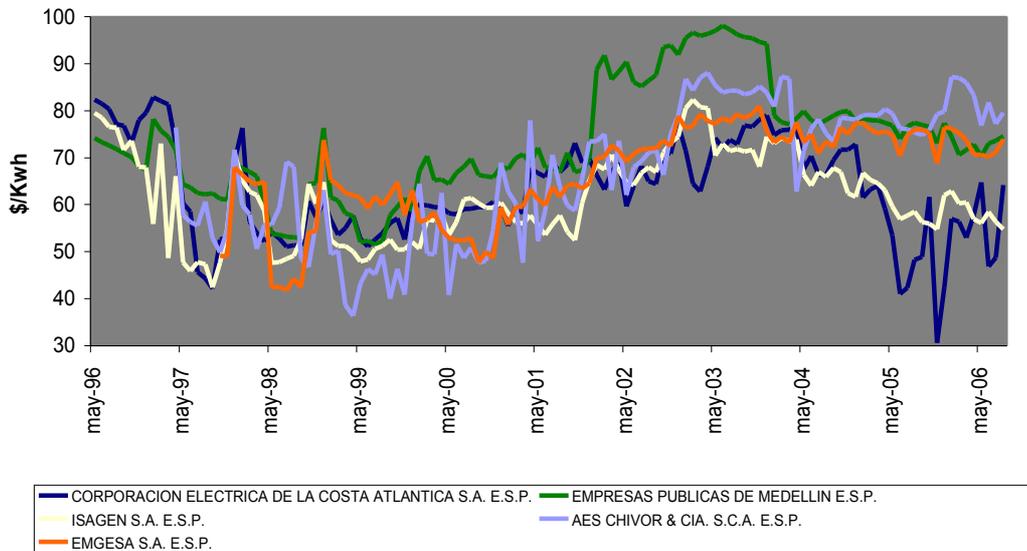
Posteriormente se calcula el precio promedio ponderado por energía despachada para cada agente:

$$PPC_i = \frac{\sum_c TPC_{ic} * ENDS_{ic}}{\sum_c ENDS_{ic}}$$

PPC_i = precio promedio de contratos para el agente i.

$ENDS_{ic}$ = Energia mensual despachada del contrato c del agente i.

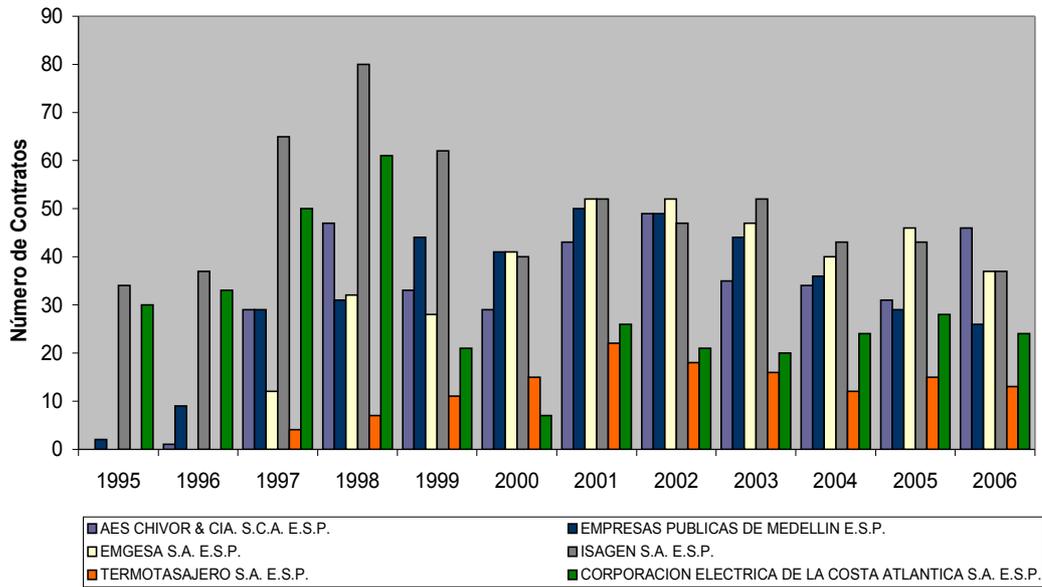
**PRECIO PROMEDIO MENSUAL PONDERADO DE LA ENERGÍA
COMPROMETIDA EN CONTRATOS
Precios constantes de Agosto de 2006**



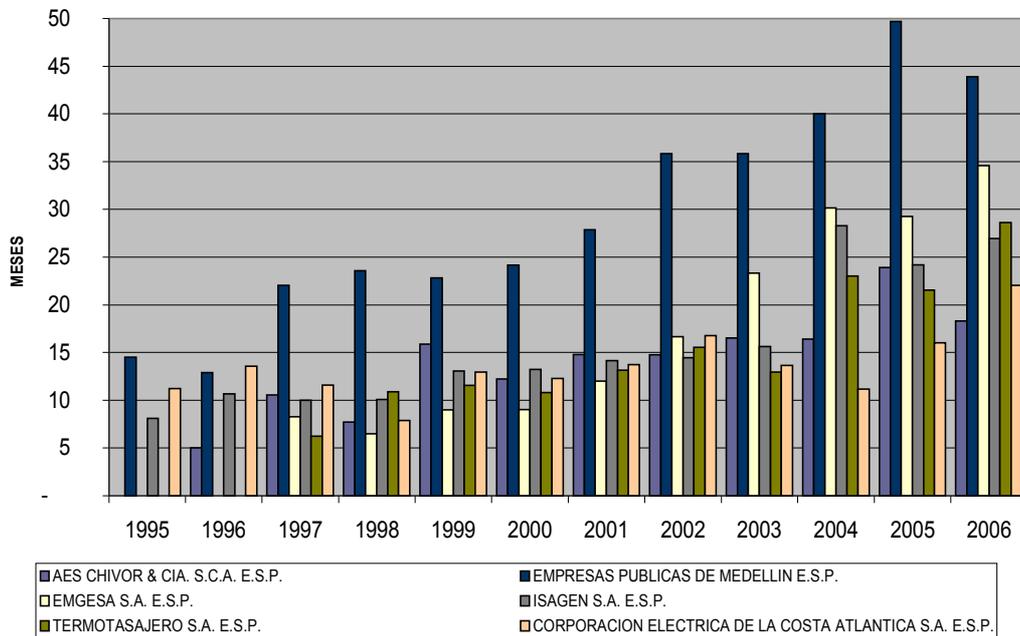
3.9 Número y plazo de contratos vigentes

- Descripción: el cambio en los plazos de los contratos es un indicador de la estabilidad del precio en la bolsa, un mercado que tiende a tener mayores plazos en sus contratos da señal de mayor información, transparencia, liquidez y credibilidad. Por otra parte el numero de contratos proporciona un índice del grado de competencia que existe por le lado de la demanda en el mercado mayorista.
- Periodicidad de cálculo: Mensual
- Periodicidad de reporte: Semestral
- Presentación del reporte: Comparación con el promedio histórico.
- Variables que intervienen en el cálculo:
 - a) Fecha de inicio del Contrato: FECINI
 - b) Fecha Final del Contrato: FECFIN
- Forma de cálculo para número de contratos: Se realiza el conteo de contratos vigentes en cada mes, del periodo de interés.
- Forma de cálculo para el plazo de contratos por agente: se calcula el número de meses entre la fecha final y la fecha de inicio del contrato, posteriormente se suman los conteos de contratos vigentes por agente en cada mes y se dividen por el número de contratos vigentes en el mes del respectivo análisis.

NUMERO DE CONTRATOS VIGENTES POR AGENTE



PLAZO PROMEDIO ANUAL DE CONTRATOS VIGENTES



3.10 Porcentaje de contratación

- Descripción: Este indicador busca analizar el nivel de compromisos de cada agente con relación a variables que permitan inferir el grado de exposición al mercado.

- Periodicidad de cálculo: Mensual
- Periodicidad de reporte: Mensual
- Presentación del reporte: Comparación del mes calculado con el mes anterior, el mes del año anterior y el promedio histórico.
- Variables que intervienen en el cálculo:

Ventas Contratos (kWh): MVCN
 Generación Real (kWh): GNRL

- Forma de cálculo del indicador para la planta i:

$$PCGN_i = \frac{MVCN_i}{GNRL_i} * 100$$

