

Lecturas de Economía

ISSN: 0120-2596

lecturas@udea.edu.co

Universidad de Antioquia

Colombia

Tobón Orozco, David; Ortiz Ortega, Margarita; Castillo, Gustavo  
Organización del mercado de generación de electricidad colombiano.: Una aplicación de los índices  
de diversificación tecnológica y de concentración H-H y C-4, 1995-2004  
Lecturas de Economía, núm. 62, enero-junio, 2005, pp. 209-229  
Universidad de Antioquia  
.png, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155213358007>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

# Organización del mercado de generación de electricidad colombiano. Una aplicación de los índices de diversificación tecnológica y de concentración H-H y C-4, 1995-2004

David Tobón, Margarita Ortiz y Gustavo Castillo\*

**—Introducción. —I. Descripción de la metodología usada para el análisis de las variables. —II. Cálculo de los índices H-H y C-4. —III. Variabilidad de los índices de concentración al agrupar las empresas generadoras por vínculos empresariales. —Conclusiones. —Anexo. —Bibliografía.**

*Primera versión recibida en enero de 2005; versión final aceptada en mayo de 2005 (eds.)*

## Introducción

Entre los temas más relevantes en la teoría de la organización industrial se tienen los de las fusiones, adquisiciones, ofertas públicas de acciones, compra de acciones de una empresa por parte de otras, ampliaciones y participación en el

\* David Tobón Orozco: docente Facultad de Ciencias Económicas, Coordinador del Grupo de Microeconomía Aplicada, Universidad de Antioquia. Dirección electrónica: davidfer@agustinianos.udea.edu.co. Margarita Ortiz Ortega, estudiante de Maestría en Economía. Universidad de Antioquia. Dirección electrónica: mmortiz@agustinianos.udea.edu.co. Gustavo Castillo Quintero, Economista, asistente de investigación, Centro de Investigaciones Económicas —CIE—, Universidad de Antioquia. Dirección electrónica: gacastilloq@yahoo.es. Dirección postal de los autores: Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Económicas, Apartado Aéreo 1226, Medellín, Colombia.

Este artículo hace parte de la investigación “¿Por qué el 25% de participación de una empresa hace a un mercado competitivo? El caso de la generación eléctrica en Colombia”, realizada por el Grupo de Microeconomía Aplicada del CIE de la Universidad de Antioquia. Se agradece el apoyo financiero del Comité de Desarrollo de la Investigación —Codi—, el soporte intelectual de Danny García Callejas y Germán Valencia Agudelo, integrantes del proyecto y el grupo, y a los evaluadores anónimos del artículo. Los autores asumen toda la responsabilidad por el contenido del artículo.

mercado. En Colombia estas cuestiones han tenido relevancia creciente desde principios de 1990, debido al proceso de apertura económica, la privatización de empresas del Estado, las reestructuraciones empresariales y la participación en el mercado del sector privado en la provisión de servicios de utilidad pública. Los empresarios han tenido que prepararse para una competencia más fuerte, donde aspectos como las economías de escala y de alcance y la creación de bloques económicos y alianzas estratégicas son fundamentales en la dinámica de las industrias. El interés de las empresas con las fusiones e integraciones es alcanzar una mayor cuota en el mercado, un mayor volumen de ventas, una caída en los costos unitarios, una amortización más rápida de las inversiones, una eliminación de posibles excesos de capacidad de producción o distribución en los casos en que se den y, en un mercado globalizado, la expansión internacional y la penetración de mercados externos.

Mientras que los empresarios piensan positivamente acerca de estas prácticas, los hacedores de política no las consideran del todo positivas, pues ven en ellas una pérdida de competencia que puede disminuir el bienestar de los consumidores. Existe la creencia que para que se presente un mercado competitivo es necesaria una defensa vigorosa de un gran número de agentes en él y, por tanto, un grado de concentración bajo en los distintos sectores industriales. En Colombia, por ejemplo, en la Constitución de 1991, Artículo 333, se consagra la libertad económica y la libre iniciativa privada dentro de los límites del bien común, como un derecho de todos los ciudadanos.

Para medir el grado de concentración del mercado se suelen utilizar varios criterios. Los más utilizados son el índice de Herfindhal-Hirshman —H-H— y el coeficiente de concentración de las cuatro principales firmas en el mercado —C-4—. El índice H-H se define como la suma de los cuadrados de las cuotas de mercado de todas las empresas del sector. Los valores que puede tomar este índice oscilan entre cero (0), en el caso de un sector con un número infinito de empresas muy pequeñas, y diez mil (10.000), en donde se detecta monopolio. Según este criterio el mercado se considera: no concentrado si el H-H es inferior a 1.000. Moderadamente concentrado si está entre 1.000 y 1.800 y altamente concentrado si es superior a 1.800 (Acolgen, 1999, p. 21). Por su parte, el C-4 se calcula sumando la cuota de mercado de las cuatro empresas más grandes; este índice ayuda a describir el grado de poder de mercado que poseen las firmas

líderes, aunque el grado de participación entre ellas sea muy diferente. La variable tradicionalmente analizada bajo la metodología de los índices de concentración H-H y C-4 es la capacidad instalada.

El único dato actualmente disponible sobre índices de concentración en el sector de generación de electricidad colombiano es el calculado en 1999 por la Asociación Colombiana de Generadores —Acolgen—, con un H-H de 1.383, lo cual llevó a considerar este mercado como un oligopolio moderado. Lo que se encuentra en la realidad es que los cuatro principales generadores (Emgesa, EEPPM, Isagen y Corelca<sup>1</sup>) concentran alrededor del 60% de la capacidad instalada, dejando un 40% para la competencia entre muchos agentes.<sup>2</sup> No obstante, también puede ser probable fusiones que lejos de reducir la competitividad del sector la incrementen; tal podría ser el caso de una fusión de dos empresas de tamaño moderado en un mercado dominado por una empresa que concentra la mayor parte de la producción, pues ella ayudaría a que hubiera una mayor capacidad de defensa ante las decisiones unilaterales de la empresa más grande (García Alba, 1994, p. 3).

El propósito de este artículo es analizar la evolución que han tenido los niveles de concentración en el mercado de generación a través del cálculo de los indicadores más relevantes. Para ello, en primera instancia, se clasifican los agentes generadores analizados según su tipo de tecnología y participación en el mercado, luego se definen los indicadores utilizados y se calculan para medir la concentración, posteriormente se interpolan los resultados bajo la agrupación de empresas, para finalmente recalcular los índices y realizar un análisis comparativo y evolutivo.

### I. Descripción de la metodología usada

La estructura organizacional del mercado de generación se puede clasificar según la cantidad de electricidad en megavatios —MW— que puede producir un generador con sus plantas y según el tipo de tecnología que utilice. La Comisión de Regulación de Energía y Gas —Creg— determinó, según el código de operación, tres niveles de potencia: las plantas con capacidad inferior a 10 MW,

1 El anexo recoge los nombres y siglas de las empresas analizadas en este documento.

2 Estos cálculos se realizaron con base en el tamaño que tenían las empresas antes de la liberalización del mercado y de la ampliación de los límites a la integración vertical, impuestos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas —Creg—.

las cuales no son despachadas centralmente a través de la Bolsa de Energía, las que se ubican entre 10 y 20 MW, que tienen una participación voluntaria en el despacho, y aquellas con capacidad superior a 20 MW, que son obligadas a participar en el mercado.

Según esta clasificación, la muestra de análisis reunió las plantas con capacidad superior a 20 MW que reportaron información continua durante el período 1995-2004. En total se analizaron 62 plantas pertenecientes a 24 generadores (véase anexo), lo que representa, en promedio, un 96%-98% de participación en cada una de las variables analizadas, pues el porcentaje restante es aportado por las plantas ubicadas en los otros dos niveles determinados por el regulador y, adicionalmente, por los autogeneradores y cogeneradores.<sup>3</sup>

Las variables sobre las cuales se calculan los índices de concentración son: a) capacidad efectiva neta instalada, definida como la máxima cantidad de potencia neta que puede suministrar una planta en condiciones normales de operación, b) la generación tanto real como ideal: la primera equivale a la generación neta de cada una de las plantas en sus puntos de frontera, teniendo en cuenta las restricciones de transmisión y la segunda al despacho de generación que resulta de no considerar la red de transmisión, c) por último, se analizaron las ventas tanto en Bolsa como en contratos, expresadas en cantidades físicas y en pesos.<sup>4</sup> Por otro lado, los tipos de tecnologías que presentaron, de manera agregada, las 62 plantas analizadas fueron: hidráulica, térmica a gas y térmica a

---

3 Originalmente las variables se encontraban en frecuencia horaria, de modo que se hizo necesario un proceso de anualización.

4 Dentro de los trabajos que justifican la importancia y relevancia de estas variables para la construcción de indicadores de concentración se encuentra el de Arbeláez (1999), donde se establece que las variables disponibilidad y capacidad instalada permiten a los generadores concentrar la dinámica del mercado. En el de Benavides (1999), la variable diversificación tecnológica explica la posible segmentación tecnológica que conduce a la posibilidad de una oferta de generación concentrada a favor de pocos agentes. Adicionalmente, Stacchetti (1999) concluye que tanto la variable tecnología como el tipo de distribución de la propiedad de la generación entre agentes públicos, privados o sus agrupaciones empresariales son componentes estratégicos explicativos de la concentración del mercado. Por último, los estudios de la Asociación Colombiana de Generadores —Acolgen— (1999) y de Smith (1999), refuerzan la tesis de Arbeláez afirmando que la capacidad instalada es una variable clave para explicar la concentración. En el estudio de Acolgen (1999), se presenta el único cálculo que existe hasta ahora sobre los índices H-H y C-4 para Colombia, pero sólo considera la variable capacidad instalada de 1999.

carbón;<sup>5</sup> éstas, en ese orden, son las de mayor participación en la composición tecnológica del sector (véase tabla 1).

Con base en los dos tipos de clasificación anteriores, se construyó un índice para medir el grado de diversificación tecnológica: primero, la distribución porcentual por tecnología y su aporte en capacidad instalada y, segundo, un análisis empresarial y de naturaleza jurídica. En la tabla 1 se presentan los porcentajes de participación de las plantas con independencia de su tamaño; se observa que el 54,84% del parque generador lo componen las plantas térmicas y el 45,16% restante las hidráulicas, siendo mayor la participación en la capacidad instalada de las segundas, con un 64,4% (tabla 2). Dentro de las térmicas, participan mayoritariamente las que funcionan a gas, con un 40,32%.

Tabla 1. *Grado de diversificación tecnológica del parque generador*

Tipo de tecnología	Plantas	Participación
Solo hidráulica	28	45,16
Solo térmica	34	54,84
Agregado	62	100
Térmicas a gas	25	40,32
Térmicas a carbón	9	14,52

Fuente: www.isa.com.co/basededatosneon (octubre de 2004).  
Citada en adelante como “Base de datos Neón”

Tabla 2. *Capacidad efectiva del Sistema Interconectado Nacional –SIN–*

Recurso	Privado		Público		Total	
	MW	Porcentaje	MW	Porcentaje	MW	Porcentaje
Carbón	554		315		869	6,49
Gas	2.462		1.354		3.816	28,48
Fuel oil	0		88		88	0,66
Total térmica	3.016	63,1	1.757	36,8	4.773	35,6
Agua	4.411	51,5	4.213	48,85	8.624	64,4
Total	7.427	55,3	5.970	44,57	13.397	100

Fuente: Upme/datosestadisticos/indicadores/capacidadinstalada (octubre de 2004).

5 Según la clasificación tecnológica, se utilizan siete tipos de tecnologías para producir electricidad,

Analizando en la tabla 2 la participación en la capacidad instalada, el 35,6% es aporte térmico, en contraste con las hidráulicas que, siendo menores en número, le aportan al sistema más potencia. En cuanto a la participación empresarial y por naturaleza jurídica se tiene un mayor aporte de capital privado en la generación térmica, con un 63,1%, mientras que en la generación hidráulica la distribución es más equilibrada entre el aporte público y el privado.

Desde la perspectiva empresarial, mientras existen siete empresas con tecnología hidráulica, las empresas térmicas suman once; esto significa que el 45,83% de las empresas que componen la actividad de generación son térmicas, el 25% térmicas e hidráulicas y el 29,17% adicional son empresas exclusivamente hidráulicas. De la tabla 3 se concluye que la segmentación tecnológica del parque generador se concentra en solo seis empresas que poseen los dos tipos de tecnología, hidráulica y térmica, y no existen empresas con tecnología térmica a gas y carbón simultáneamente.

Tabla 3. *Índice de segmentación tecnológica del parque generador*

Tipo de tecnología	Empresas	Participación	Empresas
Solo hidráulica	7	29,17	Betania, Cedenar, Cedelca, Chivor, Electrolima, Urrá, Chidral.
Solo térmica	11	45,83	Corelca, Tebsa, Termoflores, Essa, Ebsa, Emcali, Proelectrica, Termocandela, Merielectrica, Termocartagena, Termotasajero.
Térmicas a gas	9	81,82	Corelca, Tebsa, Termoflores, Essa, Emcali, Proelectrica, Termocandela, Merielectrica, Termocartagena
Térmicas a carbón	2	18,18	Ebsa, Termotasajero
Total térmicas	11	100	
Hidráulicas más térmicas	6	25	Chec, Emgesa, Epsa, Termovalle, EEPPM, Isagen
Total empresas	24	100	

Fuente: Base de datos Neón.

---

en orden de importancia se tienen: las hidráulicas, tanto con Francis como con Pelton, las turbo gas vapor o ciclo combinado, las turbo gas, las térmicas a gas vapor, las térmicas a carbón vapor y las de fuel oil vapor.

## II. Cálculo de los índices H-H y C-4

Como ya se mencionó, debe tenerse en claro que si bien el C-4 ayuda a describir el grado de poder de mercado que poseen las firmas líderes, el grado de participación entre ellas puede ser muy diferente. El índice H-H tiene la ventaja de que pondera más adecuadamente el poder de mercado de las empresas: disminuye al incrementarse el número de empresas incluidas para su cálculo y aumenta al empeorar la distribución entre ellas.<sup>6</sup> Una expresión vinculada al índice H-H que da una interpretación más intuitiva es el denominado Número Equivalente, que se calcula dividiendo 10.000 sobre el índice H-H, pues se refleja el número promedio de empresas de la industria y, por tanto, su estructura.

La primera variable analizada es la capacidad instalada, debido a que es sólo sobre ella que el regulador ha implementado el límite del 25% a la participación. A octubre de 2004, se tiene una capacidad efectiva de 13.397 MW, distribuida en 8.624 MW hidráulica y 4.773 MW térmica. Esto implica un crecimiento de la capacidad agregada de 60,32% entre 1995 y 2004, discriminado en 32,24% para la capacidad hidráulica y 160,1% en la térmica. Aunque el crecimiento de la capacidad térmica es significativo continúa predominando la hidráulica.

Después de 1995, cuando se escindió la generadora Isagen de ISA, el mercado estaba concentrado entre pocas empresas: cuatro generadores tenían el 65,77% de la capacidad efectiva.<sup>7</sup> En la actualidad los niveles de concentración se han reducido un poco: cuatro generadores poseen una cuota del 60,97% del mercado (véase tabla 4).<sup>8</sup>

---

6 Otros índices menos usados son: el índice de Lerner, que es la diferencia entre el precio de venta de un producto y su costo marginal; el índice de Dominancia, que no penaliza cualquier fusión o concentración sino que su resultado depende del tamaño relativo de las empresas fusionadas y de la estructura particular en el mercado; finalmente, el índice de Niehans, que pondera la participación de cada firma respecto al tamaño de la industria por el tamaño absoluto de la firma respectiva.

7 La participación por empresa era en 1995: 23,26% para Emgesa, 17,72% para EEPPM, 14,61% para Isagen y 10,18% para Chivor.

8 A octubre de 2004 la distribución es de 19,29% para EEPPM, 15,89% para Isagen, 15,69% para Emgesa y 10,10 para Corelca.

Tabla 4. *Índice de concentración C-4 para la capacidad instalada*

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Promedio
C-4	65,77	67,06	66,6	64,79	62,92	60,58	61,57	61,53	60,82	60,97	63,26
Variación (%)	1,95	-0,69	-2,70	-2,69	-3,73	1,63	-0,06	-1,16	0,25	-0,82	

Fuente: Base de datos Neón.

Por tanto, el indicador de concentración mantiene una tendencia estable pero alta. En promedio en el período de análisis el 63,26% de la participación de la capacidad instalada se reparte entre cuatro empresas, y el juego empresarial por la primera posición en el indicador se ha mantenido entre Emgesa y EEPPM.

En general, la capacidad instalada se ha mantenido en un promedio anual de 11.806 MW, con un crecimiento promedio durante 1995 a 2004 del 3,39%,<sup>9</sup> con alto crecimiento entre 1996 y 2001, pero con un estancamiento al final, con tasas del 0,96% en 2001 y 0,29% en 2002.

Al descomponer el indicador C-4 por tecnología, la generación hidráulica es mucho más concentrada que la térmica, a niveles que se acercan a los intervalos de concentración agregada para la industria; sin embargo, entre 1997 y 2000 presenta tasas decrecientes y una tendencia a disminuir en los últimos años, para un promedio agregado negativo del 2,32% y un C-4 promedio del 55% (véase tabla 5). EEPPM y Emgesa también ocupan el primer lugar como generadores hidráulicos, Isagen mantiene el tercer puesto y ahora es Chivor el cuarto generador hidráulico más importante.<sup>10</sup>

Tabla 5. *Índice de concentración C-4 por tipo de tecnologías para la capacidad instalada*

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Promedio
C-4 hidráulico	63,59	64,84	61,12	55,61	53,04	49,62	50,55	51,02	50,93	51,11	55
Variación (%)	1,96	-5,73	-9,01	-4,62	-6,46	1,88	0,92	-0,17	-0,36	-2,32	
C-4 térmico	13,63	15,17	16,6	18,18	18,65	18,63	18,5	18,17	18,13	18,37	17,4
Variación (%)	11,26	9,43	9,56	2,58	-0,14	-0,69	-1,75	-0,24	1,34	3,46	

Fuente: Base de datos Neón.

9 La metodología de cálculo fue, partiendo de las tasas de crecimiento diarias, mediante el cálculo de tasas mensuales y anuales, para finalmente promediarlas.

10 Las participaciones son 15,79% para EEPPM, 13,99% para Emgesa, 13,73% para Isagen y 7,60% Chivor.

Con el índice H-H (tabla 6) se concluye que el sector se ha mantenido siempre en oligopolio moderado, con tendencia al oligopolio débil en los últimos años, como lo reafirma el cálculo del número equivalente, estabilizado en nueve agentes, y un crecimiento promedio en el periodo del 2%.<sup>11</sup>

Tabla 6. *Índice de concentración H-H para la capacidad instalada*

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Promedio
H-H	1386	1413	1382	1300	1263	1173	1198	1191	1169	1175	1265
Variación (%)	1,94	-2,2	-5,88	-2,89	-7,08	2,12	-0,59	-1,64	0,51	-1,77	
Número											
equivalente	7	7	7	8	8	9	8	8	9	9	8
Variación (%)	-1,9	2,26	6,25	2,98	7,82	-2,07	0,59	1,88	-0,5	1,9	

Fuente: Base de datos Neón.

Esta concentración se puede explicar por la volatilidad en las tasas de crecimiento, tanto por los aportes en MW sobre la capacidad instalada como la variación intranual de la participación porcentual sobre el agregado del sistema. Al iniciar el mercado se tenían menos agentes con una mayor participación, luego entraron empresas como Emcali en 1998 y Urrá y Termocandelaria en 2000; adicionalmente Betania, Chivor, Essa, Emgesa presentaron tasas de crecimiento promedio anual en el periodo de análisis decrecientes del 3,08%, 2,78%, 7,16% y 4,20%, respectivamente, y las empresas que crecieron lo hicieron a tasas bajas (Chec con 0,74%, EEPPM con 1,18% e Isagen con 1,16%).

Las otras variables analizadas son la generación real y la generación ideal, para las que el regulador no ha fijado ningún límite de participación. En la Tabla 7 se observa que solo en los tres primeros años del mercado el indicador de concentración C-4 para la generación real fue superior a la concentración en la generación ideal y desde 1998 hasta 2004 ha estado por encima la generación ideal; esto se explica por ser la generación ideal el resultado de procesos de estimación con el sistema operando en óptimas condiciones en contraste con la realidad, donde se presentan problemas de restricciones e inflexibilidades de las plantas y en las redes de transmisión.

11 Al calcular el índice H-H por tecnología se tiene que el H-H hidráulico es en promedio 7,05 veces el índice H-H térmico.

Tabla 7. *Índice de concentración C-4 para la generación real e ideal*

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Promedio
C-4 Generación real	71,77	71,3	72,61	71,19	67,63	62,18	66,62	67,19	67,67	70,47	68,83
Variación (%)	-0,2	1,84	-1,96	-5	-8,05	7,13	0,66	0,72	4,13	-0,06	
C-4 Generación ideal	55	67	57	72	80	77	78	77	74	79	71
Variación (%)	22,23	-14,74	26,39	10,24	-3,61	1,58	-1,47	-3,61	7,38	4,93	

Fuente: Base de datos Neón.

Al discriminar el indicador por tipo de tecnología, se presenta la misma tendencia que muestra el indicador para la capacidad instalada, donde está más concentrada la generación hidráulica, en contraste con una generación térmica atomizada (véase tabla 8).

Tabla 8. *Índice de concentración C-4 por tipo de tecnología para la generación real e ideal*

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Promedio
C-4 hidráulico											
Generación real	66	67	57	56	64	56	58	58	62	57	60
Variación (%)	0,26	-13,98	-2,27	13,87	-13,01	4,08	-0,03	7,07	-8,24	-1,36	
C-4 térmico											
Generación real	15	13	23	21	14	18	19	18	16	15	17
Variación (%)	-12,6	68,94	-7,43	-31,32	26,04	4,01	-5,51	-12,49	-1,86	3,09	
C-4 hidráulico											
Generación ideal	83	74	59	64	78	77	75	75	72	76	73
Variación (%)	-10,79	-19,92	7,17	22,92	-1,98	-1,79	0,14	-4,15	4,86	-0,39	
C-4 térmico											
Generación ideal	11	5	13	8	3	6	9	8	7	6	8
Variación (%)	-50,03	140,58	-33,82	-58,85	63,1	66,46	-13,56	-8,81	-25,42	8,85	

Fuente: Base de datos Neón.

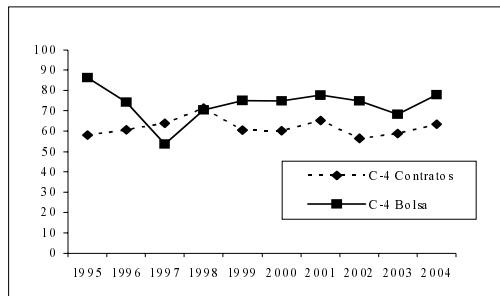
Al calcular el índice H-H de nuevo se presenta la generación ideal más concentrada que la real; sin embargo, ambas logran sus niveles máximos al iniciar el mercado y luego presentan tasas de crecimiento negativas; así, la primera se encuentra en oligopolio débil y la segunda en oligopolio moderado (véase tabla 9).

Tabla 9. Índice de concentración H-H para la generación real e ideal

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Promedio
H-H Generación real	1528	1525	1473	1453	1388	1203	1333	1359	1371	1490	1412
Variación (%)	-0,19	-3,4	-1,35	-4,9	-13,32	10,83	1,92	0,88	8,71	-0,04	
Número equivalente	7	7	7	7	8	8	7	7	7	7	7
Variación (%)	0,19	3,52	1,37	4,7	15,36	-9,77	-1,88	-0,87	-8,01	0,51	
H-H Generación ideal	2539	2202	1493	1541	1867	1694	1856	1632	1594	1856	1827
Variación (%)	-13,25	-32,22	3,2	21,17	-9,26	9,59	-12,06	-2,33	16,42	-2,08	
Número Equivalente	4	5	7	6	5	6	5	6	6	5	6
Variación (%)	15,27	47,54	-3,1	-17,47	10,21	-8,75	13,72	2,39	-14,1	5,08	

Fuente: Base de datos Neón

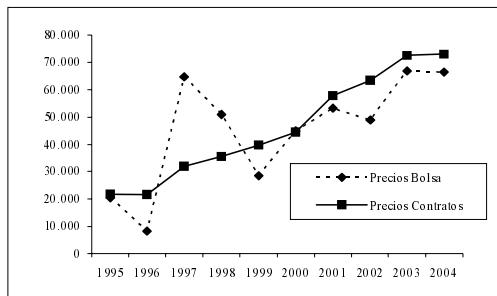
Al calcular el índice H-H por tecnología, para la hidráulica es en promedio 64 veces el de la térmica para la generación ideal y en cuanto a la generación real es en promedio cuatro veces. Esto se explica porque empresas como EPPM, Isagen y Epsa, que no presentaban generación térmica real ni ideal en 1995-1997, pasaron a producir en promedio 21.640 Mwh de generación ideal y 42.500 Mwh de generación real durante 1997-1998, cifras que se explican por ser el periodo de restricción a la generación de las hidráulicas. Finalmente, se tienen las ventas en Bolsa y en contratos, tanto en cantidades como en unidades monetarias. En el gráfico 1 se observa que, a excepción de 1997, la Bolsa ha estado más concentrada que el mercado de contratos. El comportamiento en unidades monetarias corrientes es exactamente el mismo.



Fuente: Base de datos Neón.

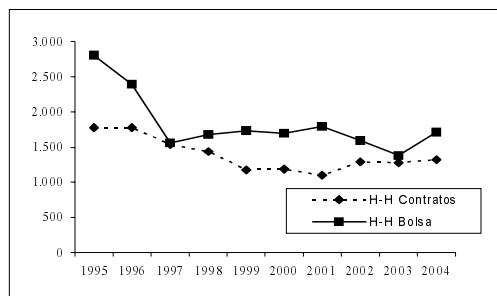
Gráfico 1. Índice de concentración C-4 para las ventas en Bolsa y contratos en Mwh

El resultado del gráfico 1 se contrasta al comparar los precios en cada mercado: solo en el periodo 1997-1998 los precios de Bolsa han estado por encima de los precios de contratos, es decir, se tiene un mercado de Bolsa más concentrado y en promedio con precios menores, contrario a lo que sucede en el mercado de contratos (véase gráficos 2 y 3).



Fuente: Base de datos Neón.

Gráfico 2. Precios medios promedio anual en Bolsa y en contratos en Mwh



Fuente: Base de datos Neón.

Gráfico 3. Índice de concentración H-H para las ventas en Bolsa y contratos

Por otro lado, al analizar el comportamiento de las empresas, aquellas que lideran en las ventas en contratos tiene más estabilidad; en contraste, en la Bolsa existe una mayor rotación. En términos generales, los generadores térmicos tienen una mayor capacidad de contratación y a la Bolsa van principalmente los generadores hidráulicos, explicado en parte por la búsqueda, al iniciar las

reformas, de incentivar la generación térmica mediante contratos definidos de obligatoria cumplimiento.

### **III. Variabilidad de los índices de concentración al agrupar las empresas generadoras por vínculos empresariales**

En esta industria los procesos de apertura al capital privado han implicado la entrada de empresas multinacionales que han fortalecido grupos empresariales de gran importancia. En la actualidad (octubre de 2004) se proyecta un plan de privatizaciones que implicaría la entrega de aproximadamente 2.807 MW de capacidad instalada al sector privado,<sup>12</sup> con lo cual su participación aumentaría de 55,3% a 76,4%. Con base en este hecho, no se consideraron empresas individuales sino interacciones accionarias entre ellas o grupos empresariales y se recalcularon los índices de concentración.

Para el análisis se tomaron tres grupos: el primero conformado por la hidroeléctrica Chivor y la térmica Proelectrica, que hacen parte de la multinacional estadounidense AES,<sup>13</sup> el segundo constituido por las empresas privadas Emgesa y Betania, que forman parte del grupo español Endesa y, finalmente, Epsa, Termocandela y Termovalle<sup>14</sup> conforman el grupo español Unión Fenosa.<sup>15</sup>

En las tablas 10 y 11 se observa que cuando se consideran estos grupos, aplicando el índice H-H, el 42% de la capacidad está concentrada en ellos. El

12 Se venderían las empresas Cedelca, Cedenar, Chec, Ebsa, Essa e Isagen, donde la participación estatal es de 64,18%, 99,95%, 50,05%, 83%, 81,78% y 76,9% respectivamente. Sin embargo, en el actual gobierno del presidente Álvaro Uribe, la privatización de Isagen se abortó, por el contrario se le dio más relevancia como empresa estatal para financiar proyectos no viables con capital privado y asegurar la confiabilidad del sistema.

13 Sin embargo hay que aclarar que, en la actualidad, AES ha vendido gran parte de Proelectrica y la empresa de Electricidad de Caracas (filial de AES en Colombia), adquirió participación en la Electrificadora de la Costa Atlántica y la Electrificadora del Caribe; ambas empresas están en proceso de venta y el grupo Unión Fenosa es el más opcionado para la compra.

14 Esta empresa es un ejemplo de proyectos iniciados por la Nación pero culminados por privados, Termocandela fue parte del grupo AES pero su control accionario se encuentra en manos de los bancos que financiaron el proyecto por haber sido entregada como dación en pago.

15 AES es el segundo grupo más importante en Estados Unidos y Endesa en el tercero en España, ambos diversifican en otros sectores como las telecomunicaciones. La evolución empresarial de estas multinacionales es cambiante, lo cual exige realizar un rediseño a las interacciones empresariales, debido al cierre de nuevas ventas accionarias porcentuales y las propuestas de ventas actuales.

índice H-H con agrupaciones es más alto durante todo el periodo comparado con el indicador calculado sobre las participaciones individuales, lo que indica que el sector se ha encontrado siempre en oligopolio moderado.

Tabla 10. *Capacidad efectiva neta del SIN distribuida por grupos empresariales, 2004*

Generador	Total	Porcentaje
AES	1.029	8,87
Endesa	2.886	24,81
Unión Fenosa	1.011	8,3
Subtotal	4.926	42
<b>Total</b>	<b>13.397</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaborado con datos de <http://www.invertia.com/noticias> y [www.isa.com.co](http://www.isa.com.co) (octubre de 2004)

Tabla 11. *Índice H-H para la capacidad instalada con grupos empresariales*

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Promedio
H-H	1601	1686	1624	1493	1438	1385	1378	1357	1318	1328	1460
Variación (%)	5,03	-3,63	-8,09	-3,67	-3,66	-0,54	-1,52	-2,85	0,76	-1,99	
Número equivalente	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	7
Variación (%)	-5,03	3,77	8,8	3,81	3,8	0,54	1,54	2,94	-0,75	2,16	

Fuente: Base de datos Neón.

Las razones por las cuales se agruparán las empresas estatales son: 1) el C-4 es conformado, a excepción de Emgesa, por empresas estatales, 2) agregadas traspasan el umbral de participación impuesto por el regulador<sup>16</sup> y 3) son precisamente las empresas estatales las que están integradas verticalmente. Al agregar su cuota de mercado, aclarando que hay empresas del orden nacional pero también territorial lo que limita su agrupación por vínculos empresariales, la participación estatal agregada aumenta al 45%, siendo la generación hidráulica la más concentrada, con 51,4% (véase tabla 12).

16 Entre las empresas estatales también se tienen vínculos accionarios; así EEPPM es accionista de Isagen, con una participación de 12,90% y posee el control accionario de la Chec. Esto refleja la fusión que la normatividad no logra regular debido a las relaciones de control que pueden ejercerse para establecer empresas controladas o subordinadas entre sí. Los otros accionistas de Isagen son la Nación —con 76,9%—, Epsa —con 5%—, Emgesa —con 2,5%—, FEN —con 2,4%— y la Chec —con 0,20%— (Espitia, 2001).

Tabla 12. *Capacidad efectiva neta del SIN de las empresas estatales, 2004*

Generador	Capacidad hidráulica		Capacidad térmica (MW)		Total	Porcentaje
	(MW)	Porcentaje	(MW)	Porcentaje		
EEPPM	2034	23,58	460	9,64	2.494	18,61
Isagen	1806	20,94	285	5,97	2091	15,6
Urra	331	3,83			331	2,47
Chec	165	1,91	51	1,07	216	1,61
Corelca			302	6,33	302	2,25
Ebsa			314	6,57	314	2,34
Essa			139	2,92	139	1,03
Cednar	21	0,24			21	0,15
Cedelca	26	0,30			26	0,19
Electrolima	50	0,57			50	0,37
Emcali			231	4,84	231	1,72
Subtotal	4.433	51,4	1782	37,34	6.215	46,3
Otras	4.191	48,6	2991	62,66	7182	53,7
Total	8.624	100	4.773	100	13.397	100

Fuente: Base de datos Neón.

Al recalcular el índice H-H para las otras variables, realizando las agrupaciones empresariales, se corrobora la tendencia general de aumento en los niveles de concentración: la generación ideal y las ventas en Bolsa pasan a estar en oligopolio fuerte y la generación real y las ventas en contratos elevan los valores anuales del indicador pero se mantienen en oligopolio moderado (véase tablas 13 y 14).

Tabla 13. *Índice de concentración H-H para la generación por grupos empresariales*

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Promedio
H-H Generación real	1693	1787	1722	1638	1631	1405	1514	1519	1482	1642	1600
Variación (%)		5,55	-3,65	-4,91	-0,41	-3,87	7,78	0,31	-2,39	10,77	-0,1
Número equivalente	6	6	6	6	6	7	7	7	7	6	6
Variación (%)		-5,26	3,79	5,16	0,42	16,1	-7,22	-0,31	2,45	-9,73	0,6
H-H Generación ideal	2539	2202	1535	1787	2183	1930	1991	1843	1805	2071	1989
Variación (%)		-13,25	-30,32	16,42	22,18	-11,6	3,18	-7,45	-2,07	14,78	-0,9
Número equivalente	4	5	7	6	5	5	5	5	6	5	5
Variación (%)		15,27	43,51	-14,11	-18,15	13,12	-3,09	8,05	2,12	-12,88	3,76

Fuente: Base de datos Neón.

Tabla 14. *Índice de concentración H-H para las ventas en Bolsa y contratos en MW por grupos empresariales*

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Promedio
H-H Ventas en Bolsa	2.996	2.539	1.740	1.956	2.281	1.978	2.010	1.900	1.633	1.978	2.101
Variación		-15,25	-31,48	12,42	16,61	-13,31	1,63	-5,47	-14,04	21,15	-3,08
No. equivalente	3	4	6	5	4	5	5	5	6	5	5
Variación		17,99	45,94	-11,05	-14,25	15,36	-1,61	5,78	16,34	-17,45	6,34
H-H Ventas en Contratos	1.785	1.830	1.684	1.589	1.239	1.246	1.442	1.307	1.312	1.411	1.484
Variación		2,52	-8	-5,64	-21,98	0,51	15,78	-9,37	0,35	7,55	-2,03
No. equivalente	6	5	6	6	8	8	7	8	8	7	7
Variación		-2,46	8,69	7,98	-28,17	-0,5	-13,63	10,34	-0,35	-7,02	3,25

Fuente: Base de datos Neón.

Aunque al tomar las empresas con sus participaciones individuales en la capacidad instalada de generación no se viola el margen establecido (25% de participación), al agruparse solo en dos de ellas la normatividad es transgredida. Además, al considerarse las empresas como grupos empresariales tampoco se cumplen lo límites establecidos.

Adicionalmente, algunas empresas continúan integradas verticalmente; así, EEPPM, que es el principal generador, también es el principal agente que está integrado verticalmente, es decir, realiza conjuntamente las actividades de generación, transmisión y distribución (tabla 15);<sup>17</sup> en este sentido, el 30% del mercado de generación está concentrado entre empresas integradas verticalmente, de las cuales solo una de ellas es privada, Epsa, con una cuota del 19,82%.

17 También existen empresas generadoras que realizan la actividad de comercialización, entre las más importantes están: CHB, Chec, Urrá, Cedenar, Cedelca, Chivor, Corelca, Essa Emgesa, Ebsa, Epsa, Emcali, EEPPM, Isagen, Proelectrica, Tebsa, Termocartagena, Termoemcali, Termotasajero y Termovalle.

Tabla 15. *Empresas integradas verticalmente, propiedad y participación en la capacidad instalada de generación*

Generador	Capacidad MW	Porcentaje sobre el total del sistema	Porcentaje sobre el total de integrados	Propiedad
EEPPM	2.494	18,61	63,26	Pública
Epsa	782	5,83	19,82	Privada
Chec	216	1,61	5,47	Pública
Ebsa	314	2,34	7,93	Pública
Essa	139	1,03	3,52	Pública
Total integrados	3.945	29,42	100	
Total no integrados	9.452	70,58		
Total sistema	13.397	100		

Fuente: Base de datos Neón.

El análisis puede enfatizarse sobre la generación hidráulica debido a que, como se mostró anteriormente, es el tipo de generación más concentrada; esto se puntuiza al explorar los principales embalses tanto en su aporte de capacidad como por su relación con los principales generadores (véase tabla 16). Se tiene que del total de la capacidad de almacenamiento del SIN, el 58,26% es aportada por los cuatro principales agentes.

Tabla 16. *Colombia: principales embalses del SIN y su relación de propiedad, 2004*

Embalse	Capacidad		
	MWh	Porcentaje	Propietario
Guatapé/Playas	761	8,82	EEPPM
San Carlos	1.240	14,37	Isagen
Embalses de Bogotá*	1.124	13,03	Emgesa
El Guavio	1.150	13,33	Emgesa
La Esmeralda	750	8,69	Chivor
Subtotal	5.025	58,26	
Restantes	3.559	41,74	
Total hidráulica	8.624	100	
Total Sistema	13.397	37,5	

\* Incluye los embalses de Paraíso, La Guaca, Canoas, El Salto, Troneras y El Colegio.

Fuente: Base de datos Neón

Por último, al agregar los embalses como activos de los grupos económicos mencionados, de nuevo se superan los límites de participación; así el grupo Endesa tiene más del 25% del total de la capacidad instalada de generación hidráulica.

### Conclusiones

Es necesario precisar que el mercado de generación de electricidad colombiano depende de la interacción entre la Bolsa de energía, el mercado de contratos de largo plazo de electricidad y el mecanismo de asignación centralizado del cargo por capacidad (potencia). Este artículo se centra en el mercado de electricidad, y en el análisis de los índices de concentración C-4, H-H y diversificación tecnológica, dejando de lado las relaciones entre estos y otras variables que determinan los precios de la electricidad; las principales conclusiones son:

La organización industrial del mercado de generación colombiano ha presentado una evolución positiva en los niveles de desconcentración desde el inicio del mercado en 1995 hasta ahora (octubre de 2004), pasando de oligopolio fuerte a oligopolio moderado.

La estructura tecnológica del parque generador presenta una limitada diversificación tecnológica: solo seis empresas poseen los dos tipos de tecnología, hidráulica y térmica, predominando las plantas solo térmicas sobre las solo hídricas y siendo las primeras las de mayor participación privada. Además, son las empresas con mayor diversificación tecnológica las que ocupan los primeros niveles de participación en el indicador de concentración C-4.

La capacidad instalada se clasifica, según el indicador H-H, como oligopolio moderado, con tendencia a ubicarse en niveles inferiores a 1.000 y pasar a competencia. Sin embargo, el índice C-4 plantea que solo entre cuatro empresas poseen en promedio el 60% de la capacidad instalada.

La generación real e ideal son variables operativas sobre las cuales el Estado no ha fijado ningún límite de participación. Se observa que solo en los tres primeros años del proceso de creación del mercado eléctrico, el indicador de concentración C-4 para la generación real fue superior al de la generación ideal; no obstante, desde 1998 hasta ahora (octubre de 2004) la tendencia se revirtió. Así mismo, con el indicador H-H se presenta la generación ideal más concentrada que la generación real; sin embargo, ambas presentan sus niveles máximos al iniciar el mercado y tienen posteriormente tasas de crecimiento negativas.

En todas las variables analizadas la generación hidráulica está más concentrada que la térmica y los juegos empresariales son estáticos en el primer tipo de tecnología y más dinámicos en el segundo.

Desde el inicio del mercado, la Bolsa se ha encontrado en oligopolio fuerte con tendencia a pasar a oligopolio moderado; en contraste, el mercado de contratos se ha mantenido siempre en oligopolio moderado. Por otro lado, el precio del mercado más concentrado ha tenido tendencia histórica a ser más bajo que el precio en el mercado menos concentrado.

Al agrupar las empresas por sus relaciones accionarias, el indicador H-H es más alto durante todo el periodo, comparado con el indicador calculado sobre las participaciones individuales; bajo esta metodología la capacidad instalada se encuentra en oligopolio moderado en todo el período. Adicionalmente, la generación ideal y las ventas en Bolsa pasan a estar en oligopolio fuerte y la generación real y las ventas en contratos elevan los valores anuales del indicador, pero se mantienen en oligopolio moderado. Sin embargo, debido al cambiante juego accionario entre las multinacionales y sus filiales, es necesario rediseñar los cálculos de los índices para que incorporen las nuevas redistribuciones de participación empresarial.

De los grupos empresariales analizados, el grupo Estado, en términos de la naturaleza de la propiedad, posee el 46% de la generación y, adicionalmente, pertenecen a este grupo las empresas integradas verticalmente. Así mismo, se ha cumplido con el objetivo de aumentar la participación del sector privado en la industria.

#### **Anexo. Agentes generadores analizados**

Cedelca: Centrales Eléctricas del Cauca S.A.

Cedenar: Centrales Eléctricas de Nariño S.A.

CHB: Central Hidroeléctrica de Betania S.A.

Chec: Central Hidroeléctrica de Caldas S.A.

Chivor S.A.: Hidroeléctrica de Chivor S.A.

Chidral S A: Central Hidroeléctrica del Río Anchicayá – Chidral S.A.

Corelca: Corporación Eléctrica de la Costa Atlántica S.A.

Ebsa: Empresa de Energía de Boyacá S.A.

Electrotolima: Electrificadora del Tolima S.A.

Emcali: Empresas Municipales de Cali

Emgesa S.A.: Empresa Generadora de Energía Eléctrica S.A.

EEPPM: Empresas Públicas de Medellín

Epsa: Empresa de Energía del Pacífico S.A.

Essa: Electrificadora de Santander S.A.

Isagen S.A.: Interconexión Eléctrica S.A. Generación

Merielectrica S A.: Empresa de Generación Merielectrica S.A.

Proelectrica & Cía. Sin, Reestructuración: Promotora de Energía Eléctrica de Cartagena S.A.

Tebsa: Termobarranquilla S.A.

Termocandelaria S.A.

Termovalle S.C.A.

Termocartagena S.A.

Termoemcali S.A.

Termotasagero S.A.

Termoflores S.A.

Unión Fenosa

Urrá: Empresa Urrá S.A.

## Bibliografía

- ACOLGEN, 1999, *Posición dominante en el mercado de generación eléctrica en Colombia*, Santafé de Bogotá.
- ARBELÁEZ, Luis y GARCÍA, Alfredo, 1999, *Ánalisis sobre el posible poder de mercado en la Bolsa de Energía Colombiana*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- BENAVIDES, Juan, 1999, *Teoría de juegos y comportamiento estratégico en bolsa*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- COLOMBIA, COMISIÓN DE REGULACION DE ENERGIA Y GAS —CREG—, 2004, “Sistema electrónico de contratos normalizados bilaterales —SEC—”, *Documento Creg-007*.
- \_\_\_\_\_, LEY 226 de 1995, “Sobre la enajenación de la propiedad accionaria estatal y se toman medidas para su democratización”. *Al Pie de la Norma*, 1998.
- ÉSPITIA, Jorge y MOLINA, Pablo, 2001, “La situación del sector eléctrico”. *Economía Colombiana y Coyuntura Política*, No. 285.
- GUÍA DEL INVERSIONISTA, 1996, “Sector eléctrico: privatización a la vista”. *Estrategia Económica y Financiera*, No. 248.
- OSSA, Carlos, 2000. “Política eléctrica colombiana”, *Revista Gestión Fiscal*, No. 8, Bogotá.
- ROJAS, Robinson, 2000. *Intra-Latin American Investment is growing*, <http://www.rrojasdatabank.org>.

SÁNCHEZ, Gabriel, 1997, "La venta de activos de generación, un proceso que va caminando", *Revista Mundo Eléctrico Colombiano*, No. 27, Bogotá.

SMITH, Ricardo, y URIBE, Jhon Jairo, 2000, *Un modelo de equilibrio en mercados oligopólicos*, Posgrado de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

STACCHETTI, Ennio, 1999, *Auction design for the colombian electricity market*, University of Michigan.

PAGINAS WEB (2004)

[http://www2.isa.com.co/gmem/Servicios\\_Information/Capacitaciones/Memorias\\_2004/pgm/medellin\\_enero\\_22/Historia\\_organizacion\\_040122.pdf](http://www2.isa.com.co/gmem/Servicios_Information/Capacitaciones/Memorias_2004/pgm/medellin_enero_22/Historia_organizacion_040122.pdf)

[http://www2.isa.com.co/gmem/Servicios\\_Information/Capacitaciones/memorias2004.htm](http://www2.isa.com.co/gmem/Servicios_Information/Capacitaciones/memorias2004.htm)

<http://www.acolgen.org.co/normaslegales.asp>

<http://www.aciem.org/Magazin.asp?CodMagazin=38>

<http://www.invertia.com/noticias/noticia.asp?subclasicid=17&clasicid=14&idNoticia=1020446>

<http://www.upme.gov.co/energia/e-elect/sin.htm>

<http://www.cier.org.uy>

[http://www2.isa.com.co/gmem/Servicios\\_Information/Capacitaciones/Memorias\\_2004/cnd/bquilla\\_enero\\_29/SemCND\\_Ene29\\_Energ.pdf](http://www2.isa.com.co/gmem/Servicios_Information/Capacitaciones/Memorias_2004/cnd/bquilla_enero_29/SemCND_Ene29_Energ.pdf)

<http://www.cnd.isa.com.co>

[http://www.upme.gov.co/docum/boletin\\_m/febrero\\_n27.pdf](http://www.upme.gov.co/docum/boletin_m/febrero_n27.pdf)

[http://www.upme.gov.co/docum/boletin\\_m/2003/Noviembre/boletin47c.htm](http://www.upme.gov.co/docum/boletin_m/2003/Noviembre/boletin47c.htm)

<http://www.minminas.gov.co>

<http://www.eppm.com>

<http://www.isagen.com>