

# LA BOLSA DE ENERGÍA: UN JUEGO INTERESANTE

Jorge Orrego Gaviria\*

## RESUMEN

En el proceso de privatización del sector eléctrico en Colombia ha surgido la bolsa de energía cuyo objetivo es afianzar la eficiencia de los generadores. La participación en el mercado bursátil es más rentable si se dispone de modelos predictivos de las fluctuaciones bursátiles. Se propone un ejemplo con dos generadores idénticos. Se muestra que el generador A consolida ganancias acumuladas mayores al adoptar una política inteligente.

## ABSTRACT

In Colombia the issue of power generation going private as a means for increasing efficiency, has spawned the power stock exchange market. For those venturing in energy stock trade, earnings could turn into higher profits if better predictive models of market behavior are available. A case example with two identical power generators is examined. It is further proved that a smart strategy can lead to consolidate higher profits.

Quién no ha jugado alguna vez en su vida el juego del monopolio? Quién no habrá vivido la tensión del azar al rodar los dados repartiendo bonanza y quiebra entre los jugadores?

Los juegos como se sabe recrean la realidad. El mercado bursátil es el escenario donde los agentes económicos hacen sus apuestas y transacciones. En nuestro país desde el 20 de julio de 1995 la compra y la venta de energía eléctrica han ingresado también en el juego bursátil. Actualmente se cuenta con un acervo de herramientas matemáticas como la Investigación Operativa, la Estadística y la Simulación computarizada que nos permiten modelar

los procesos bursátiles, evaluar estrategias de participación, probar diferentes escenarios, y predecir el futuro. Recientemente vienen aplicándose también la lógica difusa y las redes neuronales con el mismo propósito.

La implantación de la bolsa energética viene realizándose por etapas. Hoy en día sólo es dinámica desde el punto de vista de la oferta, es decir de los generadores de energía. Ellos hacen sus ofertas para el día siguiente, indicando el precio unitario y la cantidad que están dispuestos a vender. La bolsa ordena los precios empezando por los más bajos, hasta satisfacer la demanda.

---

\* Profesor Ingeniería Industrial. Universidad de Antioquia.

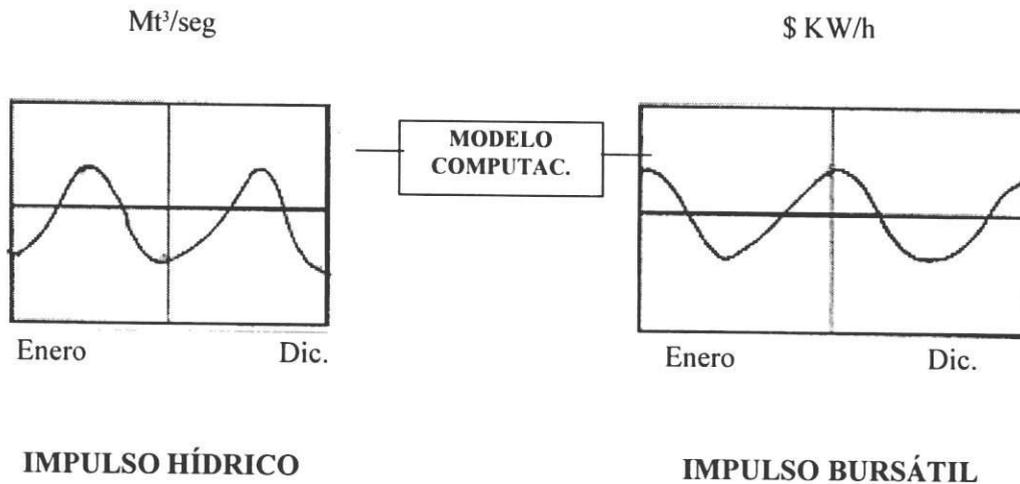
En este juego el equivalente de los dados son las lluvias. Al aumentar éstas, aumentan los caudales y por lo tanto suben los niveles de las represas. Allí el agua se vuelve valiosa por su conversión en energía eléctrica. La generación de energía eléctrica en Colombia es hidráulica en un alto porcentaje. De ahí que seamos tan vulnerables en los veranos, y que la amenaza del racionamiento sea recurrente.

La posición de cada jugador será buena o mala dependiendo de la hidrología y de una suma de factores determinísticos, la capacidad de almacenamiento de agua, sus existencias actuales, su tecnología, su eficiencia administrativa, etc. Las fluctuaciones del precio de bolsa expresan el

Si recurrimos a la didáctica de la caja negra diremos que en su interior está nuestro modelo computacional. Como entrada, tendremos gráficos de las fluctuaciones de caudales y como salida, un gráfico de las fluctuaciones bursátiles.

En esta situación esquemática suponemos que hay un verano en diciembre y enero, y otro en julio, separados por períodos de lluvias (en abril lluvias mil, y en octubre). Así, al impulso hídrico de la izquierda le corresponde un impulso bursátil de la derecha.

El modelo computacional nos permite pues predecir las fluctuaciones de los precios de bolsa. Con ellas es fácil encontrar precios promedios



efecto resultante de un cúmulo de causas, algunas de ellas aleatorias, relativas a la hidrología, y otras que tienen que ver con factores determinísticos y con el proceso de toma de decisiones por parte de los jugadores.

Si se conocen las predicciones de los caudales de los 18 ríos que constituyen la generación hidráulica de nuestro país, es posible desarrollar un modelo computacional que entregue como resultado la predicción de las fluctuaciones del precio de bolsa.

equivalentes, aún estableciendo la distinción entre precios de invierno y precios de verano. Los primeros bajos y los segundos altos. Como quiera que opcionalmente puede negociarse la energía en la forma de contratos a corto y largo plazo, el conocimiento de estos precios de verano e invierno es básico para los agentes económicos.

Como un ejercicio académico, hemos desarrollado el juego de la bolsa eléctrica para el caso hipotético de un sistema constituido sólo por dos generadores

iguales entre sí desde el punto de vista de la hidrología y la capacidad de almacenamiento. También iguales en cuanto a su eficiencia técnica y administrativa. La única diferencia entre ellos estriba en su política de participación bursátil: uno de ellos siempre vende lo que más puede, mientras que el otro especula. Es preciso aclarar que en este caso hablamos de una especulación que no es ilegal, si no permitida.

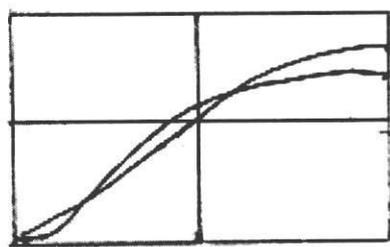
Primeramente hemos corrido nuestro modelo de simulación al asumir que ambos jugadores se acogen a la política de vender siempre lo máximo

que pueda. El gráfico nos enseña que el jugador A aventaja en ganancias al jugador B.

Finalmente la aparición recurrente del fenómeno del niño acentúa y prolonga los rigores de la sequía, que eleva dramáticamente los precios bursátiles. Acaso sea necesario adoptar un corredor con cotas mínimas y máxima para las fluctuaciones del precio cotidiano de bolsa, para que los jugadores no sufran demasiadas pérdidas.

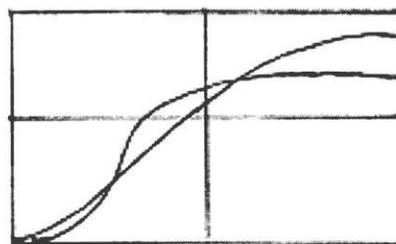
El modelo computacional ha sido desarrollado en EXCEL-@RISK. Este último es un programa de

### GANANCIAS ACUMULADAS DE AMBOS JUGADORES



Enero Dic.

Ambos aplican la misma política.



Enero Dic.

El jugador A aplica una política inteligente

posible. Puede verse en los gráficos de ganancias acumuladas de ambos que los resultados son similares.

Luego, asumiremos que el jugador A ejecuta una política inteligente, mientras que el jugador B continúa con la política de vender siempre lo más

Simulación que permite modelar la correlación con sencillez. Porque en este modelo predictivo de las fluctuaciones bursátiles existe correlación en dos aspectos: en primer lugar las hidrologías de los embalses están correlacionadas entre sí, y en segundo lugar, también existe correlación en el transcurso cotidiano de las hidrologías.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ARBOLEDA VILLA, Benjamín. Perspectivas del Mercado Mayorista de Energía Eléctrica: Señales de Corto y Largo Plazo. Revista Técnica de ISA, N° 4, 1997. p.p. 7,13.

BUSTAMANTE MATIZ, Alberto; DÍAZ MARTÍNEZ, Hernando; Yepes CEBALLOS, Elkin Darío. Aspectos Comerciales de la Bolsa de Energía. Revista Técnica de ISA, N° 4. 1997. p.p. 1,13.

CADAVID MAZO, Edgar; RODRÍGUEZ AMAYA, Jorge Eduardo. Estimación Modelos de Pronóstico de Caudal para el Sector Eléctrico Colombiano Usando Índices Macroclimáticos Asociados al ENSO. Revista Técnica de ISA, N° 4. 1997. p.p. 107,120. Corto y Largo Plazo.

HILLIER, Frederick S.; Lieberman, Gerald J. Introducción a la Investigación de Operaciones Editorial McGraw-Hill, 1991.

MATHUR, Kamlesh; Solow Daniel, Investigación de Operaciones: El arte de la toma de decisiones. Editorial Prentice-Hall, 1996

MINE, HISASHI; Osaki, Shunji, Markovian Processes. American Elsevier Publishing Company, Inc. 1970

RASMUSEN, Eric. Juegos e Información. Una Introducción a la Teoría de Juegos. Fondo de Cultura Económica, 1996