

INEFICIENCIA EN LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: UNA APLICACIÓN DE LAS FUNCIONES DE DISTANCIA ESTOCÁSTICA *

Una de las preocupaciones de las autoridades económicas durante los últimos años ha sido el tamaño del déficit fiscal del sector público, el cual en buena medida se explica por la expansión del gasto del gobierno nacional. En este contexto mejores niveles de eficiencia en la asignación y uso del gasto público se hace fundamental. Una mayor eficiencia en la prestación de los bienes y servicios públicos permitiría, por una parte, alcanzar con la misma cantidad de recursos un mejor desempeño y un aumento en la calidad y/o, por otra parte, dados los estándares de servicios públicos que se ofrecen, generar ahorros en el gasto público. Bajo estas circunstancias, un estudio sobre el desempeño de las empresas del sector eléctrico resulta interesante no solo por los costos fiscales asociados a los problemas de ineficiencia, sino por el beneficio social, en términos de menores tarifas y mejor calidad en la prestación del servicio, que se podrían obtener si las empresas operaran al nivel de la más eficiente.

Teniendo en cuenta que el servicio de energía eléctrica, y en particular la actividad de distribución, sobre la cual se concentra este comentario, tiene características de monopolio natural. Las empresas que suministran este servicio pueden explotar dicho poder y fijar precios por encima de los costos mínimos o apropiarse de las utilidades provenientes de prácticas restrictivas a la competencia. Para contrarrestar la explotación del poder monopólico, el suministro de este servicio tradicionalmente se ha hecho a través del sector público y más recientemente se ha permitido la participación del sector privado, con la regulación por parte del Estado, estableciendo incentivos para mejorar la eficiencia y la determinación de los precios (Carrington, et. al, 2002).

En el caso particular de Colombia, las reformas introducidas en el sector en la primera mitad de la década de los noventa permitieron que en el negocio de la distribución de energía participaran empresas públicas, privadas y mixtas¹. La estimación y análisis de los niveles de eficiencia a los cuales están operando estas empresas permite establecer si las tarifas que se cobran a los usuarios finales son el resultado de una estructura de costos y producción

* Este comentario corresponde a un resumen del documento "Ineficiencia en la distribución de energía eléctrica: una aplicación de las funciones de distancia estocástica", publicado en *Borradores de Economía*. No. 321, elaborado por Ligia Melo y Nestor Espinosa. Las opiniones expresadas en este comentario son de responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

¹ Dentro de las normas introducidas se destacan el Decreto 700 de 1992, la Ley Eléctrica (Ley 143 de 1994) y la Ley de Servicios Públicos (Ley 142 de 1994).

eficiente o por el contrario involucran prácticas ineficientes. Adicionalmente, dado el debate que existe al interior del país sobre la importancia de un uso eficiente de los recursos públicos, este análisis podría identificar ineficiencias en el manejo de las empresas que distribuyen energía, cuyos correctivos podrían generar ahorros en el gasto público.

Medidas de eficiencia y análisis empírico

En la teoría tradicional se reconocen dos tipos básicos de eficiencia: la técnica y la de asignación. La primera, se define como la habilidad de obtener el máximo producto dado unos niveles de insumos y una tecnología, es decir, mide la capacidad de usar la menor cantidad de insumos para producir una cantidad de producto dada. Por su parte, la eficiencia de asignación se define como la habilidad de combinar de manera óptima insumos y productos, para el nivel de precios existente. Este estudio se concentra en el análisis y comparación de la eficiencia técnica de las distribuidoras de energía.

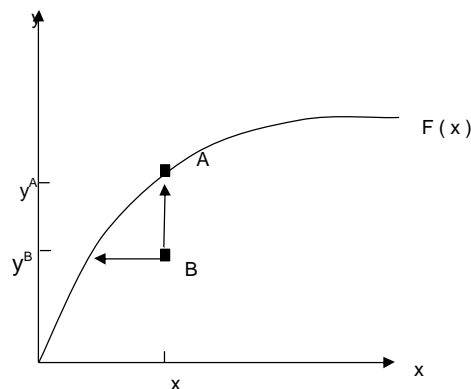
El análisis empírico se realiza mediante técnicas de frontera estocástica, las cuales, a través de la estimación de las desviaciones de una función ideal de producción, son utilizadas para medir los niveles de eficiencia de diferentes unidades productivas². En particular, la eficiencia técnica se mide como la distancia entre la producción observada y la frontera que representa el producto máximo que puede obtenerse dado un vector de insumos. Así, las unidades de producción localizadas en la frontera, por ejemplo el punto A en el Gráfico 1, serían eficientes, mientras que una unidad de producción localizada en el punto B de este gráfico podría potencialmente incrementar su producción.

En particular se emplean las funciones de distancia estocástica, que a diferencia de las funciones de producción tradicionales, permiten estimar la eficiencia técnica de firmas que proveen diferentes productos, los cuales en la práctica no son lo suficientemente homogéneos como para ser integrados en un solo producto. En estos casos los insumos son compartidos y conjuntamente determinan el proceso de producción. Teniendo en cuenta, que las empresas de distribución de energía eléctrica no producen un solo producto homogéneo, las funciones de distancia constituyen una buena alternativa para la estimación de la eficiencia de este sector de producción.

² La técnica de frontera estocástica a diferencia del análisis de regresión tradicional, se basa en la especificación de un término de error separable en dos componentes. El primero, asociado a la ineficiencia y por ende bajo el control de la firma (u) y el segundo, conformado por choques aleatorios constituidos por aquellos elementos estocásticos que se encuentran por fuera del control de la firma (v). La estructura básica de los modelos estocásticos de frontera esta dada por la siguiente ecuación:

$$y = a + b x + v - u$$

Gráfico 1: Medidas de la eficiencia técnica en una frontera de producción



Fuente: Kumbhakar y Lovell (2000)

A diferencia de otras actividades, como la generación de energía donde la definición de insumos y productos es simple, la tecnología de la distribución de la energía hace que dicha tarea no sea fácil. Al respecto, existe un consenso con el artículo de Neuberger (1977) de que los principales factores que afectan la distribución de energía son: El consumo de energía, el número de consumidores, la longitud de redes y el área que cubre la oferta de energía³. Sin embargo, como lo sostiene Hattori (2002) es difícil distinguir entre los insumos y las variables exógenas que afectan el servicio. Por ejemplo, la longitud de las redes o el número de transformadores pueden ser considerados como insumos. No obstante, estas variables dependen a su vez de la localización de los usuarios, lo cual no está bajo el control de las empresas. Así mismo, aunque dos empresas distribuyan la misma cantidad de energía, su desempeño puede ser diferente dependiendo del número de usuarios que se atienden y/o de la densidad de localización de los mismos. En este sentido, el análisis de eficiencia debe distinguir entre los insumos bajo el control de la empresa y las variables de entorno que aunque afectan el desempeño no están bajo el control de las firmas.

Uno de los principales supuestos de los análisis de frontera y de las medidas de eficiencia técnica es que “todas las firmas en una industria comparten la misma tecnología de producción y enfrentan condiciones ambientales similares” (Coelli et al, 1999). Sin embargo, este no es el caso en muchas industrias y en el caso particular de las empresas de

³ Ver por ejemplo los artículos de Hattori (2001), Burns and Weyman-Jones (1996), quienes adelantan la definición de los modelos con base en Neuberger (1977)

distribución de energía, factores como las condiciones geográficas, número de usuarios y densidad de localización de los mismos pueden afectar el desempeño de las empresas.

La forma particular de incluir dichas variables en la función de producción puede afectar los resultados de eficiencia de las firmas. Con el fin de de estimar el impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las empresas, la estimación de los niveles de eficiencia se realiza utilizando tres enfoques alternativos. El primero, supone que estas variables no afectan el desempeño de las empresas. El segundo, supone que los factores ambientales afectan la tecnología de producción y por lo tanto se incluyen directamente en la función de producción como regresores. El tercero, supone que dichas variables afectan directamente la eficiencia técnica de las empresas.

Adicionalmente, el análisis de frontera estocástica puede diferir por el supuesto que se haga con respecto a la dinámica de la eficiencia. En particular, se puede suponer que los niveles de eficiencia varían a través de las firmas, pero no a través del tiempo o se puede introducir la posibilidad de cambio técnico y por tanto la posibilidad de variaciones en los niveles de eficiencia a lo largo del tiempo. Así, teniendo en cuenta que diferentes enfoques pueden ser considerados en la estimación de las funciones de distancia, los cuales pueden diferir por el supuesto con respecto a la dinámica de la eficiencia o del tratamiento de las variables ambientales, se estimaron los siguientes modelos alternativos:

Modelo 1: Supone que la tecnología de producción es constante a través del tiempo, y las variables ambientales no se incluyen en la estimación.

Modelo 2: Considera que los niveles de eficiencia pueden variar a través del tiempo y no incluye las variable ambientales en la estimación.

Modelo 3: Supone que la tecnología de producción es constante a través del tiempo, y que las variables ambientales afectan directamente la tecnología de producción.

Modelo 4: Considera que los niveles de eficiencia pueden variar a través del tiempo y que las variables ambientales afectan directamente la tecnología de producción.

Modelo 5: Considera que las variables ambientales afectan la eficiencia técnica de las empresas y no la tecnología de producción. Para la estimación de este modelo se supone que los niveles de eficiencia pueden variar en el tiempo.

Principales resultados y comentarios finales

Con base en la disponibilidad de información, el análisis empírico se concentra en la estimación de la eficiencia técnica para un grupo de 20 empresas distribuidoras de energía, durante el período 1999-2003, utilizando las funciones de distancia estocástica. En las estimaciones se utilizaron como productos las ventas de energía realizadas por las empresas a diferentes tipos de usuarios: residencial, comercial e industrial y otros sectores, cuyos voltajes de distribución y cantidades de consumos por usuario difieren, afectando la tecnología de producción. Como insumos se incluyeron variables de trabajo y capital⁴. Con respecto al capital, teniendo en cuenta que los transformadores pueden ser de diferentes clases y tamaños, junto con la longitud de las redes de distribución, se utiliza la capacidad total de los transformadores, la cual es una medida homogénea para las diferentes empresas.

Las principales variables de entorno, incluidas en el modelo son: i) la densidad de población en el área atendida. ii) La cantidad de energía consumida por usuario, la cual puede afectar la eficiencia teniendo en cuenta que usuarios con altos consumos podrían requerir menor cantidad de insumos por producto distribuido. iii) La proporción de la capacidad urbana y rural de cada empresa, la cual tiene incidencia en los costos que enfrentan las empresas, debido a la dispersión geográfica de ubicación de los usuarios.

En general, los resultados de las estimaciones muestran que existen diferencias significativas en el desempeño de las empresas distribuidoras de energía, lo cual indica que con la utilización de cantidades similares de insumos, el producto de muchas de las empresas está por debajo de su potencial. En efecto, de acuerdo con las estimaciones se encuentra que, dependiendo del modelo y de las condiciones de entorno, las medidas de ineficiencia varían en promedio entre 17% y 90% (ver Cuadro 1). Estos resultados sugieren que si las diferentes empresas operaran o se acercan a los niveles de operación de las más eficientes, importantes ganancias en términos de eficiencia técnica se podrían obtener por parte de las empresas distribuidoras de energía. Ganancias que se podrían expresar en el ahorro de recursos, la calidad del servicio y/o en menores niveles de tarifas a los usuarios.

Con respecto a la dinámica del término de eficiencia, los resultados sugieren que durante el periodo de análisis no se registró en promedio un cambio técnico significativo en los niveles de eficiencia de las empresas. Por su parte, los resultados de las diferentes

⁴ Debido a limitaciones de grados de libertad y disponibilidad de información homogénea a través de todas las empresas, la variable empleo se incluye en forma agregada, suponiendo una distribución uniforme del grado de calificación de los empleados de todas las empresas. Este supuesto, de acuerdo con Coelli, et al. (2003) es razonable cuando el análisis se realiza para un solo país, como en nuestro caso, pero tendría inconvenientes en comparaciones internacionales.

estimaciones indican que el tratamiento de las variables de entorno tiene un impacto importante en el desempeño de las empresas. En particular, se encuentra que cuando las variables ambientales afectan directamente la tecnología de producción, asumiendo que las empresas operan bajo condiciones de entorno equivalentes, no se observan en promedio grandes diferencias en el desempeño de las empresas que atienden poblaciones de alta y baja densidad y/o usuarios con altos y bajos consumos (modelos 3 y 4 del Cuadro 1). Así mismo, empresas con un entorno más favorable en términos de densidad poblacional del área atendida y de los niveles de consumo de los usuarios se ven favorecidas cuando dichas variables no se incluyen como regresores de la función de producción.

Cuadro 1: Ineficiencia técnica promedio

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Rangos densidad poblacional	Por densidad poblacional				
< 50	0.5498	0.6248	0.5484	0.5747	0.9067
50 -500	0.3755	0.4535	0.5493	0.5967	0.6412
>500	0.1732	0.2024	0.4849	0.5300	0.2752
Rangos consumo por usuario	Por consumo por usuario				
< 2000	0.5140	0.6012	0.4858	0.5462	0.8834
2000 -3000	0.4024	0.4727	0.5603	0.5926	0.6788
>3000	0.2301	0.2770	0.5420	0.5822	0.3602

Por otra parte, cuando las empresas se clasifican por tipo de propiedad, se observa que las empresas públicas registran un mejor desempeño cuando las variables ambientales afectan directamente la función de producción. Estos resultados sugieren que las empresas privadas se podrían estar beneficiando de condiciones de entorno más favorables, teniendo en cuenta que estas, en promedio atienden áreas de más alta densidad poblacional y usuarios de consumos más altos

Finalmente, vale la pena mencionar que con el fin de mejorar las decisiones en materia tarifaria y garantizar el traslado de las ganancias en eficiencia a los usuarios finales,

se requiere de un flujo de información amplio y de calidad entre las empresas distribuidoras, el ente regulador y el usuario final.

Referencias

Carrington, et. al.(2002) “International benchmarking for monopoly price regulation: the case of Australian gas distribution” *Journal of Regulatory Economics* 21:191-216.

Coelli, T. et. al (2003) “A primer on efficiency measurement for utilities and transport regulators”. World Bank Institute Development Studies.

Coelli, T. et. al (1999) “Accounting for environmental influences in stochastic frontier models: with application to international airlines” *Journal of Productivity Analysis* 11: 251-273

Hattori, T. (2002) “Relative performance of U.S and Japanese electricity distribution: an application of stochastic frontier analysis” *Journal of Productivity Analysis* 18: 269-282.

Kumbhakar, y Lovell K (2000) *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press.

Neuberg, L. (1977). “Two issues in the municipal ownership of electric distribution systems”. *Bell Journal of Economics*. 8, 3003-323.