

ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA PARA EL SECTOR DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN EL URUGUAY Y SU IMPACTO SOBRE EL SECTOR PRODUCTIVO NACIONAL[§]

Luciana Macedo[©] - Alejandro Parodi^{*}

Comisión Sectorial de Investigaciones Científicas (CSIC) -
Universidad de la República (UdelaR) - Uruguay

Palabras clave: Distribución de energía eléctrica, Eficiencia, DEA, Frontera estocástica, Regulación, Tarifas eléctricas, Modelo de Equilibrio General Computado.

Sinopsis

En los últimos 20 años se asiste en el mundo a un proceso de reformas regulatorias en el sector eléctrico en busca de una mayor eficiencia. Uruguay no es la excepción, registrándose en este momento los primeros avances en ese sentido. Existe abundante literatura evaluando *ex-post* el desempeño de las reformas aludidas. Sin embargo, no se constatan estudios que evalúen *ex-ante* y en forma integral los posibles costos y beneficios de la reforma regulatoria. El presente estudio aborda las siguientes preguntas relativas a la eficiencia en el sector de distribución eléctrica en Uruguay: ¿Hay espacio para la mejora de eficiencia?, ¿Existe un modelo regulatorio que maximice dichas mejoras?, ¿Hay algún tipo de vinculación entre eficiencia y propiedad del capital?, ¿Qué efectos tendría sobre la tarifa al usuario final?, ¿Qué efectos tendría en la economía en general?, ¿Quiénes son los posibles ganadores y perdedores de la reforma? El estudio se basa en una muestra de 167 empresas de 14 países para el año 2000 y se aplican técnicas de *benchmarking* (DEA, frontera estocástica, etc.) para la estimación de eficiencia y un Modelo de Equilibrio General Computado para medir los impactos sobre la economía. Los resultados obtenidos indican que el segmento de distribución de energía eléctrica en Uruguay tiene potencial para el aumento de eficiencia, pudiendo reducir sus insumos entre un 19% y 24% y seguir produciendo lo mismo. Se encuentra que las empresas que aplican regulación por incentivos tienden a verificar menores costos de distribución que las que aplican regulación por costo de capital. No se obtienen resultados concluyentes respecto a una posible relación entre eficiencia y propiedad del capital. Se estima que las tarifas medias a los usuarios finales se reducen entre 5,7 % y 9,3 % y que el PBI se incrementa en el orden de 0,2% a 0,3%.

* El presente trabajo es un resumen del Informe presentado al Programa de Vinculación con el Sector Productivo de la CSIC – UdelaR y financiado por dicha Comisión.

♥ Economista, MSc. Regulación Económica y Competencia - City University – Londres – Inglaterra. Coordinadora área Regulaciones, Precios y Tasas del Programa de Modernización de la Gestión Pública – Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Presidencia de la República. Docente Facultad de Derecho – UdelaR, LMacedo@cepre.opp.gub.uy, Benito Blanco 746/201, Montevideo 11300, Uruguay (5982) 908-2221 int. 712

* Economista, MSc Economía de la Energía – Universidad de Surrey – Inglaterra, Gerencia de Regulación – Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA), Docente Facultad de Ciencias Económicas y Administración – UdelaR, Alejandro.Parodi@ursea.gub.uy.

1. Introducción

La energía eléctrica (EE) es un insumo relevante en la conformación de la estructura económica de un país, con implicancias en la productividad de las empresas y la calidad de vida de sus habitantes. El sector eléctrico se compone de tres segmentos de actividad claramente diferenciados: generación, transmisión y distribución final a los usuarios del sistema. En particular el mercado de distribución de EE, al igual que el de transmisión, se caracteriza por ser un mercado que se comporta en forma imperfecta, siendo su principal rasgo el hecho que se constata un único oferente de los servicios en cuestión (monopolio natural). La presencia de un sólo oferente puede resultar en un abuso del poder dominante por parte de dicho agente que muchas veces se manifiesta a través de sobrecostos generados por la empresa y, por ende, en la fijación de precios (tarifas) más elevados que los derivados de un mercado competitivo. Los posibles sobrecostos en las tarifas eléctricas afectan los costos de las empresas y los ingresos de las familias, afectando a la economía en su conjunto. Por tal motivo el mercado de distribución de EE debe ser regulado.

En muchos países el sector eléctrico, y en particular la actividad de distribución, ha asistido a un proceso de reformas profundas en los últimos 20 años en busca de mejoras de eficiencia en la operación y en la sustentabilidad del sistema. Es así que se privatizan servicios, diseñan y aplican nuevas herramientas regulatorias (*i.e.* precios máximos, ingresos máximos, *yardstick competition*, etc.). La elección de la herramienta o instrumento regulatorio varía significativamente entre países, encontrándose una gran cantidad de soluciones particulares (híbridos) más que la aplicación pura de una herramienta. En la literatura internacional se encuentra una abundante cantidad de trabajos de investigación evaluando *ex-post* el desempeño de muchas de las reformas regulatorias aplicadas al sector de distribución de EE. Sin embargo, no se constatan estudios que evalúen *ex-ante* y en forma integral los posibles costos y beneficios de las reformas.

Uruguay no es la excepción al proceso de reformas antes aludida, registrándose en este momento los primeros avances en ese sentido. El servicio de EE tradicionalmente ha sido provisto por un monopolio estatal auto-regulado que, en la práctica, ha sido el responsable de formular las políticas del sector. Manteniendo al actual sistema bajo propiedad del estado, se ha desarrollado un nuevo marco legal y regulatorio, introduciendo la competencia de actores privados en la actividad de generación, en tanto se mantiene incambiado el carácter de servicio público del transporte y distribución de EE. En busca de mayor eficiencia en el sector de distribución que redunde en menores costos y tarifas se introduce en el marco legal el concepto de empresa eficiente de referencia (*benchmark*). El presente estudio evalúa *ex-ante* algunas de las hipótesis incorporadas en el marco legal vigente, las cuales se pueden agrupar en las siguientes preguntas: ¿hay espacio para la mejora de eficiencia?, ¿existe un modelo regulatorio que maximice dichas mejoras?, ¿hay algún tipo de vinculación entre eficiencia y propiedad del capital?, ¿qué efectos tendría sobre la tarifa al usuario final?, ¿qué efectos tendría en la economía en general?, ¿quiénes son los posibles ganadores y perdedores de la reforma? Se plantea, entonces, una evaluación *ex-ante* e integral de la reforma regulatoria en el sector de distribución de EE en Uruguay con tres objetivos fundamentales: *i)* evaluar si existe espacio para ganar en eficiencia, *ii)* estimar el impacto que sobre las tarifas eléctricas tendría una eventual ganancia de eficiencia y *iii)* estimar el impacto sobre el sector productivo nacional de una eventual ganancia de eficiencia. Adicionalmente, el presente trabajo permite ubicar a cada una de las empresas que conforman la muestra en relación con

la frontera de eficiencia estimada. En particular, es de interés para el **V Congreso Latinoamericano y del Caribe de Gas y Electricidad** conocer el desempeño de las empresas de Buenos Aires: EDENOR y EDESUR y el resto de las empresas latinoamericanas.

El estudio se organiza de la siguiente manera. El capítulo 2 define el concepto de eficiencia, las variables a considerar para la estimación de la frontera de eficiencia y analiza críticamente los datos utilizados. El capítulo 3 describe los modelos estimados, presentando los resultados de eficiencia obtenidos para la empresa eléctrica nacional, UTE, y para las empresas argentinas y latinoamericanas consideradas en la muestra. En el capítulo 4 se estudia el impacto de una mejora en la eficiencia sobre las tarifas y sobre el sector productivo nacional a través de un Modelo de Equilibrio General Computado (MEGC). Finalmente, las conclusiones se presentan en el capítulo 5.

2. Información utilizada

El primer punto a analizar es si la empresa eléctrica nacional es eficiente con lo cual es necesario definir el concepto de eficiencia y establecer la metodología de cálculo. Una empresa es eficiente desde el punto de vista técnico cuando logra un nivel dado de producto con la menor cantidad de insumos posibles (trabajo y capital) o, lo que es lo mismo, maximiza el nivel de producto para un nivel dado de insumos. En un mercado competitivo, el nivel de eficiencia de cada empresa se descubre en forma inmediata a través del precio. En efecto, las empresas más eficientes tienen menores costos y, por ende, se presentan al mercado con un precio menor, lo que les asegura captar el nivel de demanda necesario para que la empresa perdure en el negocio. Las empresas menos eficientes no pueden colocar sus productos y, en la medida que no ajusten sus costos, se ven obligadas a abandonar el mercado. En un mercado monopolístico no se verifica el proceso de selección natural antes mencionado con lo cual no es posible conocer de antemano si la empresa es eficiente. Descubrir si la empresa monopolística es eficiente se transforma en el problema a resolver. Las técnicas de comparación, más conocidas como *benchmarking*, se han transformado en una herramienta de extensa aplicación que permiten comparar a la empresa analizada con una frontera de eficiencia y descubrir si la misma es eficiente.

La frontera de eficiencia se define como la combinación de insumos que permite obtener un nivel dado de producto y se la puede determinar a través de una función de costos o una función de producción. Para el sector de distribución de EE, la estimación de una función de costos se considera más apropiada que la estimación de una función de producción porque para cada empresa el producto es exógeno dado el servicio universal obligatorio. Si la empresa analizada se ubica sobre la frontera, es eficiente. Si no se ubica sobre la frontera, es decir, es ineficiente, es posible estimar la distancia que la separa de la frontera o, lo que lo mismo, el potencial de ganancia de eficiencia. La frontera de eficiencia puede construirse a través de un estudio teórico, de ingeniería (*benchmarking* teórico – empresa modelo) o mediante la utilización de información real de un grupo de empresas similares a la que se desea analizar (*benchmarking* práctico). Ambas metodologías son intensivas en requerimientos de información. La construcción de la empresa modelo requiere un alto conocimiento del sector y de las tecnologías de punta aplicadas al mismo, información que muchas veces también monopoliza la empresa a analizar. El *benchmarking* práctico requiere

de un buen número de empresas, por cuanto la cantidad y calidad de información disponible es un punto clave en el proceso de estimación de la frontera de eficiencia.

El presente estudio construye una frontera de eficiencia a través del *benchmarking* práctico, considerando una función de costos en base a la información de 167 empresas. La muestra original comprende 167 empresas distribuidoras de EE de 14 países: Argentina (3), Australia (9), Bolivia (2), Brasil (3), Chile (1), Colombia (1), EE.UU. (106), Nueva Zelanda (19), México (1), Paraguay (1), Perú (3), Reino Unido (14) Uruguay (1) y Venezuela (3).¹ En el Anexo A se presentan las empresas consideradas en la muestra. Para EE.UU y Australia no se obtuvo información sobre la longitud de la red, por lo cual se estima una función de costos excluyendo dicha variable. Por lo tanto, se definen dos muestras para estimar los modelos: *Muestra A* - 52 empresas, excluyendo las empresas australianas y las estadounidenses, *Muestra B* - 167 empresas (muestra completa). Observando la relación entre costos operativos ajustados por PPC y la cantidad de consumidores², se verifica la existencia de dos *outliers* en la muestra, por lo que la *Muestra A* – queda comprendida por 50 empresas y la *Muestra B* por 165 empresas.

La base de información con que se cuenta es confiable. En efecto, la mayoría de los datos se obtiene de las agencias reguladoras, lo cual otorga un muy buen nivel de confianza sin olvidar que las empresas pueden practicar *gaming* tal como distorsionar los datos que se proveen a los reguladores. La otra fuente de información utilizada es el Comité de Integración Energética Regional (CIER), construyendo una base de datos homogénea. Esto también otorga confianza respecto a la verificación de los datos y en cuanto a que los mismos sean comparables.

Se definen los siguientes productos, insumos y variables ambientales para la estimación de la función de costos:

- *Productos*: energía vendida (GWh), número de clientes y longitud de la red de distribución (km).³ El número de consumidores representa el número de puntos de conexión suministrados. La energía vendida refleja los requerimientos de capacidad del sistema de distribución. La longitud de la red de distribución es considerada un producto ya que es una aproximación de la dispersión de consumidores.
- *Insumos*: costos operativos, expresados en millones de dólares estadounidenses, definidos como la suma de los costos de operación y mantenimiento, los costos comerciales y los costos administrativos. Para poder comparar unidades monetarias de diferentes países los costos operativos son ajustados por los factores de Paridad de Poderes de Compra (PPC) elaborados por el Banco Mundial. Para las empresas verticalmente integradas, los costos operativos corresponden a la suma de los costos de las actividades de distribución y comercialización más una cuota parte de los costos administrativos de la estructura central. Dicha cuota parte se determina como la relación de los costos de distribución y comercialización en el total de costos, excluidos la compra de energía y el costo del combustible para generación.⁴
- *Variables ambientales o de entorno*: método de regulación (métodos que generan incentivos a la eficiencia y métodos que no proporcionan incentivos a la eficiencia) en que opera cada empresa y propiedad del capital (público o privado). El estudio de los diferentes marcos normativos en los que se inserta la actividad de distribución de EE resulta de suma

importancia para identificar los aspectos regulatorios que puedan implicar niveles de eficiencia distintos para la empresa eléctrica nacional respecto a otras empresas. En particular, se estudia la influencia de la propiedad del capital y del método de regulación aplicado en las empresas. Respecto a la propiedad del capital, el capital privado predomina en algunos países tales como el Reino Unido, Argentina, Brasil, Chile y Perú. En otros países como México, Paraguay y Uruguay, el capital es totalmente público. En el resto de los países, existe una combinación de capital público y privado. Se crean dos variables binarias para evaluar el efecto de la propiedad del capital en la eficiencia, $P1$ es 1 en el caso de una empresa con capital público y $P2$ es 1 en el caso de una empresa con capital privado. Respecto al método de regulación, las empresas de la muestra se clasifican en dos grandes categorías: *i)* aquellas que reciben algún tipo de incentivo a reducir costos debido al método regulatorio empleado (*i.e.* precios máximos, ingresos máximos, *benchmarking* o algún método híbrido), *ii)* aquellas empresas que no reciben incentivos a reducir costos a través del método regulatorio empleado. El primer grupo lo integran las empresas de Argentina, Australia, Bolivia, Chile, Colombia, Nueva Zelanda, Perú y Reino Unido. En el segundo grupo se encuentran Brasil, EEUU, México, Paraguay, Uruguay y Venezuela. Se crean dos variables binarias para evaluar el efecto del método regulatorio en la eficiencia; $R1$ es igual a 1 cuando la empresa no recibe incentivos a reducir costos a través del método regulatorio y $R2$ es igual a 1 cuando la empresa recibe incentivos a la eficiencia mediante el método regulatorio.

Una variable importante, que no pudo incluirse en el presente estudio debido a falta de información, es la relativa a la calidad del servicio. Existe un *trade-off* entre mejorar la calidad y reducir los costos. Una empresa podría aparecer como eficiente (*i.e.* con menores costos de operación y mantenimiento) debido a que no está gastando para mejorar la calidad de servicio (*i.e.* provee un peor servicio). La consideración, dentro de los costos operativos, de las penalizaciones pagadas por las empresas como consecuencia de proveer servicios con niveles de calidad menores a los exigidos, soluciona, en parte, la mencionada omisión.

3. Resultados de eficiencia

En primera instancia se estudia la correlación entre las variables explicativas a los efectos de evitar problemas de multicolinealidad entre variables.⁵ Al calcular la matriz de correlación, se observa una alta correlación entre las variables energía vendida y consumidores (0,94) para la *Muestra A*. Por lo tanto, sólo se utilizan dos productos en las estimaciones: energía vendida y longitud de la red o consumidores y longitud de la red. Con la *Muestra B* el coeficiente de correlación entre energía vendida y número de consumidores es 0,71. La estimación de la frontera de eficiencia se realiza a través de la aplicación de dos métodos paramétricos (Mínimos Cuadrados Ordinarios, MCO y Frontera Estocástica, FE) y un método no paramétrico (Data Envelopment Analysis, DEA)

3.1. Mínimos Cuadrados Ordinarios

Se estima un modelo logarítmico por dos razones fundamentales: i) facilita la interpretación de los coeficientes (los coeficientes pueden interpretarse como elasticidades) y ii) permite resolver problemas de heteroscedasticidad cuando los mismos son detectados en la estimación en niveles. Adicionalmente, cuando el modelo es estimado usando energía como direccionador de costos se detectan problemas de autocorrelación. Por lo tanto, la especificación preferida es la logarítmica con número de consumidores y longitud de la red como direccionadores de costos. La ecuación estimada es la siguiente:

$$(1) \quad l \text{costos}_i = b_0 + b_1 l \text{consumidores}_i + b_2 l \text{lineas}_i + e_i \quad i = 1, \dots, N$$

donde N es el número de empresas⁶ en la muestra. La variable dependiente ($l \text{costos}$) es el logaritmo de los costos operativos ajustados por PPC, $l \text{consumidores}$ es el logaritmo de los consumidores y $l \text{lineas}$ es el logaritmo de la longitud de la red.⁷

A continuación se detallan los resultados obtenidos:

$$\begin{array}{lll} \text{Muestra A} & (2) & l \text{costos}_i = -2,06 + 0,82 l \text{consumidores}_i + 0,12 l \text{lineas}_i \\ & & (-2,96) \quad (9,67) \quad (1,07) \end{array}$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0.94 \quad F = 383,06 \quad DW = 1.89$$

$$\begin{array}{lll} \text{Muestra B} & (3) & l \text{costos}_i = -1,35 + 0,95 l \text{consumidores}_i \\ & & (-10,83) \quad (46,71) \end{array}$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0.93 \quad F = 2182,1 \quad DW = 1.52$$

Los estadísticos t se presentan en paréntesis. Los coeficientes tienen el signo esperado: coeficiente positivo para *consumidores* y *líneas*. La variable *líneas* en la *Muestra A* no es significativa. En ambas regresiones el R cuadrado ajustado muestra que la ecuación tiene un buen ajuste, el test F muestra que el modelo es significativo y el test de Durbin Watson (DW) indica que no se puede rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación de los residuos. En síntesis, para ambas muestras se obtienen resultados consistentes.

A partir de los resultados obtenidos, se calculan los coeficientes de eficiencia para comparar la eficiencia relativa de las empresas. Una empresa con un coeficiente de eficiencia negativo representa una empresa con una eficiencia mayor a la media (el costo observado es menor que el costo eficiente promedio). En cambio, una empresa con un coeficiente de eficiencia positivo representa una empresa con una eficiencia menor a la media.

Para evaluar el efecto del método regulatorio y de la propiedad del capital en la eficiencia, se incluyen variables binarias en la regresión estimada anteriormente. Se estima el siguiente modelo:

$$(4) \quad l \text{costos}_i = b_0 + b_1 l \text{consumidores}_i + b_2 l \text{lineas}_i + b_3 R2 + b_4 P2 + e_i$$

donde la variable binaria R indica el tipo de regulación empleado. $R2$ es 1 cuando la empresa recibe incentivos a la eficiencia⁸. La variable binaria P considera la propiedad del capital. $P2$ indica que la empresa es de propiedad privada⁹.

A continuación se detallan los resultados obtenidos:

Muestra A (5)

$$l\cos tos_i = -1,62 + 0,79lconsumidores_i + 0,14l\text{lineas}_i - 0,48R2 - 0,02P2$$

$$(-2,39) (9,92) \quad (1,25) \quad (-2,32) \quad (-0,09)$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,95 \quad F = 218,62 \quad DW = 2,17$$

Muestra B (6)

$$l\cos tos_i = -1,05 + 0,92lconsumidores_i - 0,37R2$$

$$(-8,92) (49,82) \quad (-6,80)$$

Para ambas muestras se obtienen resultados satisfactorios.¹⁰ Las variables *consumidores* y *líneas* tienen el signo esperado si bien *llineas* no es significativa. En cuanto al efecto de la regulación, se destaca que la variable $R2$ tiene un coeficiente negativo significativo. Al realizar la estimación con la variable $R1$ (excluyendo $R2$), se encuentra un coeficiente positivo significativo. Esto confirma la hipótesis de que cuanto mayor son los incentivos que introduce el régimen regulatorio, menores son los costos de las empresas. Respecto a la propiedad del capital, el coeficiente de $P2$ no es significativo.

3.2. Frontera estocástica

Para estimar una función de costos se requiere conocer los precios de los insumos. Como aproximación de los costos laborales se utilizan los salarios de la industria a nivel agregado. La información se obtiene de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) para todos los países excepto para Uruguay, para el cual la información se obtiene del Instituto Nacional de Estadísticas (INE)¹¹. Dado que el capital es un insumo transable, se asume que su precio es igual en todos los países y no se incluye en la regresión.

La especificación elegida es la de Battese y Coelli (1995). En esta especificación los efectos de ineficiencia u_i se expresan como una función explícita de un vector de variables específicas de las empresas y un error aleatorio. Por lo tanto, este modelo permite incluir explícitamente las variables binarias para investigar los determinantes de la ineficiencia. El modelo estimado es el siguiente:

$$(7) \quad l\cos tos_i = b_0 + b_1lconsumidores_i + b_2l\text{lineas}_i + b_3lw_i + v_i + u_i$$

donde lw es el logaritmo de los salarios de la industria, v_i es una variable aleatoria que se asume iid . $N(0, s_v^2)$ e independiente de u_i , que es una variable aleatoria no

negativa que da cuenta de la ineficiencia técnica. u_i se asume independientemente distribuida como una truncada en cero de la distribución $N(m_{it}, s_U^2)$ donde $m_{it} = z_{it}d$. z representa las variables específicas de la empresa. En este caso,

$$(8) \ln m_i = d_0 + d_1 D0 + d_2 D1 + d_3 D3 + d_4 C1 + d_5 O1$$

donde las variables binarias son las definidas anteriormente. Se estiman especificaciones logarítmicas y translogarítmicas.¹³

Los resultados obtenidos para la especificación logarítmica con la *Muestra A* son los siguientes:

$$(9) \quad \ln \text{costos}_i = -0,45 + 0,74 \ln \text{consumidores}_i + 0,14 \ln \text{lineas}_i - 0,27 \ln w_{ii} + v_i + u_i$$

(-0,71) (36,12) (2,77) (-1,89)

$$(10) \quad m_i = 0,92 - 0,61 R2 + 0,25 P2$$

(2,61) (-6,0) (0,56)

Las variables *consumidores* y *líneas* son significativas y tienen el signo esperado. La variable *salarios* presenta un signo contraintuitivo pero no es significativa. Respecto a los efectos específicos de las empresas, *R2* es estadísticamente significativa y tiene el signo esperado. Esto significa que los incentivos regulatorios implican costos menores. *P2* es positivo pero no es significativo.

Los resultados obtenidos para la especificación translogarítmica son los siguientes:

$$(11) \quad \ln \text{costos}_i = -43,9 + 2,35 \ln \text{consumidores}_i - 0,65 \ln \text{lineas}_i + 11,55 \ln w_i + 0,12 cc_i + 0,15 ll_i - 0,8 ww_i$$

(-44,97) (5,48) (-1,35) (34,38) (4,40) (3,46) (-34,6)

$$-0,31 cl_i - 0,01 cw_i - 0,01 wl_i + v_i + u_i$$

(-4,63) (-7,73) (-5,48)

$$(12) \quad m_i = -1,79 - 0,02 R2 + 2,30 P2$$

(-2,51) (-2,50) (3,15)

donde *cc* es el cuadrado de *lconsumidores*, *ll* es el cuadrado de *llineas*, *ww* es el cuadrado de *lw*, *cl* es el producto de *lconsumidores* por *llineas*, *cw* es el producto de *lconsumidores* por *lw* y *wl* es el producto de *lw* por *llineas*. Las demás variables son las definidas anteriormente. Las variables *consumidores* y *salarios* son significativas y tienen el signo esperado. La variable *líneas* no es significativa. Respecto a los efectos específicos de las empresas, *R2* es estadísticamente significativa y tiene el signo esperado: los incentivos regulatorios implican costos menores. *P2* es positivo y significativo, lo cual implica una relación directa entre propiedad privada y costos.

La estimación logarítmica con la *Muestra B* se descarta debido a que se obtiene un resultado contraintuitivo respecto a la variable *salarios*. Los resultados obtenidos con la especificación translogarítmica son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 l \text{ costos}_i = & -24,06 + 1,59 l \text{ consumidores}_i + 5,84 l w_i - 0,004 cc_i - 0,38 w w_i \\
 & (-24,60) \quad (2,22) \quad (8,84) \quad (-0,39) \quad (-4,75) \\
 (13) \quad & - 0,08 c w_i + v_i + u_i \\
 & (-0,95)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m_i = & 0,38 - 0,94 R^2 \\
 (14) \quad & (4,32) \quad (-5,50)
 \end{aligned}$$

Los coeficientes de las variables *consumidores* y *salarios* son positivos y significativos. Respecto al efecto del método de regulación, se obtiene un coeficiente de R^2 negativo y significativo, confirmando la hipótesis de que la regulación por incentivos resulta en menores costos para la empresa.

El programa estadístico calcula coeficientes de eficiencia técnica para cada empresa. En el caso de una frontera de costos, el coeficiente toma un valor entre uno e infinito. Un coeficiente igual a 1 significa que la empresa es eficiente. La Tabla B1 del Anexo B presenta los coeficientes de eficiencia obtenidos con la *Muestra A* con la especificación logarítmica mientras la Tabla B2 del Anexo B presenta los coeficientes obtenidos con la *Muestra B* con la especificación translogarítmica. Dada la extensión de las Tablas se optó por incorporar en las mismas únicamente a las empresas que forman parte de la frontera de eficiencia y al resto de las empresas latinoamericanas.

3.3. Data Envelopment Analysis

Se realiza una primera estimación con la *Muestra A*, en la cual se utilizan los tres productos definidos (energía vendida, consumidores y longitud de la red)¹⁴. El insumo utilizado es costos operativos ajustados por PPC. En la segunda estimación con la *Muestra B* los productos empleados son energía vendida y número de consumidores. El insumo definido es el mismo. En ambos casos se estiman dos especificaciones, que representan la tecnología subyacente: Retornos Constantes a Escala (RCE) y Retornos Variables a Escala (RVE). Existen dos posibles especificaciones: orientada en los insumos o en los productos. La orientación en los insumos asume que el nivel de producto está dado y mide la eficiencia como la minimización de los insumos. La orientación en los productos asume que los insumos están dados y mide la eficiencia como la maximización de los productos. En el presente estudio se opta por la orientación en los insumos considerando que esta opción resulta más apropiada cuando las empresas proveen un servicio público porque tienen la obligación de satisfacer la demanda.¹⁵ Si bien las variables ambientales no se incluyen directamente en la estimación, los resultados DEA ajustan por la densidad de consumidores y por la densidad de carga en el modelo especificado. En efecto, la densidad de los consumidores es considerada porque se comparan las empresas con combinaciones similares de costos operativos por longitud de red. La densidad de carga se considera a través de la comparación de empresas con combinaciones similares de energía por consumidor.

La Tabla B3 del Anexo B presenta los coeficientes de eficiencia y la eficiencia media obtenida asumiendo RCE y RVE con la *Muestra A*. El cuadro muestra que siete empresas se encuentran en la frontera de eficiencia: seis neocelandesas y una del Reino Unido. En la Tabla B4 del Anexo B se presentan los coeficientes de eficiencia obtenidos con la técnica DEA con la *Muestra B*. En este caso doce empresas se ubican en la frontera de eficiencia. Tres de las seis neocelandesas siguen ubicándose en la frontera, la empresa del Reino Unido se mantiene en la frontera y se agregan ocho empresas norteamericanas. Ninguna empresa latinoamericana se ubica en la frontera estimada.

3.4. Conclusiones sobre eficiencia

Resulta importante evaluar la consistencia entre los resultados obtenidos con los distintos enfoques (MCO, FE y DEA). Las condiciones de consistencia se evalúan siguiendo a Rossi y Ruzzier (2001). Las mismas son propuestas por Bauer *et al* (1998). De acuerdo a Rossi y Ruzzier (*op cit*), los distintos enfoques deben ordenar a las empresas en forma similar. Las empresas se ordenan de acuerdo a los coeficientes de eficiencia obtenidos con DEA (RCE y RVE) y FE y se calcula la correlación entre los dichos ordenamientos. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Correlación entre los ordenamientos

Enfoques	Frontera Estocástica	DEA - RCE	DEA - RVE
Frontera Estocástica	1,000	0,731	0,749
DEA – RCE	0,731	1,000	0,548
DEA – RVE	0,749	0,548	1,000

Fuente: elaboración propia

Como puede observarse, los ordenamientos de ambos enfoques están altamente correlacionados, por lo cual se deduce que los mismos ordenan las empresas en forma similar. Otro aspecto importante al evaluar las condiciones de consistencia es la identificación de las mismas empresas como más eficientes y como más ineficientes con las diferentes técnicas (Rossi and Ruzzier, *op cit*). Esta condición también se cumple como puede observarse en la siguiente tabla:

Correlación entre empresas más eficientes y menos eficientes

Técnica	Frontera Estocástica	DEA - RCE	DEA - RVE
Frontera Estocástica	1,000	0,738	0,950
DEA - RCE	0,902	1,000	0,885
DEA - RVE	0,946	0,895	1,000

Fuente: elaboración propia

En conclusión, el análisis realizado indica que las técnicas empleadas son consistentes entre sí en cuanto al ordenamiento de las empresas con respecto a la frontera de eficiencia y en la identificación de las empresas más eficientes y menos eficientes confirmando, por ende, la presencia de resultados robustos. De esta manera estamos en condiciones de interpretar los resultados de las estimaciones, lo que se realiza a continuación.

En ningún caso se encuentra a la empresa UTE en la frontera de eficiencia. El coeficiente de eficiencia obtenido utilizando la técnica de Frontera Estocástica con la *Muestra B* es de 1,453. Asimismo, de acuerdo a la técnica DEA, UTE no se encuentra sobre la frontera de eficiencia. Con la *Muestra A* se obtiene un coeficiente de 0,81. Esto significa que UTE podría reducir un 19% sus insumos y seguir produciendo lo mismo. Con la *Muestra B* se obtiene un coeficiente de 0,76, lo cual significa que la empresa podría reducir un 24% sus insumos y producir lo mismo. Se observa que los resultados obtenidos con las dos muestras y con las dos técnicas son similares lo cual indica que los resultados son robustos.

En cuanto a las empresas argentinas consideradas en la muestra se obtienen los siguientes resultados. De acuerdo a la estimación de Frontera Estocástica con la *Muestra B* se obtienen los siguientes coeficientes: EDESUR 1,008, EDENOR 1,008 y EDEERSA 1,008, lo cual indica que las empresas se ubican muy próximo a la frontera de eficiencia. Sin embargo, de acuerdo a la técnica DEA las empresas argentinas no se ubican sobre la frontera de eficiencia en el año 2000. Para la empresa EDESUR se obtiene un coeficiente de 0,78 con ambas muestras. Esto significa que EDESUR podría reducir un 22% sus insumos y seguir produciendo lo mismo. Para la empresa EDENOR se obtiene un coeficiente de 0,82 con ambas muestras, lo cual significa que la empresa podría reducir un 18% sus insumos y producir lo mismo. La empresa EDEERSA resulta la más ineficiente de las argentinas en la muestra con un coeficiente de 0,65, lo cual implica que los insumos deben reducirse un 35% para alcanzar la frontera.

4. Efectos de la ganancia de eficiencia sobre tarifas y sobre la economía en su conjunto

Para medir el impacto de una posible reducción tarifaria sobre el sector productivo nacional se emplea el MEGC desarrollado por el Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Sociales (DECON - FCS) de la Universidad de la República (Udelar)¹⁶ con el fin de evaluar el impacto de las reformas regulatorias en el Uruguay. El MEGC es un instrumento de análisis cuantitativo, cuyo objetivo es realizar

ejercicios de estática comparativa para analizar los impactos de un cambio de política sobre las grandes variables macroeconómicas, la asignación óptima de recursos, los agentes económicos, considerando el conjunto de interrelaciones económicas entre ellos.¹⁷ Al captar las interrelaciones entre los distintos sectores de la economía, es posible analizar los efectos tanto directos como indirectos de un cambio de política, así como los eventuales ganadores y perdedores (ALADI, 2004).

Con el fin de obtener un registro comprensivo y consistente de relaciones entre los distintos agentes económicos, se construye una Matriz de Contabilidad Social (Social Accounting Matrix, SAM). La SAM elaborada por el DECON - FCS sigue los criterios propuestos por Lofgren, Lee Harris y Robinson (2001). El año 2000 es seleccionado como año base para la construcción dada la disponibilidad de información.¹⁸ La matriz contempla una desagregación de actividades tal que permite modelar los efectos en los cambios regulatorios propuestos. Las ecuaciones del modelo representan el comportamiento de los distintos agentes de la economía. Trabaja con dos factores de producción: capital y trabajo. Las instituciones consideradas en el modelo son: familias desagregadas por deciles de ingreso, empresas, gobierno y resto del mundo.

Los principales supuestos del modelo son:

- Los productores maximizan beneficios sujeto a una restricción tecnológica y dados los precios de los factores de producción.
- Se utiliza una función de producción anidada en dos niveles. En el primer nivel se supone una función de producción tipo Constant Elasticity Substitution (CES) que combina insumos intermedios y valor agregado. En el segundo nivel, los insumos intermedios se combinan con una función de producción de tipo Leontief con coeficientes fijos mientras que el valor agregado es una función tipo CES que combina capital y trabajo. Los insumos intermedios son bienes compuestos por bienes producidos en el mercado doméstico y bienes importados, usando una función de tipo Armington.
- Cada actividad produce uno o más bienes pero cada bien es producido por una única actividad.
- En el mercado de factores, se supone que la oferta de cada factor está dada y la demanda es aquella para la cual la remuneración del factor es igual al valor de su producto marginal.
- Se consideran efectos a corto y a largo plazo. El equilibrio de largo plazo supone perfecta movilidad de los factores y remuneraciones flexibles (pleno empleo). En el corto plazo se supone un salario rígido y, por lo tanto, desempleo.

Cabe aclarar que los resultados que se obtienen con este tipo de modelos son sensibles tanto a la especificación como al valor de los parámetros.

A los efectos del presente trabajo se ajusta, para el escenario base, la elasticidad ingreso para el sector eléctrico. De acuerdo a fuentes calificadas consultadas, la elasticidad ingreso de EE en el Uruguay en términos agregados es del orden de 0,35. Posteriormente, se realiza un ejercicio de estática comparativa modificando para ello algunos parámetros de la función tipo CES de valor agregado para el sector eléctrico de tal manera de incorporar las posibles ganancias de eficiencia estimadas en el punto anterior.

La siguiente tabla muestra los principales resultados de la aplicación del MEGC – DECON – FCS para el año 2000:

Resultados de la aplicación del MEGC para el año 2000

Variable	Unidad	Posibles ganancias de eficiencia	
		19%	24%
PBI total a costo de factores	%	0,19%	0,31%
PBI total a costo de factores	MMUS\$	38	62
PBI Energía Eléctrica	%	2,6%	4,3%
PBI Energía Eléctrica	MMUS\$	11	18
Precio de la Energía Eléctrica	%	-5,7%	-9,3%
Precio de la Energía Eléctrica	US\$/kWh	0,096	0,092

Fuente: elaboración propia con base MEGC – DECON - FCS

La eventual mayor productividad del trabajo en la distribución de EE tiene un efecto positivo sobre la economía, expandiéndose el PBI, expresado a costos de factores, en el entorno de 0,2 % 0,3%. Esa expansión está explicada en buena parte por el sector eléctrico. Asimismo la tarifa media se reduce entre 5,7% y 9,3%. Se analiza el impacto de la eventual reducción tarifaria sobre la recaudación de la empresa eléctrica. Para ello se consideran los efectos precio e ingreso que operan sobre la demanda de EE. El efecto precio implica que ante una reducción del mismo, aumenta la demanda de energía eléctrica dependiendo de la elasticidad precio de la demanda. El efecto ingreso implica que ante una reducción tarifaria, los consumidores disponen de más ingresos para consumir, aumentando la demanda de energía eléctrica de acuerdo a la elasticidad ingreso de la demanda. Se obtiene que en el escenario de menor reducción tarifaria (5,7%), la recaudación de la empresa desciende 4,4% del total de ingresos mientras que en el escenario de mayor reducción tarifaria (9,3%) el impacto sobre la recaudación total es de 9,4% del total de ingresos.

5. Conclusiones

El presente trabajo evalúa *ex-ante* y en forma integral los posibles costos y beneficios de la reforma regulatoria en el sector de distribución de energía eléctrica en Uruguay. Para ello se estima una frontera de eficiencia con una muestra de 167 empresas, se determina el potencial de ganancia de eficiencia de la empresa nacional UTE, para posteriormente utilizar dicha información en un MEGC que permite medir el impacto sobre las tarifas eléctricas y la economía en su conjunto. A continuación se responden las preguntas que configuran el eje orientador del trabajo.

En primer término, se concluye que el segmento de distribución de energía eléctrica de la empresa nacional UTE tiene potencial para el aumento de eficiencia. Para ello se consideran dos bases de datos de empresas de distribución de energía eléctrica para el año 2000, una que comprende 49 empresas y otra que comprende 164 empresas. Los resultados muestran que UTE puede reducir sus insumos un 19% y un 24%, con cada muestra, respectivamente, y seguir produciendo lo mismo. Cabe destacar que los

resultados obtenidos con ambas muestras son similares, lo cual indica que los mismos son robustos. Asimismo, el análisis de consistencia realizado indica que las técnicas empleadas son consistentes en cuanto al ordenamiento de las empresas con respecto a la frontera de eficiencia y en la identificación de las empresas más eficientes y menos eficientes confirmando, por ende, la presencia de resultados robustos

En segundo término, los resultados obtenidos respecto al efecto del método de regulación en la eficiencia señalan que las empresas que aplican regulación por incentivos tienden a verificar menores costos de distribución que las que aplican regulación por costo de capital. No se obtienen resultados concluyentes respecto a una posible relación entre eficiencia y propiedad del capital.

En tercer término, se estudia el impacto de una mejora de la eficiencia del segmento de distribución de EE de UTE sobre las tarifas y sobre el sector productivo nacional. Para ello se utiliza el MEGC desarrollado por el DECON - FCS de la UdelaR. El MEGC permite estudiar el efecto de una mejora de la productividad del trabajo en el sector de distribución eléctrica sobre la tarifa media y sobre el sector productivo nacional. De la aplicación del MEGC surge que, como consecuencia del incremento en la productividad del trabajo del sector de distribución eléctrica de UTE, el PBI total aumenta entre 0,2% y 0,3% en el año 2000. Asimismo, se obtiene una reducción de la tarifa media del orden de 5,7% a 9,3%.

Finalmente, se analiza el impacto de la eventual reducción tarifaria sobre la recaudación de la empresa eléctrica. Para ello se consideran los efectos precio e ingreso que operan sobre la demanda de energía eléctrica. El efecto precio implica que ante una reducción del mismo, aumenta la demanda de energía eléctrica dependiendo de la elasticidad precio de la demanda. El efecto ingreso implica que ante una reducción tarifaria, los consumidores disponen de más ingresos para consumir, aumentando la demanda de energía eléctrica de acuerdo a la elasticidad ingreso de la demanda. Se obtiene que en el escenario de menor reducción tarifaria, la recaudación de la empresa desciende 4,4% del total de ingresos mientras que en el escenario de mayor reducción tarifaria el impacto sobre la recaudación total es de 9,4% del total de ingresos.

Anexo A. Lista de empresas de la muestra (1)

#	País	Empresa	#	País	Empresa	#	País	Empresa
1	AR	Edeersa	22	NZ	Buller	43	PY	Ande
2	AR	Edenor	23	NZ	Centralines	44	UK	Aquila Networks
3	AR	Edesur	24	NZ	Counties Power	45	UK	East Midland Electricity
4	AU	Agl	25	NZ	Eastland Network	46	UK	Eastern Power Networks
5	AU	Australian Inland	26	NZ	Electricity Ashburton	47	UK	London Power Networks
6	AU	CitiPower	27	NZ	Electricity Invercargill	48	UK	Northern Electric Co.
7	AU	Country Energy	28	NZ	Horizon Energy	49	UK	Scottish Hydro
8	AU	Energy Australia	29	NZ	Mainpower New Zealand	50	UK	Seaboard Power Networks
9	AU	Integral Energy	30	NZ	Marlborough Lines	51	UK	Southern Electric Power
10	AU	Powercor	31	NZ	Network Waitak	52	UK	SP Distribution
11	AU	Txu	32	NZ	Northpower	53	UK	SP Manweb
12	AU	United Energy	33	NZ	Orion New Zealand	54	UK	United Utilities Electricity
13	BO	Cre	34	NZ	Powerco	55	UK	Western Power South Wales
14	BO	Electropaz	35	NZ	The Lines	56	UK	Western Power South West
15	BR	Ceb	36	NZ	Top Energy	57	UK	Yorkshire Electric Co.
16	BR	Cemig	37	NZ	Vector	58	UY	Ute
17	BR	Cosern	38	NZ	Waipa Power	59	VE	Cadafé
18	CL	Conafe	39	NZ	Westpower	60	VE	Calife
19	CO	Codensa	40	PE	Eln	61	VE	Enelven
20	MX	Cfe	41	PE	Enosa			
21	NZ	Alpine Energy	42	PE	Lds			

Fuente: elaboración propia

(1) Por razones de espacio no se lista el nombre de las 106 empresas estadounidenses, que comprende al total de empresas con más de 10.000 consumidores.

Donde: AR es Argentina, AU es Australia, BO es Bolivia, BR es Brasil, CL es Chile, CO es Colombia, MX es México, NZ es New Zealand, PE es Perú, PY es Paraguay, UK es United Kingdom, UY es Uruguay y VE es Venezuela.

Anexo B. Resultados de estimaciones de coeficientes de eficiencia

Tabla B1 Coeficientes de eficiencia según FE - *Muestra A*

Ranking	País	Empresa	Coeficiente de eficiencia
1	UK	Western Power Shouth West	1,03
2	NZ	Network Waitaki	1,08
3	UK	Eastern Power Networks	1,11
4	NZ	Waipa Power	1,12
5	BO	Electropaz	1,13
6	PE	Eln	1,17
7	PE	Enosa	1,24
10	CL	Conafe	1,31
13	VE	Calife	1,50
16	BR	Cosern	1,58
25	PY	Ande	2,07
26	PE	Lds	2,09
32	CO	Codensa	2,39
34	BO	Cre	2,43
36	AR	Edenor	2,83
38	UY	Ute	2,95
42	VE	Enerven	3,24
45	AR	Edesur	3,76
46	AR	Hederás	3,99
47	VE	Cadafe	4,33
49	BR	Ceb	5,56
Eficiencia promedio			2,24

Fuente: elaboración propia

(1) Por razones de espacio se detalla únicamente a las empresas que se encuentran en la frontera de eficiencia y a las empresas latinoamericanas.

Tabla B2 Coeficientes de eficiencia según FE – *Muestra B*

Ranking	País	Empresa	Coeficiente de eficiencia
1	AU	Energy Australia	1,000
2	NZ	Waipa Power	1,000
3	NZ	Electricity Invercargill	1,000
4	NZ	Network Waitaki	1,000
5	NZ	Alpine Energy	1,000
6	UK	Eastern Power Networks	1,000
7	UK	Seeboard Power Networks	1,000
8	UK	United Utilities Electricity	1,000
9	UK	Southern Electric Power	1,000
10	BO	Electropaz	1,000
11	BR	Cosern	1,000
12	CH	Conafe	1,000
27	AR	Edenor	1,007
28	PE	Eln	1,007
29	PE	Enosa	1,007
48	AR	Edeersa	1,008
49	AR	Edesur	1,008
50	BO	Cre	1,008
51	BR	Ceb	1,008
52	CO	Codensa	1,008
53	PE	Lds	1,008
54	VE	Calife	1,419
57	PY	Ande	1,438
70	UY	Ute	1,453
92	VE	Enelven	1,466
104	VE	Cadafe	1,472
Eficiencia promedio			1,323

Fuente: elaboración propia

(1) Por razones de espacio se detalla únicamente a las empresas que se encuentran en la frontera de eficiencia y a las empresas latinoamericanas.

Tabla B3 Coeficientes de eficiencia según DEA – *Muestra A*

Ranking	País	Empresa	Coeficiente RVE
1	NZ	Waipa Power	1,000
2	NZ	Centralines	1,000
3	NZ	The Lines	1,000
4	NZ	Network Waitaki	1,000
5	NZ	Alpine Energy	1,000
6	NZ	Horizon Energy	1,000
7	UK	Eastern Power Networks	1,000
16	BO	Electropaz	0,906
24	PE	Eln	0,873
25	CH	Conafe	0,872
26	PY	Ande	0,868
28	PE	Enosa	0,854
30	BR	Cosern	0,842
32	AR	Edenor	0,819
33	UY	Ute	0,811
34	VE	Calife	0,806
35	CO	Codensa	0,799
37	AR	Edesur	0,784
38	PE	Lds	0,779
39	VE	Enelven	0,767
40	VE	Cadafe	0,741
41	BO	Cre	0,692
42	AR	Edeersa	0,657
43	BR	Ceb	0,654
Eficiencia promedio			0,826

Fuente: elaboración propia

(1) Por razones de espacio se detalla únicamente a las empresas que se encuentran en la frontera de eficiencia y a las empresas latinoamericanas.

Tabla B4 Coeficientes de eficiencia según DEA – *Muestra B*

Ranking	País	Empresa	Coeficiente RVE
1	NZ	Waipa Power	1,000
2	NZ	Centralines	1,000
3	NZ	Network Waitaki	1,000
4	UK	Eastern Power Networks	1,000
5	US	Commonwealth Edison	1,000
6	US	Florida Power & Light	1,000
7	US	Ohio Power	1,000
8	US	Pacific Gas and Electric	1,000
9	US	PSI Energy	1,000
10	US	Public Service Company of Colorado	1,000
11	US	Southern California Edison	1,000
12	US	Southern Indiana Gas & Electric Co.	1,000
52	BO	Electropaz	0,906
76	PE	Eln	0,873
77	CH	Conafe	0,872
95	PE	Enosa	0,854
101	BR	Cosern	0,842
113	AR	Edenor	0,819
120	VE	Calife	0,806
123	CO	Codensa	0,799
126	PY	Ande	0,792
130	AR	Edesur	0,784
134	PE	Lds	0,779
140	UY	Ute	0,761
150	VE	Cadafe	0,741
151	VE	Enelven	0,741
154	BO	Cre	0,692
155	AR	Edeersa	0,655
156	BR	Ceb	0,654
Eficiencia promedio			0,848

Fuente: elaboración propia

(1) Por razones de espacio se detalla únicamente a las empresas que se encuentran en la frontera de eficiencia y a las empresas latinoamericanas.

Bibliografía

ALADI (2004) “Impacto del ALCA sobre la economía de los países miembros de la ALADI: un análisis de equilibrio general” dt 457.

Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina (1995) “Análisis comparativo de tarifas industriales a nivel internacional” Fundación Universidad de San Juan, Instituto de Energía Eléctrica.

Bacon, R.W. y J. Besant-Jones (2002) “Global electric power reform, privatization and liberalization of the electric power industry in developing countries” *The World Bank Group*.

Banker, R. D., A. Charnes, W. Cooper, J. Swarts y D. Thomas (1989) "An Introduction to Data Envelopment Analysis with some of its Models and Their Uses", *Research in Governmental and Non-profit Accounting*, 5

Battese, G. y T. Coelli (1992) “Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India” *Journal of Productivity Analysis*, 3.

Battese, G. y T. Coelli (1995) “A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data”, *Empirical Economics*, 20

Bauer, P., A. Berger, G. Ferrier and D. Humphrey (1998) “Consistency conditions for regulatory analysis of financial institutions: a comparison of frontier efficiency methods” *Journal of Economics and Business* 50.

Charnes, A., W. Cooper y E. Rhodes (1978) “Measuring the efficiency of Decision Making Units” *European Journal of Operational Research*, 2 (6)

CIER (1995) “Autoevaluación de gestión de empresas distribuidoras”

CIER (1998) “Tarifas eléctricas en los países de la CIER - 1998”

CIER (1998) “Datos estadísticos empresas eléctricas años 1995, 1996 y 1997”

CIER (2000) “Informe Económico Técnico de las Empresas Eléctricas y de Tarifas Eléctricas en los países de la CIER” disponible en www.cier.org.uy

Coelli, T. (1996) “A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program” Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England. Working Paper 96/08.
Disponible en www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm

Coelli, T. (1996) “A Guide to FRONTIER Version 4.1: A computer program for stochastic frontier production and cost function estimation” Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England. Working Paper 96/07. Disponible en www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm

Coelli, T., Prasada Rao D.S. y G.E. Battese (1998) “An introduction to efficiency and productivity analysis” Kluwer Academic Publishers.

Debreu, G. (1951) "The coefficient of resource utilisation" *Econometrica*, 19 (3).

Estache, A., M.A. Rossi y C.A. Ruzzier (2002) "The case for international coordination of electricity regulation: Evidence from the measurement of efficiency in South America" *World Bank Policy Research Working Paper* 2907.

Farrell, M. (1957) "The measurement of productive efficiency" *Journal of Royal Statistical Society Series A* 120.

Hattori, T., T. Jamasb y M. Pollitt (2002) "A comparison of UK and Japanese electricity distribution performance 1985-1998: Lessons for incentive regulation" *CMI Working Paper* 03 – *DAE Working Paper* 0212, CMI Electricity Project, Department of Applied Economics, University of Cambridge.

Inter American Development Bank (1999) "Profiles of power sector reform in selected Latin American and Caribbean countries" Sustainable Development Department 9/99 Inter American Development Bank.

Jamasb, T y M. Pollitt (2001) "Benchmarking and Regulation of Electricity Transmission and Distribution Utilities: Lessons from International Experiences" *DAE WP* 0101, 34, Department of Applied Economics, University of Cambridge.

Jamasb, T. y M. Pollitt (2001) "International Benchmarking and Yardstick Regulation: An Application to European Electricity Utilities" *DAE WP* 0115, Department of Applied Economics, University of Cambridge.

Jondrow, J., C. Lovell, I. Materov y P. Schmidt (1982) "On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model" *Journal of Econometrics*, 19

Koopmans, T. (1951) "An analysis of production as an efficient combination of activities" in T. Koopmans, ed. "*Activity analysis of production and allocation*", Cowles Commission for Research in Economics, Monograph 13, Wiley, New York.

Kumbhakar, S. and L. Hjalmarsson (1998) "Relative performance of public and private ownership under yardstick competition" *European Economic Review* 42

Laureiro, R (2001) "La eficiencia técnica de UTE en comparación con las empresas distribuidoras y comercializadoras asociadas a la CIER", ponencia a la II Reunión Internacional de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica, Comisión de Integración Energética Regional.

Leibenstein, H. (1966) "Allocative efficiency vs X-efficiency" *American Economic Review*, 56 (3)

London Economics (1999) "Efficiency and benchmarking study of New South Wales distribution businesses" Report commissioned by the Independent Pricing and Regulatory Tribunal (IPART) of New South Wales.

Neuberg (1977) "Two issues in the municipal ownership of electric power distribution systems" *Bell Journal of Economics*, 8

ONUDI, Industry Statistical Yearbook (1999)

Ofgem (December 1999) “Review of Public Electricity Suppliers 1998-2000. Final Proposals”

Pedraja Chaparro, F., J. Ramajo y J. Salinas (1999) “Eficiencia productiva del sector industrial español: Un análisis espacial y sectorial” *Papeles de Economía Españoles*, 80

Pollitt, M. (1995) “Ownership and performance in electric utilities: the international evidence on privatization and efficiency” Oxford University Press.

Rossi, M. y C. Ruzzier (2001) “Reducing the asymmetry of information through the comparison of the relative efficiency of several regional monopolies” *Centro de Estudios Economicos de la Regulacion (CEER) Working Paper 14*, Universidad Argentina de la Empresa.

Ruzzier, C. (2002) “Una introducción a la estimación no paramétrica de fronteras de eficiencia” *Centro de Estudios Económicos de la Regulación (CEER) Discussion Paper 41*, Universidad Argentina de la Empresa.

Schleifer, A. (1998) “State versus private ownership” *Journal of Economic Perspectives* 12 (4).

Terra, M. I., P. Barrenechea, A. Forteza, H. Pastori, A. Pereyra y D. Saráchaga (2004) “Modelo de Equilibrio General Computable para analizar los impactos macroeconómicos del proceso de reforma de los servicios públicos en Uruguay” Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República.

The Energy Group of the Institute of International Education (2002) “Best Practices Guide: Electricity regulation in Latin America” Prepared by The Energy Group of the Institute of International Education in cooperation with the Regulatory Assistance Project as part of the Hemispheric Energy Regulatory Assistance (HERA) Project.

UTE, Balances y Anexos 1994 – 2003

UTE, Memorias 1994 – 2001

UTE, UTE en cifras. Disponible en www.ute.com.uy

Vogelsang (2002) “Incentive regulation and competition in public utility markets: a 20 year perspective” *Journal of Regulatory Economics*, 22.

Westley, G. D. (1992) “New Directions in Econometric Modeling of Energy Demand. With applications to Latin America” Inter American Development Bank (IDB).

¹ Los datos son obtenidos de las siguientes fuentes: **i) Australia:** NGS, publicaciones del regulador IPART “Price and service report for 2000/01. NSW Distribution Network Service Providers”, “2004 Electricity Distribution Review–Preliminary Analysis” y de Meritec

“Review of capital and operating expenditure of the NSW Electricity Distribution Network Service Providers—Final Report” preparado para IPART; Victoria, publicación del regulador “Electricity Distribution Business. Comparative performance report” **ii) Nueva Zelanda:** Information Disclosure, información que las empresas deben proveer de acuerdo a la regulación eléctrica de 1999 (Electricity Regulations 1999). Los datos son verificados por el Grupo de Política Energética del Ministerio de Desarrollo Económico de Nueva Zelanda (the Energy Policy Group of the Ministry of Economic Development), **iii) América del Sur:** Comisión de Integración Energética Regional (CIER), publicación “Informe Económico Técnico de las Empresas Eléctricas y de Tarifas eléctricas en los países de la CIER” (2000), **iv) México:** Comisión Reguladora de Energía (CRE), **v) Reino Unido:** Ofgem, “Reviews of Public Electricity Suppliers 1998-2000—Final Proposals”, “Electricity Distribution Price Control Review, October 2003” y “Electricity Distribution Quality of Supply Report, June 2003” y **vi) EE.UU.:** de la base de datos de la Federal Energy Regulatory Commission (FERC).

² Se estudia gráficamente la relación entre costos operativos ajustados por PPC y consumidores, observando que dos empresas son sensiblemente más grandes que el resto (CEMIG – Brasil y CFE – México). Las mismas se excluyen del estudio ya que no tienen comparadores y distorsionan el resultado del resto de las empresas.

³ Es práctica común considerar energía vendida y consumidores como productos. La variable longitud de red es considerada tanto como insumo o como producto en la bibliografía. En el presente estudio se considera insumo ya que es una medida de la dispersión de la red.

⁴ Esto es una práctica común. Por ejemplo, Hattori *et al* (2002) utilizan el peso de los costos laborales para calcular la fracción de costos de administración y generales atribuibles a la actividad de distribución para las compañías japonesas. Laureiro (2001) emplea el peso de los costos laborales para determinar la cuota parte de costos administrativos y generales atribuibles a la actividad de distribución en el caso de empresas integradas.

⁵ La multicolinealidad invalida los tests t de Student y, por lo tanto, invalida las inferencias.

⁶ En la primera estimación se obtuvo un costo proyectado negativo para la empresa neocelandesa BULLER, por lo cual se opta por excluirla de la muestra por lo que el número de observaciones con la *Muestra A* es de 49 empresas y con la *Muestra B* es de 164 empresas.

⁷ El software usado es LIMDEP versión 7.0.

⁸ La variable *R1* se excluye para evitar la multicolinealidad.

⁹ *P1* se excluye para evitar la multicolinealidad.

¹⁰ La variable *P* no se incluye en esta estimación debido a la información incompleta sobre la propiedad del capital de las empresas norteamericanas.

¹¹ Para Uruguay se utiliza una fuente de información diferente porque la información disponible en la OIT son índices y no valores monetarios. Los datos usados son en dólares estadounidenses y corresponden en la mayoría de los casos al año 2000. Para algunos países la información no está disponible para el año 2000. En estos casos, se utiliza la última información disponible y se ajusta por la inflación.

¹³ El software usado es FRONTIER 4.1.

¹⁴ La multicolinealidad no es un problema para DEA como para el análisis de regresión. Por el contrario, según Pedraja Chaparro *et al* (1999), la pérdida de *performance* de DEA debido a un aumento en el número de variables, se reduce cuando las variables están correlacionadas.

¹⁵ El software usado es DEAP 2.1.

¹⁶ “Modelo de Equilibrio General Computable para analizar los impactos macroeconómicos del proceso de reforma de los servicios públicos en Uruguay”, trabajo de consultoría realizado por la FCS – Udelar a solicitud de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP).

¹⁷ Las aplicaciones numéricas del equilibrio general se iniciaron con el trabajo de Harberger (1962) sobre incidencia tributaria en el contexto de un modelo numérico de dos sectores. El trabajo de Scarf (1969) hizo posible la determinación del equilibrio de un sistema walrasiano. La utilización de MEGC recibió un impulso fundamental con el trabajo pionero de Shoven y Whalley (1972, 1984, 1992). Más recientemente, contribuciones como las del GTAP (Hertel, 1997) y Rutherford (1999) han contribuido al desarrollo y utilización de esta metodología.

¹⁸ Como antecedente se disponía de una matriz estimada por el Departamento de Economía para el GTAP correspondiente al año 1997.

Luciana Macedo Saravia

Benito Blanco 746/ 201
11300 Montevideo
Tel.: (5982) 7124173
lmacedo@adinet.com.uy

Lugar y fecha de nacimiento: Uruguay, 7 de diciembre de 1974

Economista especializada en regulación de servicios públicos y defensa de la competencia. Obtuvo una Maestría en Regulación Económica y Competencia (*MSc in Economic Regulation and Competition*) con Honores en City University, Londres, Inglaterra. Desde su formación a nivel de grado se especializó en temas de microeconomía. La tesis de fin de carrera se tituló “Costos, poder de mercado y estructura en el sector bancario uruguayo” y fue dirigida por el Ec. Mario Bergara. La Maestría en Economía Internacional con especialización en Organización Industrial realizada en el Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Sociales le permitió profundizar sus conocimientos en temas de defensa de la competencia y regulatorios. Los cursos fueron aprobados durante los años 1999–2000, restando el trabajo de investigación final. Recientemente, la maestría realizada en City University, le permitió especializarse en regulación de servicios públicos y estudio de casos de competencia. La tesis “*Regulation, competition and ownership in electricity distribution companies: the effects on efficiency*” fue dirigida por John Cubbin y Begoña García Marinoso.

A nivel profesional, es la coordinadora del área de Regulaciones, Precios y Tasas del Programa de Reforma del Estado, ubicado en la Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Presidencia de la República. En su posición en la Dirección Nacional de Energía (DNE) del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) durante los años 2000-02 participó en actividades concernientes a la regulación del sector eléctrico y del mercado de gas en Uruguay entre las que se destacan: diseño del Marco Regulatorio del Sector Eléctrico, participación en la elaboración del Marco Regulatorio de Gas, diseño de la estructura tarifaria de los sectores energía eléctrica y gas. Posee un dominio fluido de los idiomas inglés y francés. Es Profesor Adjunto de la Cátedra de Economía Laboral de Facultad de Derecho, Universidad de la República.

Referencias:

- ✓ Carlos Costa, economista, Ex Presidente Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua, Uruguay, tel.: (5982) 4813299 c.costa@chasque.net
- ✓ Enrique Patiño, ingeniero, Ex Director Nacional de Energía – Ministerio de Industria, Energía y Minería de la República Oriental del Uruguay, tel.: (5982) 901 1674. EPatino@mercadosenergeticos.com
- ✓ Begoña García Marinoso, economista, Directora Programa MSc Economic Regulation and Competition, City University, Londres, Inglaterra, tel: (4420) 7040 0168. b.garcia-marinoso@city.ac.uk
- ✓ John Cubbin, economista, Jefe Departamento de Economía, City University, Londres, tel: (4420) 74778533 j.s.cubbin@city.ac.uk

Alejandro Parodi Debat

Benito Blanco 746/2
11300 Montevideo
Tel.: (598) 2 7124173
Alejandro.Parodi@ursea.gub.uy

Lugar y fecha de nacimiento: Montevideo, 8 de enero de 1966

Economista especializado en economía de la energía y regulación de servicios públicos con 12 años de experiencia en dicha especialidad. Posee una Maestría en Economía de Energía de la Universidad de Surrey - Inglaterra. Desde su actual posición en la Gerencia de Regulación de la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA), ha participado en actividades concernientes a la regulación y competencia de los sectores de energía y agua en Uruguay entre las que se destacan: diseño normativo e implementación del Marco Regulatorio del Sector Eléctrico (en particular del Reglamento de Distribución), revisión de contratos de Concesión de empresas de gas, confección de la metodología de precios de paridad de importación para productos derivados del petróleo, etc. Es delegado de Uruguay en los Grupos de Tarifas y *Benchmarking* de la Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA). Durante los años 1999 – 2001 se desempeñó como Consultor Senior en Mercados Energéticos S.A. - Argentina, en temas relacionados con regulación de mercados eléctricos, gas, agua y saneamiento, trabajando extensamente en temas regulatorios, competencia y tarifarios en varios países de América: Argentina, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Uruguay y Venezuela. Durante los años 1993-1997 fue miembro del equipo investigador del Grupo Interdisciplinario de Economía de la Energía (GIEE) - Universidad de la República (Udelar). Es docente de Economía de la Regulación en la Universidad de Montevideo y desde hace 13 años ejerce la docencia en la Facultad de Ciencias Económicas – Udelar.