

TARIFICACION DE LA TRANSMISION ELECTRICA: POR QUE LICITAR ES (MUCHO) MEJOR QUE REGULAR*

ALEXANDER GALETOVIC**

Universidad de Chile

JUAN RICARDO INOSTROZA***

AES Gener S.A.

Abstract

There are at least two ways of fixing high voltage transmission tolls. One is to regulate them in standard fashion; another is to allocate new transmission lines in competitive auctions to the bidder offering the lowest toll. In this paper we show that expected tolls are considerably lower if lines are auctioned.

Auctions dominate regulation for three reasons. First, bidder competition ensures lower expected tolls. Second, they increase the regulator's bargaining power. Third, if, as in Argentina, project users are allowed to bid and build the line, they can induce even more intense competition. We use our theoretical model to analyze the auction for the fourth Comahue line in Argentina. We show that, had the toll been regulated, it would have been at least 61% higher.

* Este trabajo fue financiado por AES Gener S.A. Sin embargo, su contenido es de nuestra exclusiva responsabilidad y no compromete de manera alguna a AES Gener S.A. Galetovic también agradece el financiamiento de la Fundación Hewlett, a través de un *grant* institucional al CEA. Estamos muy agradecidos de Stephen Littlechild y muy especialmente de Juan Escobar y Eduardo Saavedra por sus comentarios y sugerencias.

** Centro de Economía Aplicada (CEA), Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile. Email: agaleto@dii.uchile.cl.

*** AES Gener S.A., Email: jinostroza@aes.com. Durante el proceso de licitación de la cuarta línea del Comahue, Inostroza fue director representante de Central Puerto en el GEEAC, y luego en Atalaya Energy, que presentó una oferta en la licitación.

I. Introducción y Motivación

Luego de una larga y acalorada discusión, que duró casi dos años, en enero de 2004 el Congreso chileno finalmente aprobó la “ley corta” eléctrica. El fin del cambio de ley es modificar la regulación de la transmisión en alto voltaje. Así, la nueva ley introdujo un nuevo mecanismo para distribuir los peajes entre los usuarios del sistema;¹ cambió la gobernanza de la regulación y con ella los mecanismos y reglas para decidir con qué líneas se expandirá el sistema; y —el tema de este trabajo— la regla para decidir *qué empresa* será la dueña de las nuevas líneas y cómo se fijaría el peaje total que le pagarán los usuarios. Se adoptó un sistema parecido al argentino. Una vez decidido que se debe hacer una nueva línea, ésta será licitada por menor peaje. El fin de este trabajo es argumentar que este mecanismo es considerablemente más conveniente que la alternativa; un mecanismo tal que un regulador fija el peaje de transmisión.

El proyecto de ley original era, seguramente, el caso extremo de un mecanismo regulado.² En efecto, un comité hubiera planificado centralmente el sistema de transmisión cada cuatro años, decidido qué nuevas líneas debían construirse y designado a la empresa dueña de cada nueva línea. Una vez construida la línea, el regulador estimaría los costos de inversión, operación y mantención, y luego fijaría los peajes para que los activos rentasen un 10% real.

El extremo opuesto es el mecanismo de licitaciones competitivas. Una vez decidida la construcción de una línea, se llama a licitación. Gana la licitación la empresa que ofrezca cobrar el menor peaje anual por un período predeterminado (v.gr. 30 años). En este trabajo argumentamos que el método socialmente deseable para decidir quién construirá las nuevas líneas y qué peajes cobrará su dueño es el de licitaciones competitivas por menor peaje.

Existen razones tanto conceptuales como prácticas que fundamentan preferir una licitación competitiva a la regulación. Conceptualmente, el argumento comienza por notar el hecho fundamental que la información es asimétrica: el regulador siempre está informado con menor precisión sobre los costos de la empresa. Desde el trabajo de Baron y Myerson (1982) se sabe que aun si el regulador tiene todo el poder de negociación y lo usa “óptimamente” estará forzado a dejar rentas en el bolsillo del monopolio, porque la información es asimétrica.³ Vale decir, por culpa de la información asimétrica, el regulador le fijará tarifas al monopolio mayores a las que sólo cubren sus costos y le dan una rentabilidad “normal” a sus activos y capital. Supóngase entonces que un regulador, siguiendo el procedimiento señalado por la versión original de la ley corta, elige a una empresa determinada para que sea dueña de una línea y le fijan tarifas. El resultado de Baron y Myerson (1982) implica que el peaje resultante será mayor que los costos de construir, operar y mantener la línea.

Y he aquí el por qué las licitaciones son superiores a la regulación. Una aplicación casi directa de Bulow y Klemperer (1996) implica que el peaje esperado que se le fijará al monopolio así elegido y regulado es necesariamente mayor que si la línea se asigna en una licitación por menor peaje. En esencia, en una licitación el monopolio teme perder la renta y esto lo estimula a ofrecer un peaje

menor. Por eso, si bien suele ocurrir que al final la línea se la adjudique el monopolio preexistente, Bulow y Klemperer (1996) muestran que si una sola empresa desafía al monopolio participando en la licitación el peaje esperado caerá. Y, es casi innecesario decirlo, mientras más empresas desafían al monopolio en la licitación, menor será el peaje.⁴

Adicionalmente, mostramos que la licitación es superior a la regulación por dos razones más. Primero, en un sentido preciso aumenta el poder de negociación del regulador. Segundo, y algo más sorprendente, la participación de los beneficiarios (vale decir, aquellas empresas usuarias de la línea de transmisión que se benefician directamente con su construcción) permite implementar una licitación que, también en un sentido preciso, es óptima y reduce la renta esperada de la empresa ganadora al mínimo factible dado que la información es asimétrica.

La idea de licitar por menor tarifa para sustituir la regulación es de larga data. Fue propuesta originalmente por el economista inglés Edwin Chadwick en 1859 (Chadwick, 1859) y popularizada más tarde por Harold Demsetz (1968).⁵ Sin embargo, hasta ahora se ha usado sólo excepcionalmente, porque las licitaciones son apropiadas sólo cuando se puede delimitar y describir con precisión el proyecto. Esto es difícil cuando se regula a una empresa, por ejemplo, de agua potable o de telefonía fija. Sin embargo, es posible precisar en qué consiste una nueva línea de transmisión y aún una ampliación de líneas existentes.

Para fundamentar nuestra afirmación que los peajes son mucho menores cuando se licita, también describimos y analizamos en detalle la adjudicación de la cuarta línea del Comahue en Argentina, en 1997. El proyecto consistía en construir un cuarto circuito de 500 kV, 1.300 km y 2.600 torres que conectan la estación transformadora Piedra del Aguila en la región del Comahue en el sur de Argentina con la estación Abasto, a 30 km de Buenos Aires. Siguiendo los procedimientos impuestos por la regulación argentina, esta línea fue propuesta por un grupo de generadores en 1994, y en 1996 logró los votos suficientes para ser aprobada. En octubre de 1997 la línea se licitó por menor canon y entró en funcionamiento en 1999.

A la licitación se presentaron cuatro consorcios, incluido uno que formaron los beneficiarios, quienes debían indicar el canon anual por el que estaban dispuestos a construir, operar y mantener la línea. Se la adjudicó Transener, la principal empresa de transmisión, quien ofreció hacerlo por US\$ 24,52 millones anuales, contra US\$ 24,99 millones de la segunda mejor oferta; US\$ 38 millones de la tercera mejor oferta; y US\$ 39,47 millones de la peor oferta, que fue presentada por el consorcio que formó parte del grupo de generadores que propuso la línea (Atalaya Energy).

Nuestro modelo teórico permite concluir que la diferencia de US\$ 14,95 millones entre la oferta ganadora de Transener y la oferta de Atalaya es una estimación conservadora del ahorro de peajes, debido a la competencia inducida por la licitación. Es decir, es posible argumentar que si la línea se hubiera regulado el peaje hubiera sido a lo menos 61% más alto y probablemente mayor aún. ¿Cuál es la intuición?

Por un lado, es claro que el costo que espera Transener a lo más es igual a su oferta de US\$ 24,52 millones anuales, y seguramente menor –si su costo esperado fuera mayor que US\$ 24,52 millones, hubiera solicitado un canon más alto–. Por lo tanto, la oferta ganadora. Llamémosla π^{ganador} , es una estimación conservadora del verdadero costo de hacer la línea.

Por otro lado, el modelo teórico indica que la oferta de los beneficiarios, llamémosla $\pi^{\text{beneficiario}}$, no puede ser mayor (y seguramente es menor), que el peaje que fijaría un regulador. Es decir, si le llamamos $\pi^{\text{regulador}}$ al peaje que fijaría el regulador,

$$\pi^{\text{beneficiario}} \leq \pi^{\text{regulador}},$$

y, por lo tanto,

$$\text{US\$14,95 millones} = \pi^{\text{beneficiario}} - \pi^{\text{ganador}} \leq \pi^{\text{regulador}} - \pi^{\text{ganador}}.$$

El resto del trabajo se organiza como sigue. En la sección II explicamos brevemente la teoría de Bulow y Klemperer (1996), se la aplicamos a la licitación de expansiones de líneas de transmisión y deducimos una serie de resultados que son claves para interpretar el resultado de la licitación. Esta sección es técnica y, con la excepción de los enunciados de los resultados clave, se puede omitir sin pérdida de continuidad. En la sección III explicamos brevemente el mecanismo de expansión de la transmisión en Argentina y describimos el proyecto del Comahue. También describimos la licitación y analizamos sus resultados. Concluimos en la sección IV evaluando brevemente las disposiciones de la ley aprobada en enero de 2004 y promulgada en marzo pasado. En tres apéndices describimos el sistema de regulación de precios de transmisión en Argentina (Apéndice A); explicamos con más detalle que en el texto el mecanismo de expansión de la transmisión en Argentina (Apéndice B), y presentamos las demostraciones formales (Apéndice C).

II. Licitaciones vs. Regulación

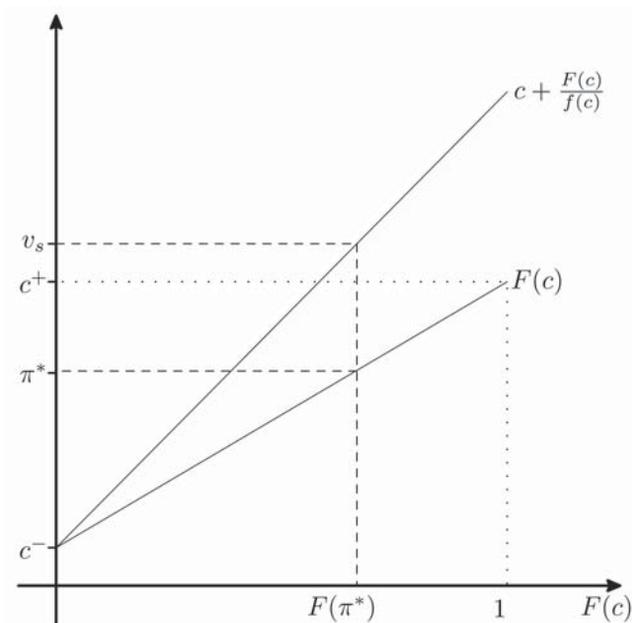
En esta sección presentamos un modelo simple basado en Bulow y Klemperer (1996) y fundamentamos por qué es apropiado para estudiar licitaciones de líneas de transmisión. El principal resultado de la sección es éste: la diferencia entre la oferta ganadora y la oferta de los beneficiarios de la línea es una estimación conservadora del ahorro de peajes debido a una licitación competitiva de la línea de transmisión.

2.1 El modelo

El proyecto de transmisión. Considérese un proyecto de transmisión T' cuyas características técnicas (v.gr. capacidad, voltaje, diseño, trazado) ya se han determinado. Supóngase que existen $n > 1$ posibles empresas que pueden construir,

operar y mantener la línea \mathcal{T} , entre ellos el transmisor actual, a , y los beneficiarios del proyecto, b . El costo anual de capital, más el de operación y mantención de la empresa i , c_i , es una variable aleatoria independiente del costo del resto de las empresas. Para toda empresa i el rango de esta variable aleatoria es $[c^-, c^+]$, su función de densidad es $f(c)$ y su densidad acumulada es $F(c)$. Suponemos que esta distribución es estrictamente creciente, no tiene átomos y que la función $CM(c) \equiv c + \frac{F(c)}{f(c)}$ es creciente en c en todo el rango $[c^-, c^+]$ ⁶. Las funciones $F(c)$ y $CM(c)$ se grafican en la Figura 1.

FIGURA 1
REGULACION OPTIMA DE LA TRANSMISION



Es conocimiento común que: (i) la distribución es la misma para toda las firmas. (ii) c_i es observado sólo por la empresa i ; (iii) a cada empresa y al regulador el riesgo le es indiferente. El valor de \mathcal{T} para los beneficiarios del proyecto, sin considerar el costo de la línea de transmisión, es $v_s \geq c^+$; vale decir, el proyecto siempre es conveniente. Suponemos que el valor privado coincide con el social.

El procedimiento de asignación. El regulador puede optar por uno de dos procedimientos para construir la línea. El primero, al que llamaremos “regulación”, consiste en elegir una empresa y luego negociar bilateralmente el peaje π con ella. El segundo, al que llamaremos “licitación”, consiste en adjudicarle la línea a la empresa que ofrezca el menor peaje en una licitación.

La distribución del poder de negociación. Suponemos que el regulador quiere que el peaje sea lo menor posible, sujeto a la restricción que una empresa quiera construir la línea. Además, suponemos que todo el poder de negociación está en manos del regulador, es decir, puede comprometerse creblemente a hacer una oferta de “eso o nada” a la empresa. Una implicancia directa es que si el regulador observase el costo de cada empresa, podría adjudicarle la línea a la empresa de mínimo costo fijándole un peaje igual a $\min_i c_i$.

Sin perjuicio de lo anterior, es común observar, por los motivos que sea, que a los reguladores no les gusta que una obra ya anunciada no se construya. Lo modelamos suponiendo que, si la empresa rechaza su oferta y la línea no se construye, el regulador asume un costo “político” o “de imagen” $\phi \geq 0$.

Nótese que al suponer que el regulador quiere el menor peaje posible, suponemos que cuando regula no es capturado por la empresa. Adicionalmente, al suponer que tiene todo el poder de negociación, forzamos que toda eventual ventaja de la licitación se deba a que modera la asimetría de información entre el regulador y el regulado.

2.2 Regulación

La “regulación” consiste en elegir una empresa y fijarle su peaje. Por ejemplo, en la versión original del proyecto de ley (de aquí en adelante, indistintamente, “ley corta”), el regulador designaba a la empresa responsable de hacer una ampliación y le fijaba el peaje.

Ahora bien, suponiendo que el regulador puede comprometerse creblemente a hacerle una oferta de “eso o nada” al transmisor actual, su problema es elegir $\pi \in [c^-, c^+]$ para maximizar:

$$F(\pi)(v_s - \pi) - [1 - F(\pi)]\phi.$$

El peaje óptimo, π , satisface la condición de primer orden

$$f(\pi^*)(v_s - \pi^*) - F(\pi^*) + f(\pi^*)\phi \geq 0,$$

de donde se sigue que

$$v_s = \begin{cases} \pi^* + \frac{F(\pi^*)}{f(\pi^*)} - \phi, & \text{si } v_s + \phi \leq c^+ + \frac{F(c^+)}{f(c^+)}, \\ c^+ & \text{si } v_s + \phi \leq c^+ + \frac{F(c^+)}{f(c^+)}. \end{cases} \quad (1)$$

Nótese que π^* es no-decreciente en el valor de la línea, v_s , y en ϕ el costo “político” que la línea no se construya. En adelante $\pi^*(\phi, v_s)$ denotará que el peaje óptimo depende de ϕ y v_s .

Para apreciar la intuición del resultado es conveniente mirar la Figura 1, que se ha dibujado suponiendo que $v_s < c^+ + \frac{F(c^+)}{f(c^+)}$ y, para simplificar, $\phi = 0$.

Considérese, para comenzar, a un regulador que fija un peaje igual a c^+ . En ese caso la probabilidad de que la línea se construya es 1, pero el peaje es alto y la empresa se quedaría con toda la renta de la información asimétrica, siendo el pago esperado del regulador igual a $(v_s - c^+)$. Si, por otro lado, el regulador fija un peaje algo menor que c^+ , digamos $c^+ - \Delta c$, la probabilidad de que la línea se haga es igual a $F(c^+ - \Delta c) < 1$, pero el excedente esperado es:

$$F(c^+ - \Delta c) \cdot (v_s - c^+ + \Delta c).$$

Es fácil apreciar ahora que el *trade off* regulatorio consiste en lo siguiente: a medida que baja el peaje (es decir, aumenta Δc) aumenta el excedente condicional, pero cae la probabilidad que la línea se construya. ¿Dónde está el óptimo?

La Figura 1 indica que el regulador debiera razonar exactamente igual que un monopsonista que enfrenta una curva de “oferta” $F(c)$ y debiera igualar el “costo marginal” $CM(c) \equiv c + \frac{F(c)}{f(c)}$ al “beneficio marginal” v_s , porque así maximiza

$F(\pi) \cdot (v_s - \pi)$. Más generalmente, si el regulador incurre en un costo cuando la línea no se construye ($\phi > 0$), el beneficio marginal que la línea se construya es igual a $v_s + \phi$, pero la regla es idéntica. El punto es que si el costo de que la línea no se construya ($v_s + \phi$) no es muy alto, el regulador prefiere fijar un precio más bajo para extraerle rentas al transmisor de bajo costo, aun a riesgo que la línea no se construya.⁷

De lo anterior se sigue inmediatamente el siguiente resultado:

Resultado 2.1. *Cuando $v_s + \phi$ no es demasiado grande, el regulador hace una oferta que la empresa rechazará con probabilidad mayor que cero.*

Sin embargo, si la línea es muy valiosa, o bien, el costo de imagen del regulador es muy grande, éste fijará una tarifa igual a c^+ para que la línea se construya con probabilidad 1. Así:

Resultado 2.2. *Si el regulador quiere garantizar que la línea se construya, entonces debe dejarle toda la renta a la empresa de transmisión.*

En otras palabras, el resultado implica que un regulador pierde completamente su poder de negociación cuando, por la razón que sea, no puede darse el lujo de que la línea no se construya.

Para lo que sigue es importante notar que la regulación de una firma es equivalente a una licitación en que participa una sola firma y en que $\pi^*(\phi, v_s)$ hace las veces de postura máxima aceptable. Claramente, en ese caso la empresa pedirá un peaje $\pi^*(\phi, v_s)$ si $c \leq \pi^*(\phi, v_s)$ y no participará si $c > \pi^*(\phi, v_s)$. Es natural, por tanto, analizar qué ocurre si la línea se licita y se deja entrar a más firmas a competir por el derecho a construirla y operarla.

2.3 Licitación

2.3.1 Introducción

Una licitación es un mecanismo para seleccionar a quién se le adjudicará la línea y determinar el pago que recibirá por construirla y operarla. Si bien existen muchos tipos de licitación, para demostrar los resultados que siguen trabajaremos con una licitación inglesa (o descendente, en este caso) en que el regulador parte ofreciendo un peaje igual a $\bar{\pi} \leq c^+$ y lo disminuye hasta que sólo una empresa sigue estando dispuesta a construir la línea; esa empresa es la que se adjudica la línea y recibe el peaje al cual abandonó la licitación la penúltima empresa. Más adelante explicaremos por qué eso no implica pérdida de generalidad.

2.3.2 Una licitación inglesa domina la regulación

Analicemos lo que resultaría si la línea se asigna en una licitación inglesa. En ese caso la estrategia óptima de la empresa transmisora i es mantener en pie su oferta de construirla hasta que el peaje llegue c_i , y retirarse apenas el peaje caiga por debajo de c_i . En efecto, si se retira antes puede perder la oportunidad de adjudicarse la línea con un peaje mayor que el costo, mientras que si se retira después se arriesga a construir la línea recibiendo un peaje menor que su costo. Esto implica que la línea se la adjudicará la empresa que la pueda construir al menor costo, pero recibirá un peaje igual al costo de la firma que tenga el segundo costo más alto. De esto se siguen los siguientes resultados:

Resultado 2.3. *Si la línea se adjudica con una licitación inglesa, ésta siempre se construye y lo hace la empresa más eficiente.*

Resultado 2.4. *Si la línea se adjudica con una licitación inglesa: (a) el peaje esperado es la esperanza del segundo costo más bajo; (b) el peaje esperado que recibe una empresa cuyo costo es c_i si gana la licitación es la esperanza del segundo costo más bajo, condicional a que c_i sea el más bajo.*

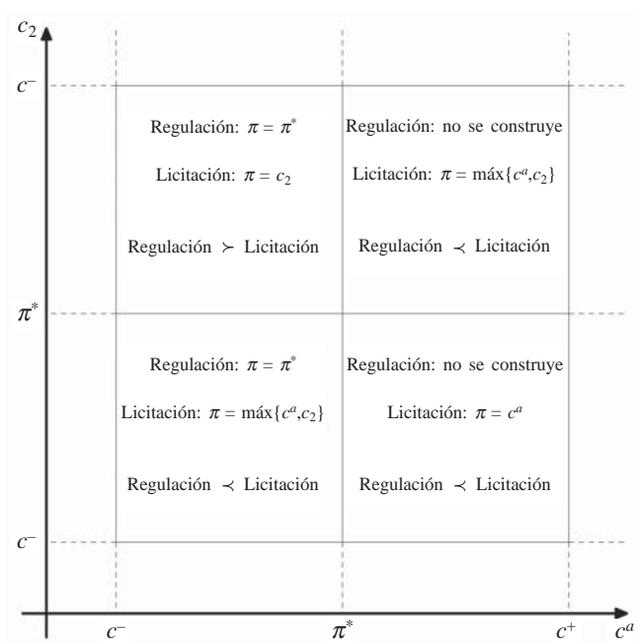
Resultado 2.5. *A medida que aumenta el número de empresas el peaje esperado cae, vale decir $\pi(n)$ es decreciente en n .*

Nótese que en el resultado 2.5 se sigue inmediatamente notando que el valor esperado del segundo costo más bajo es decreciente en el número de participantes

de la licitación. En adelante denotaremos al peaje que resulta de la licitación por $\pi(n)$, donde n es el número de empresas que participan en la licitación.

Ahora bien, ¿cuándo es mayor el excedente de los beneficiarios, con regulación o con licitación? Para contestar esta pregunta es conveniente suponer que $\phi = 0$, porque $\pi^*(0, v_s)$ maximiza $F(\pi)(v_s - \pi)$. De esta forma, estamos eligiendo el punto de comparación más exigente para la licitación. Y en ese caso, *a priori* no es claro cuál es mejor.

FIGURA 2
COMPARACION ENTRE LA REGULACION OPTIMA Y UNA LICITACION CON DOS COMPAÑIAS



Para apreciar por qué, llámese c^a al costo del transmisor actual, y c_2 al costo de la empresa que se agrega en la licitación. Como se muestra en la Figura 2, la licitación es mejor cuando $c^a > \pi^*(0, v_s)$ (con licitación la línea se construye) y cuando $\max\{c^a, c_2\} < \pi^*(0, v_s)$ (con licitación el peaje es menor). Sin embargo, si $c^a < \pi^*(0, v_s) < c_2$, es claro que *ex post* hubiese sido mejor regular, porque con licitación el peaje será mayor.

A continuación usaremos un resultado de Bulow y Klemperer (1996) para mostrar que el excedente esperado de una licitación inglesa, que hace competir a

dos empresas, es inambiguamente mayor que $F[\pi^*(0, v_s)] [v_s - \pi^*(0, v_s)]$. Vale decir, la pérdida esperada por aquellas ocasiones en que el peaje aumenta con una licitación (cuando $c^a < \pi^*(0, v_s) < c_2$) es menor que lo que se gana en valor esperado en el resto de los casos.

Proposición 2.6 (El poder de la competencia). *El excedente esperado que obtienen los beneficiarios en una licitación inglesa en que participan la empresa regulada y una empresa más es mayor que el excedente esperado cuando la empresa es regulada y el regulador no le teme a que la línea no se construya. Vale decir,*

$$v_s - E[\pi(2)] \geq F[\pi^*(0, v_s)] [v_s - \pi^*(0, v_s)],$$

donde $\pi(2) = \max\{c^a, c_2\}$. Por lo tanto, una licitación con dos empresas domina a la regulación óptima.

Demostración. En el Apéndice C se muestra que el excedente esperado si el peaje se regula es $E_{c^a}[\max\{v_s - CM(c^a), 0\}]$, mientras que el excedente esperado de una licitación inglesa es $E_{c^a, c_2}[\max\{v_s - CM(c^a), v_s - CM(c_2)\}]$. Ahora bien, para valores de c^a tal que $v_s \geq CM(c^a)$ es claro que el excedente esperado con una licitación inglesa es mayor. Considerar ahora valores de c^a tal que $v_s < CM(c^a)$. En ese caso comparamos $E_{c^a}[\max\{v_s - CM(c^a), 0\}] = 0$ con $E_{c^a, c_2}[\max\{v_s - CM(c^a), v_s - CM(c_2)\}]$ condicional a que $v_s < CM(c^a)$. Pero sabemos que $E_{c_2}[CM(c_2)] = c^+ \leq v_s$, luego $E_{c_2}[v_s - CM(c_2)] \geq 0$. Por lo tanto $E_{c^a, c_2}[\max\{v_s - CM(c^a), v_s - CM(c_2)\}] > 0$, lo que completa la demostración. ■

En vista que $E[\pi(n)]$ es decreciente en n , de la proposición se sigue lo siguiente:

Resultado 2.7 *Una licitación inglesa con $n \geq 2$ domina a la regulación óptima.*

Ahora bien, la licitación de líneas de transmisión en Argentina se conoce por sobre cerrado, primer precio. Vale decir, las empresas ponen su oferta de peaje en un sobre, se adjudica la línea quien haga la menor oferta, y el peaje que recibe el ganador es su oferta. Se puede demostrar que en una licitación de ese tipo la oferta óptima de una empresa que no sea beneficiaria y cuyo costo es c es la esperanza del segundo costo más bajo, condicional a que c sea el costo más bajo –igual que el peaje esperado en una licitación inglesa. De esto se sigue el siguiente resultado:

Resultado 2.8 *El peaje esperado en una licitación de sobre cerrado, primer precio en que no participan los beneficiarios es igual a la esperanza incondicional del segundo costo más bajo, equivalente al de una licitación inglesa.*

Es innecesario demostrar este resultado, porque es una aplicación directa del conocido “teorema de la equivalencia de ingresos” (*revenue equivalence theorem*; véase Myerson, 1981 y Klemperer, 1999). De esto se sigue inmediatamente lo siguiente:

Corolario 2.9 *La licitación de líneas argentina domina a la regulación.*

Nótese que en estricto rigor hemos demostrado el corolario sólo en el caso que los beneficiarios no participan en la licitación. Pero, como veremos a continuación, cuando se permite que los beneficiarios participen en la licitación el excedente esperado es aun mayor.

2.4 El rol de los beneficiarios

La particularidad adicional de la licitación argentina es que los beneficiarios participan y *construyen* el proyecto si nadie ofrece un canon más bajo. Se podría pensar a primera vista que esta posibilidad no cambia el análisis de la subsección anterior –si el costo de los beneficiarios sale de la misma distribución, la función que relaciona la postura con su valoración en la licitación debiera ser la misma que la del resto de las empresas–; sin embargo, a continuación mostraremos que, aun en la licitación inglesa, y contrario a las empresas, a los beneficiarios les conviene ofertar un peaje por debajo de su costo. Haciéndolo obtienen un peaje aun menor en valor esperado y pueden implementar la licitación óptima dada la alternativa que tienen de construir la línea a costo c^b .

Procedemos en la siguiente secuencia. Primero estudiamos el equilibrio de una licitación inglesa si participan los beneficiarios. Luego usamos el teorema de la equivalencia de ingresos para demostrar que la licitación argentina de líneas de transmisión es equivalente a una licitación inglesa. Las demostraciones están en el Apéndice C.

Una licitación inglesa en que participan los beneficiarios. Partamos considerando una licitación inglesa en que sólo participan los beneficiarios y la empresa actual. Es obvio que la postura óptima del transmisor actual es su costo c^a . Por otro lado, si los beneficiarios saben que su costo es c^b , maximizan su utilidad cuando su postura es:

$$\pi^b \equiv \arg \max_{\pi} \{F(\pi)(v_s - \pi) + [1 - F(\pi)](v_s - c^b)\}.$$

La condición de primer orden de este problema cumple que

$$f(\pi^b)(c^b - \pi^b) - F(\pi^b) = 0,$$

de donde se sigue que

$$\pi^b = c^b - \frac{F(\pi^b)}{f(\pi^b)} \equiv \text{CM}^{-1}(c^b). \quad (2)$$

Nótese que $\pi^b < c^b$, por lo tanto, a veces la línea la construyen los beneficiarios, a pesar de ser ineficiente. ¿Por qué su postura óptima no es simplemente c^b ? A los beneficiarios le conviene arriesgar que la línea no la construya otra empresa si su costo es algo más bajo que c^b , a cambio de pagar un peaje considerablemente más bajo cuando el costo del resto de las empresas es considerablemente más bajo que c^b . En este sentido, actúan muy parecido a un regulador que se puede comprometer creíblemente a no hacer la línea, pero con varias diferencias importantes: primero, si en la licitación participan los beneficiarios la línea siempre se construye; segundo, el peaje máximo π^b es independiente del valor de la línea v_s , precisamente, porque los beneficiarios siempre construyen la línea; tercero, el peaje máximo es mayor a medida que crece c^b ; por último, cuando los beneficiarios participan pueden implementar una licitación óptima dado su costo, c^b .

En el Apéndice C (Lema C5) mostramos que en una licitación inglesa en que participan n empresas la postura óptima de los beneficiarios sigue siendo $CM^{-1}(c^b)$, independiente de n . Por lo tanto, la expresión (2) es general:

Lema 2.10 *En una licitación inglesa la postura óptima de los beneficiarios es función únicamente de c^b y no del número de empresas que participa en la licitación. Más aun, si la postura de los beneficiarios es $CM^{-1}(c^b)$ la licitación inglesa es óptima.*

Demostración. Véase el Apéndice C.

La licitación argentina cuando participan los beneficiarios. Ahora bien, la licitación argentina es una de sobre cerrado, primer precio. En general, a las empresas ya nos les conviene postular con su costo, sino hacer una oferta mayor, porque sólo así obtendrán utilidades si se adjudican la línea. Sin embargo, ¿cuánto por encima del costo será la oferta?

Nuevamente, podemos usar el teorema de la equivalencia de ingresos. Éste permite deducir (véase el Apéndice C) que la oferta óptima de la empresa i es:

$$E_{c_{-i}, c^b} \left[\min \{ c_{-i}, CM^{-1}(c^b) \} \right] c_i, \quad c_i \leq \min \{ c_{-i}, CM^{-1}(c^b) \}.$$

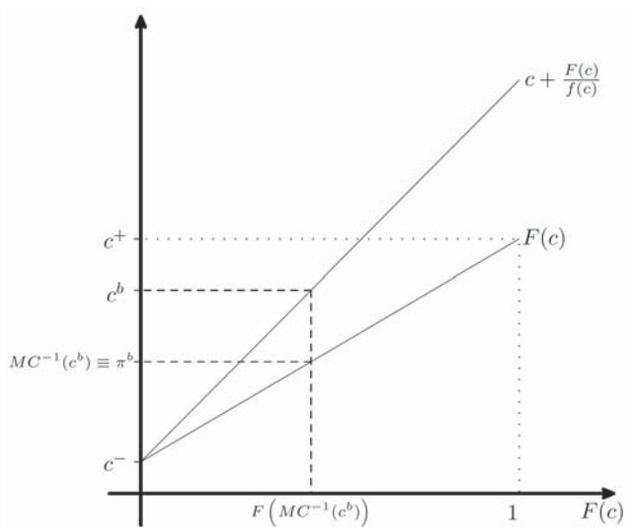
Vale decir, cuando el costo de la empresa i es c^i , su oferta es igual al valor esperado del segundo costo más bajo condicional a que c^i es el costo más bajo, —exactamente igual al peaje esperado que recibe la empresa i cuando su costo es c^i y se adjudica la línea en una licitación inglesa.

Por otro lado, se puede demostrar que a los interesados les conviene postular con la siguiente oferta:

$$E_{c_{-i}, c^b} \left[\min \{ c_{-i}, CM^{-1}(c^b) \} \right] c_i = CM^{-1}(\bar{c}^b) \leq \min \{ c_{-i}, CM^{-1}(c^b) \}.$$

Como se muestra en la Figura 3, cuando el costo de los interesados es \bar{c}^b , les conviene actuar tal como la empresa cuyo costo es igual a $CM^{-1}(\bar{c}^b)$. En otras

FIGURA 3
 LOS BENEFICIARIOS PUEDEN IMPLEMENTAR LA LICITACION OPTIMA PARA CADA c^b



palabras, los interesados ajustan su oferta para que la línea se adjudique sólo a empresas cuyo costo es a lo más $CM^{-1}(\bar{c}^b)$, exactamente igual que con la licitación inglesa. Por lo tanto, la línea se adjudica igual que si se usa una licitación inglesa, de lo que se sigue el principal resultado de nuestro trabajo:

Resultado 2.11 *Cuando los beneficiarios participan la licitación argentina es equivalente a la licitación inglesa y, por lo tanto, es óptima.*

Demostración. Véase el Apéndice C, Lema C.7.

En conclusión, la licitación argentina es óptima participen o no los beneficiarios.

2.5 Licitaciones vs. regulación

Ahora podemos usar los resultados para comparar licitaciones y regulación. En esencia, una licitación como la argentina, en que participan los beneficiarios, es superior a la regulación por tres razones.

La primera es “obvia”, una vez sabido el resultado de Bulow y Klemperer (1996): la licitación introduce competencia y eso lleva a un peaje esperado más bajo, aún si el regulador puede comprometerse creíblemente a no construir la línea.

Segundo, la licitación elimina las rentas que la empresa regulada obtiene, porque para el regulador es costoso que la línea no se haga. En algún sentido, la licitación le devuelve al regulador el poder de negociación que éste pierde por su incapacidad de soportar que un proyecto anunciado no se haga.

Tercero, y algo más sorprendente, la participación de los beneficiarios permite implementar una licitación óptima contingente al costo que pagarían los beneficiarios por construir el proyecto. Esta licitación óptima tiene la particularidad que la línea siempre se construye –contrario a un regulador, que necesita comprometerse a no construir la línea si quiere extraerle excedente a la empresa.

III. Transmisión en Argentina y la Cuarta Línea del Comahue

En esta sección describimos brevemente el mecanismo argentino de expansión de la transmisión, el proyecto de la cuarta línea del Comahue y la licitación que se usó para adjudicar la línea.

3.1 El mecanismo de expansión de la transmisión en Argentina

Las empresas de transmisión argentinas no están obligadas a invertir para acomodar los aumentos de la demanda, y por eso se han establecido cuatro mecanismos para decidir expansiones de capacidad.⁸ Dos de ellos –las ampliaciones para mejoras de calidad y las ampliaciones menores– son pertinentes para proyectos pequeños.⁹ El tercero, los contratos entre partes, se aplica cuando el beneficiario es uno solo. Con esta modalidad se han hecho varios proyectos de interconexión internacional, tales como la línea Itá-Garabí entre Brasil y Argentina, y la línea Interandes que interconecta Termoandes en Salta con el sistema chileno. El cuarto, el así llamado “concurso público”, se utiliza cuando las expansiones superan cierto tamaño.¹⁰

El procedimiento que conduce al concurso público, y que se siguió para ampliar la cuarta línea del Comahue, consiste en cinco pasos:

- Un grupo de *solicitantes* (generadores, distribuidores o grandes clientes) interesado en que se construya una nueva línea solicita autorización para construirla al transportista al que se conecta. La solicitud describe el proyecto e indica ya sea: (i) un canon anual máximo, tal que si nadie ofrece algo menor, el proyecto se cancela; (ii) o bien, un canon anual al que un transportista se compromete a construir la línea –el así llamado contrato de operación y mantención (COM).
- La transportista traslada la petición al Ente Nacional Regulador Argentino (ENRE), quien estudia el proyecto y compara el valor presente neto del costo esperado de abastecimiento sin proyecto con el valor presente neto con proyecto, incluidos el costo de mantención, operación e inversión de la nueva línea. También fija el canon anual máximo.

- La Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista (CAMESSA) determina los *beneficiarios* de la línea. Se define como beneficiario a todo generador cuya inyección aumenta el flujo de la nueva línea en condiciones normales de operación; y a todo distribuidor o gran cliente cuyo retiro aumenta el flujo en la línea en condiciones normales de operación. Para calcular la participación de cada beneficiario se utiliza el método de las áreas de influencia. Esta participación determina el número de votos que cada agente tendrá en la audiencia pública.
- El ENRE llama a una audiencia pública, en que se escucha a los afectados por el proyecto y los beneficiarios votan su aceptación o rechazo. Para rechazar el proyecto sin justificación, basta con que se opongan beneficiarios con el 30% de los votos.
- Si el proyecto se aprueba en la audiencia pública, los beneficiarios solicitantes, quienes pasan a ser los comitentes del futuro contrato COM, llaman a licitación internacional. La licitación se adjudica de la siguiente forma: (i) si se optó por la modalidad canon máximo, la línea se le asigna a quien ofrezca el menor canon anual por 15 años, con tope igual al canon máximo. Si no aparecen postulantes con ofertas menores que el canon máximo, se declara desierta la licitación y el proceso termina. (ii) Si se optó por la modalidad contrato COM, la línea se le adjudica a quien haya ofrecido el menor canon, siempre y cuando éste esté por debajo del 85% del ofrecido en el contrato COM. Si la menor oferta está por encima del 85%, la empresa que ofreció el contrato COM y la empresa que hizo la mejor oferta tienen derecho a mejorar sus ofertas. La línea se le asigna a la menor oferta final.

Una vez construida la línea, el dueño le cobra el canon licitado a los beneficiarios de la línea por 15 años, período a partir del cual cobra la remuneración definida para el resto de las instalaciones.

3.2 La cuarta línea del Comahue

El proyecto de ampliación del corredor Comahue-Buenos Aires, conocido como la cuarta línea, fue motivado por la instalación de 1.700 MW de potencia hidráulica en la zona del Comahue, en el Norte de la Patagonia Argentina luego de la privatización del sector eléctrico en 1993. Por esa razón se comenzaron y retomaron diversos estudios que se habían detenido durante la profunda crisis económica argentina de fines de los años 80. Los proyectos estudiados pretendían maximizar la potencia transmitible por las tres líneas existentes manteniendo o mejorando la seguridad del sistema interconectado y, mediante nuevas inversiones, aumentar la capacidad de transmisión del corredor.

Para optimizar el sistema existente se diseñó un conjunto de refuerzos de las líneas existentes y se mejoraron los elementos de control y estabilización eléctricos. Estos equipamientos fueron instalados paulatinamente y al momento de la entrada en operación de la cuarta línea en 1999 la capacidad del corredor Comahue-Buenos Aires era de 3.300 MW.

Considerando los 3.300 MW como base, existían varias alternativas de ampliación. Los estudios mostraron que lo más conveniente era construir una línea en corriente alterna de 500 kV y alrededor de 1.300 km, que parte en Piedra del Aguila y se interconecta al sistema en las subestaciones Choel Choel, Bahía Blanca, Olavarría y Abasto. Esta alternativa seguía la traza estudiada casi diez años antes por la empresa Hidronor y permitía transmitir hasta 4.600 MW durante el período de demanda máxima, sin necesidad de botar carga aun ante la peor falla simple posible.¹¹ En el resto de las horas el sistema resultaba estable aun ante fallas dobles transmitiendo 4.550 MW, equivalentes al 55 por ciento de la demanda del Sistema Interconectado Argentino.

Rechazo y nueva solicitud. La primera solicitud para construir la cuarta línea fue presentada el 2 de septiembre de 1994 por las empresas Hidroeléctrica El Chocón S.A. e Hidroeléctrica Alicurá S.A., que representaban a la sazón algo más del 30% de los beneficiarios (véanse los Cuadros 1 y 2). Posteriormente, el 24 de noviembre, se adhirió la empresa Turbine Power Co. S.A. La ampliación fue solicitada bajo la modalidad de concurso público con una oferta de contrato de construcción, operación y mantención (contrato COM), cuyo canon era US\$ 54,6 millones anuales para los primeros tres años y medio y US\$ 61,4 millones para el resto del período (valores sin IVA). Tenesa era el interesado en convertirse en transportista independiente.

El 17 de febrero de 1995 la solicitud fue tratada en una audiencia pública, y se opusieron las empresas Hidroeléctrica Piedra del Aguila, Hidroeléctrica Cerros Colorados y Central Térmica Alto Valle. Con su oposición vetaron el proyecto, porque en conjunto representaban el 34,18% de los votos. Posteriormente, Capex y Central Neuquén adhirieron al rechazo, aumentando el porcentaje de oposición a más de 50% y el ENRE rechazó la solicitud definitivamente el 28 de marzo de 1995. En realidad, si bien estas empresas estimaban que era necesario ampliar la línea, encontraron excesivo el canon propuesto por el contrato COM y aparentemente no confiaban que de la licitación resultara uno sustantivamente menor.

Al rechazo le siguieron poco más de un año de negociaciones entre los beneficiarios que habían solicitado la ampliación en 1994 y los que se opusieron, período durante el cual se modificaron varios aspectos de la normativa, permitiendo nuevas formas de licitación. El defecto de la licitación con un contrato COM es que le da una suerte de primera opción a la transportista que acompaña la solicitud, la que se ejerce si no aparece una mejor oferta en la licitación. Si esta opción propone un peaje demasiado alto, tal como estimaron algunos “beneficiarios”, quienes pierden con el proyecto se ven forzados a financiarlo. Por eso, se introdujo la opción de canon máximo, tal que si ninguna oferta es menor, la línea no se hace. Adicionalmente, se permitió usar los fondos acumulados por congestión (la así llamada cuenta SALEX) como anticipo de pago de peajes. Por lo tanto, se adelantó la liberación de dichos fondos, que con la normativa anterior sólo podían usarse a partir del pago de la primera cuota de canon.

En mayo de 1996 el denominado Grupo de Generadores de Electricidad del Area del Comahue (GEEAC) presentó nuevamente una solicitud de ampliación.¹²

CUADRO 1
CRONOLOGÍA DE LA LICITACION

Fecha	Evento
02/09/1994	Grupo de generadores acuerda solicitar ampliación de la línea Comahue-Buenos Aires
17/02/1995	Audiencia Pública
28/03/1995	Se rechaza la solicitud
07/05/1996	Grupo de generadores acuerda solicitar nueva ampliación de la línea Comahue-Buenos Aires
20/05/1996 Mayo a septiembre	GEEAC solicita a Enre que evalúe la ampliación de la línea. Enre estudia al proyecto Enre convoca a Audiencia Pública (Resoluciones Enre N°441/96 y N°525/96)
03/09/1996	Solicitantes y Transener llegan a acuerdo
25/09/1996	Audiencia Pública
24/10/1996	Se emite el certificado de conveniencia y necesidad pública de la ampliación Resolución Enre N°613/96, acta N°285
22/05/1997	Se llama a licitación
27/10/1997	Licitación
12/11/1997	Adjudicación Resolución Enre N°1028/97, acta N°367

CUADRO 2
BENEFICIARIOS

Empresa	% de pago del canon
Hidroeléctrica Alicurá	13.94
Hidroeléctrica El Chocón	16.31
Hidroeléctrica Piedra del Aguila	27.42
Hidroeléctrica Cerros Colorados	4.86
Ente Ejecutivo Presa Casa de Piedra	0.96
Pichi Picún Leufú	4.29
Central Puerto	7.22
Central Térmica Alto Valle	1.43
Capex	8.81
Eseba Generación	5.51
Central Térmica Filo Morado	0.92
Turbine Power Co.	2.15
Eseba Distribución	3.98
Edenor	0.11
Edesur	1.49
Ederesa	0.02
Edelap	0.58

El proyecto consistía en una línea de 500 kV conectando las estaciones transformadoras de Piedra del Aguila y Abasto, pasando por las instalaciones de Choel Choel, Bahía Blanca y Olavarría; es decir, el mismo proyecto que había sido rechazado en la audiencia anterior. La diferencia era que esta vez los solicitantes sumaban el 82,14% de los votos superando el límite de 70% necesario para evitar un veto. La solicitud fijó el canon anual máximo en US\$ 43.666.667 más el Impuesto al Valor Agregado (IVA), a ser pagado durante 15 años. La remuneración a la transportista independiente que se adjudicase la obra se completaba con US\$ 80 millones a recibir durante la etapa de construcción, provenientes de la subcuenta de excedentes por restricciones a la capacidad de transporte (SALEX). Los valores anteriores se basaban en que a dicha fecha la subcuenta SALEX contaba con fondos suficientes para asegurar que a la fecha de inicio de la construcción se contaría con al menos la cantidad solicitada como adelanto.¹³

Antes de seguir es conveniente explicar cómo calcularon el canon máximo los solicitantes. Para ello simularon los resultados financieros de un transportista independiente cuyo objetivo era construir, operar y mantener esta cuarta línea considerando un horizonte de treinta años. Este ejercicio entregó el valor de canon-techo propuesto, el que redituaba una tasa interna de retorno de 12,55% real para el accionista del futuro transportista.

La pugna entre transportistas. Considerando que la nueva solicitud reflejaba el amplio consenso entre beneficiarios y que el canon máximo propuesto, junto con el adelanto de fondos de la cuenta SALEX, eran valores atractivos, se pensaba que este proceso adquiriría una gran velocidad, lo que en la práctica no fue así.

A partir de la solicitud (mayo de 1996) y ante la certeza de que el proyecto se materializaría, Transener comenzó a ser un actor relevante en el proceso. En efecto, en una ampliación la transportista existente desempeña al menos los siguientes roles:

- *Contraparte:* como concesionario del servicio público de transporte de energía eléctrica al que se vincula la ampliación, debe emitir su opinión sobre los aspectos técnicos relevantes del proyecto.
- *Operador:* como operador del sistema existente, debe seguir operando y manteniendo las instalaciones existentes a las que se vincula el nuevo proyecto, rol que la reglamentación no delimitaba claramente a la fecha de la solicitud.
- *Otorgador de la licencia técnica:* el transportista existente otorga la licencia técnica que rige las condiciones de construcción, operación y mantención de las nuevas instalaciones.
- *Supervisor:* es el encargado de supervisar la nueva obra en todas sus etapas: construcción y operación.
- *Competidor:* es un posible oferente en la licitación para elegir al nuevo transportista independiente.

La primera negociación entre el GEEAC y Transener trató de los aspectos técnicos del proyecto. Transener actuó en su rol de contraparte y se debieron

delimitar los aspectos técnicos que eran de competencia del nuevo proyecto. Como se desprende de la Resolución ENRE 613/96, después de aproximadamente tres meses, las partes le comunicaron al ENRE el 3 de septiembre de 1996 que habían acordado los puntos de conflicto. Esto le permitió al ENRE convocar a la audiencia pública que finalmente se hizo el 25 de septiembre de 1996.

Como se esperaba, en dicha audiencia sólo se opuso Eseba Generación, argumentando que por su posición geográfica no se beneficiaría en la misma proporción a los pagos que le correspondían. Esta oposición fue desechada por el ENRE. Pero lo más interesante de la audiencia es que en ella emergieron los conflictos de interés de Transener, particularmente en lo que se refiere a sus roles de operador, otorgador de la licencia técnica y posible oferente.

En efecto, uno de los posibles transportistas independientes, Litsa-Cartelone, argumentó que el procedimiento debía ser tal, que sólo compitieran firmas que estuvieran en igualdad de condiciones, sin que se crearan ventajas de hecho o derecho que colocaran en situaciones de preferencia a uno o más de los posibles interesados en presentar ofertas. Esto, según Litsa-Cartelone, se lograría excluyendo de la licitación a las partes que tuvieran conflictos de intereses, en este caso Transener.

Parte de las preocupaciones de Litsa-Cartelone eran justificables. En particular, era esperable que Transener intentara imponer condiciones técnicas discriminatorias que excedieran aquellas establecidas en el contrato de la concesionaria de servicios de transmisión para aumentar los costos de sus rivales. Justificadamente, Litsa-Cartelone estimaba que estas condiciones técnicas no podían ser distintas de aquéllas impuestas por las licencias ya otorgadas, salvo circunstancias objetivas y verificables que lo justificaran. Pero parece evidente que Litsa-Cartelone también quería excluir a Transener simplemente para eliminar a un competidor.

El 24 de octubre de 1996 el ENRE aprobó la solicitud de ampliación y el canon máximo propuesto por los solicitantes (Resolución 613/96) y otorgó el Certificado de Conveniencia y Necesidad Pública; también autorizó la asignación de los fondos de la cuenta SALEX al proyecto. En ese momento, comenzó la segunda negociación entre el GEEAC y Transener, que esta vez actuaba como otorgador de la licencia técnica. Visto el interés de Transener de participar en la licitación, no es muy sorprendente que intentara imponer que el mantenimiento del equipamiento de la nueva línea que se instalara en las subestaciones existentes debía ser hecho por ella. Esto dejaba a los competidores en una situación incómoda, porque debían elegir entre construir equipamiento nuevo para conectarse –un costo que Transener como transmisor no tenía que incurrir– o usar el existente contratando el servicio. El problema de la segunda alternativa era que en ese momento la reglamentación no decía nada sobre cómo fijar tarifas y Transener lo interpretaba como un servicio no regulado. GEEAC se dio cuenta que si Transener quedaba libre para fijar dichas tarifas, la competencia en la licitación sería menos intensa. Aun cuando GEEAC deseaba la mayor cantidad de oferentes, llegó a pensar que la manera de lograr lo anterior era excluyendo a Transener de la lici-

tación. Por lo mismo, la negociación demoró bastante más que la anterior y recién en marzo de 1997 (seis meses después de la aprobación), el ENRE dictó la Resolución 227, donde determinaba que la operación y mantenimiento de las subestaciones existentes afectas al proyecto de la Cuarta Línea serán efectuados por Transener, siempre que se “enmarquen en los lineamientos del proyecto de referencia”, entendido como tal, el proyecto aprobado en la solicitud, y definiendo los cargos asociados a dichos servicios. Posteriormente, el 19 de mayo de 1997 el ENRE convocó a una audiencia de partes, se acordó que Transener podía participar en la licitación, pero se incluyó una alternativa de proyecto que permitía que la transportista independiente realizara por sí misma la operación y mantenimiento de todos los componentes del proyecto.¹⁴ En virtud de este acuerdo, el 22 de mayo el ENRE dictó la Resolución 525/97 aprobando el pliego presentado por el GEEAC.

Este no fue el final del proceso, porque nuevamente Litsa-Cartelone intentó excluir a Transener, esta vez presentando un cuestionamiento ante el ENRE. Argumentó que Transener gozaría de ventajas tributarias si no constituía una sociedad de giro exclusivo para participar en la licitación y que, en cualquier caso, era técnicamente inconveniente e incluso imposible que dos operadores distintos coexistieran. Sin embargo, el 6 de agosto de 1997 el ENRE rechazó la petición (Resolución ENRE 742/97).

Como puede verse, en esta etapa se produjo una pugna entre Transener y los potenciales entrantes. Por un lado, Transener intentó incluir reglas que le aumentaran los costos a los competidores y, por el otro, los potenciales entrantes intentaron excluir a Transener buscando menos competencia en la licitación. Sin embargo, finalmente la disputa se resolvió de la manera más favorable para la licitación, permitiendo la participación de todos los actores, adecuándose y complementándose la normativa para ello.

La última parte de este proceso, y quizás la menos conocida, es la que se vivió al final de la licitación, cuando Transener y los entrantes ya habían agotado las instancias regulatorias para que se incluyeran sus argumentaciones en el pliego. Dado que la licitación consideraba una precalificación técnica previa a la apertura del sobre con oferta económica, Transener presentó argumentos para descalificar alguna de las opciones técnicas presentadas por Litsa-Cartelote, proceso que debía ser resuelto por el GEEAC.¹⁵ Finalmente, no se descalificó ninguna de las opciones y se tuvo el exitoso resultado que describimos a continuación.

3.3 El resultado: licitaciones vs. regulación nuevamente

El Cuadro 3 muestra las ofertas hechas en la licitación. La línea se la adjudicó Transener con un peaje anual de US\$ 24,52 millones, pero el rango de ofertas es amplio y llega hasta los US\$ 39,47 millones ofrecidos por Atalaya Energy, el consorcio formado por los beneficiarios del proyecto. En cualquier caso, la competencia se aprecia estrecha: el consorcio Líneas de Transmisión del Comahue hizo ofertas apenas mayores que la ganadora.

CUADRO 3
OFERTAS EN LA LICITACIÓN
(CANON ANUAL, EN MILES DE DÓLARES, SIN IVA)

Consortio	Oferta
Atalaya Energy	39.469
Compañía Transportadora de Electricidad del Comahue	38.000
Transener	24.521
	24.832
	25.521
Líneas de Transmisión del Comahue (Litsa-Cartelone)	27.800
	27.170
	27.000
	27.130
	26.500
	26.320
	25.666
	24.999

Fuente: Resolución ENRE N° 1028/97, acta N° 367.

Nuestro modelo puede utilizarse para estimar una cota inferior del ahorro de peajes debido a la licitación. Para apreciar cómo, partamos notando que:

$$\pi^*(\phi, v_s) = \max\{CM^{-1}(v_s + \phi), c^+\} \geq CM^{-1}(c^+) \geq CM^{-1}(\bar{c}^b);$$

la primera desigualdad se sigue porque $v_s + \phi \geq c^+$; la segunda, porque $c^+ \geq \bar{c}^b$. Al mismo tiempo, sabemos que en la licitación el beneficiario actúa como la empresa cuyo costo es $CM^{-1}(\bar{c}^b)$. Ahora bien, si $\bar{c}^b = c^+$, entonces

$$\pi^b(c^+) = CM^{-1}(c^+),$$

independientemente del tipo de licitación de que se trate. La razón es que $CM^{-1}(c^+)$ es la empresa independiente más costosa que posiblemente puede ganar una licitación. La compatibilidad de incentivos implica que es óptimo no darle renta alguna. Por último, $\pi^b(c^+) \geq \pi^b(\bar{c}^b)$, de donde se sigue que $\pi^*(\phi, v_s) \geq \pi^b(\bar{c}^b)$. Luego, si π^{ganador} es la oferta del ganador en la licitación,

$$\pi^*(\phi, v_s) - \pi^{\text{ganador}} \geq \pi^b(\bar{c}^b) - \pi^{\text{ganador}}$$

y $\pi^b(\bar{c}^b) - \pi^{\text{ganador}}$ es una cota inferior del ahorro debido a haber licitado la línea, se puede concluir lo siguiente:

Resultado 3.1 *Si en Argentina la línea se hubiera regulado óptimamente, el peaje hubiera sido a lo menos 61% más alto (US\$ 39,47 millones contra US\$ 24,52 millones).*

En la práctica, es probable que una vez aprobado un proyecto un regulador no pueda dar marcha atrás. En ese caso el peaje regulado hubiera sido igual a c^+ . Aunque no podemos estimarlo con la información que se obtiene de la licitación, es claro que el peaje hubiera sido a lo menos tan alto como los US\$ 39,47 ofertados por el consorcio formado por los beneficiarios. Por eso, el Resultado 3.1 es una estimación, conservadora de cuánto más hubieran pagado por la línea de transmisión, si Transener hubiera sido monopolio por ley designado para construir la línea y su peaje hubiera sido regulado.

3.4 ¿Quién debe decidir si una línea se hace o no?

Una vez que se decide licitar, se puede argumentar que el mecanismo argentino permite obtener los peajes esperados más bajos posibles habida consideración que la información es asimétrica. Sin embargo, se ha dicho que uno de los defectos del mecanismo de expansión de la transmisión en Argentina es el derecho a veto del 30% de los beneficiarios.¹⁶ Como se vio, la cuarta línea del Comahue se propuso por primera vez en 1994, pero su construcción se aprobó solamente en agosto de 1997.

Es sabido desde hace un tiempo que con el mecanismo de votación argentino no se hacen necesariamente todos los proyectos socialmente deseables y también que, por el contrario, a veces se aprueban proyectos socialmente no rentables (véase Chisari *et al.*, 2001). Sin embargo, nos parece a lo menos implausible argumentar que el “retraso” de la cuarta línea se haya debido a generadores intentando bloquear un proyecto socialmente rentable que privadamente les perjudicaba. Antes bien, la secuencia de hechos recién narrada sugiere que el mecanismo permitió que una línea se hiciera por mucho menos.

Para comenzar, la primera postergación debida al veto de algunos generadores puede atribuirse a que el proyecto inicial era caro. Esto no sólo se desprende de la diferencia entre el canon propuesto por el contrato COM y el que resultó de la licitación (poco menos de US\$ 60 millones contra US\$ 25 millones); también se concluye lo mismo comparando el contrato COM propuesto y la oferta máxima de la segunda solicitud.

Un ejercicio simple consiste en comparar el valor presente de los peajes que pagan los beneficiarios con el canon propuesto en el contrato COM (primera solicitud) con el canon máximo más el adelanto de fondos SALEX (segunda solicitud); para calcular los valores presentes se usó una tasa de descuento de 10%.¹⁷ Este ejercicio indica que el costo implícito en el canon del contrato COM era US\$ 370,1 millones, mientras que con el canon máximo el costo era US\$ 346,5 millones –es decir, la segunda solicitud se preveía un proyecto US\$ 23,6 millones más barato (6,3%). El que casi todos los generadores aprobasen el segundo proyecto, mas no el primero, al menos sugiere que el umbral que hacía el proyecto

socialmente rentable estaba en esas magnitudes. A menos que el beneficio privado de quienes votaron a favor en la primera audiencia haya sido muy grande es a lo menos plausible afirmar que la primera propuesta podría no haber sido socialmente rentable. Por supuesto, si consideramos el valor final que resultó de la licitación, concluimos que el proyecto definitivo resultó US\$ 144 millones más barato, 40% de menor costo en valor presente, una magnitud apreciable y que sugiere que la postergación fue socialmente conveniente. Estas magnitudes son importantes e indican que es conveniente que quienes pagan la línea sean los que finalmente deciden si se construye o no.¹⁸

Por último, como vimos, una vez aprobada la línea las postergaciones posteriores se debieron principalmente a que los transmisores trataron de influir en las reglas para que la licitación fuera menos competitiva. Pero esta demora valió la pena, porque el conjunto de reglas que resultó es el apropiado: se le permite participar a los beneficiarios y al transmisor existente en la licitación, pero se le obligó a Transener a proveer acceso en condiciones no discriminatorias a sus instalaciones.

IV. Conclusión: Una Evaluación de la Ley Corta

En este trabajo mostramos que es posible y conveniente licitar competitivamente las expansiones del sistema de transmisión. La licitación de la cuarta línea del Comahue sugiere que, de haberse aprobado la versión original de la ley corta, las rentas que hubieran quedado en los bolsillos de un transmisor regulado hubieran sido considerables. De hecho estimamos que el peaje hubiera sido a lo menos 61% más alto, si la cuarta línea del Comahue se le hubiera asignado sin competencia al transmisor actual (Transener). Como se dijo anteriormente, ésta es una estimación conservadora del ahorro de peajes que se materializó debido a la competencia. Para concluir describimos brevemente las disposiciones relevantes en la ley corta y evaluamos qué tan cercanas están del ideal que permite materializar las ganancias de la competencia que han sido descritas en este trabajo.

El procedimiento para ampliar las líneas de transmisión y fijar peajes es el siguiente:

- Cada cuatro años se hace un estudio que fija el valor de inversión de las instalaciones existentes, el sistema troncal y el área de influencia común (art. 71°-2). En dicha oportunidad, también se realiza un estudio de alternativas de expansión para distintos escenarios (art. 71°-2).
- Basándose en la información anterior, la Dirección de Peajes del CDEC realiza cada año un estudio de expansión. De acuerdo con el artículo 71°-27:

“Anualmente, la Dirección de Peajes del CDEC analizará la consistencia de las instalaciones de desarrollo y expansión del sistema troncal contenidas en las letras b) y c) del informe técnico de la Comisión Nacional de Energía, [...], con los desarrollos efectivos en materia de inversión en generación eléctrica, interconexiones y la evolución de la demanda, [...] y emitirá una propuesta a la Comisión Nacional de Energía.

[...] La propuesta presentará, fundadamente, las obras que deberán realizarse o iniciarse en el período siguiente para posibilitar el abastecimiento de la demanda, considerando las exigencias de calidad y seguridad vigentes, [...], o la no realización de obras en ese período. Además, podrá considerar tanto los proyectos de transmisión troncal contemplados en el estudio de transmisión troncal o los que, sin estarlo, se presenten a la Dirección de Peajes del CDEC por sus promotores.

La Dirección de Peajes deberá acompañar la opinión que sobre las obras propuestas expresen los operadores del sistema de transmisión troncal y los usuarios que hacen o harán uso de dicho sistema y que percibirán un aumento neto de pagos por transmisión en razón de la incorporación de las nuevas instalaciones, indicando los porcentajes del aumento del costo de peaje que les correspondería pagar a cada uno de ellos por cada una de las obras propuestas, en el horizonte de tiempo que señale el reglamento.

La Comisión, [...], presentará el plan de expansión para los doce meses siguientes. Los participantes y los usuarios e instituciones interesadas referidos en los artículos 71ba-11 y 71ba-13, dispondrán de diez días para presentar sus discrepancias al panel de expertos, el que emitirá su dictamen en el plazo de treinta días.

Si no se presentaren discrepancias, o una vez emitido el dictamen del panel de expertos, el Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción, [...] y sobre la base de la recomendación de la Comisión o del dictamen del panel de expertos, según corresponda, fijará las expansiones del sistema de transmisión para los doce meses siguientes, [...].

- Una vez decidido que se debe construir una expansión, la Dirección de Peajes licita.¹⁹
- Por su parte, ante decisiones de ampliación de instalaciones existentes, la licitación la hace la empresa dueña de las instalaciones.²⁰ El costo de las obras se agrega al Valor de Inversión por cinco períodos tarifarios (20 años). A partir del quinto período, el valor de la ampliación se tarifica en el proceso regular.
- Las líneas nuevas (es decir, las expansiones del sistema) se licitan por menor canon o peaje.

De acuerdo con el art. 71°-23:

“Cuando el decreto sobre adecuaciones al plan de expansión de la transmisión troncal, referido en el artículo 71°-27 identifique como troncales a proyectos de líneas y subestaciones troncales nuevas, los mismos serán adjudicados, mediante el proceso de licitación [...]. La licitación se resolverá según el valor anual de la transmisión por tramo que oferten las empresas para cada proyecto y sólo se considerarán de manera referencial el V.I. y COMA definidos en el aludido decreto.

- El canon resultante de la licitación rige por cuatro períodos tarifarios (20 años). A partir del quinto el valor de la ampliación se tarifica en el proceso regular como instalación existente.²¹

Es evidente que la versión finalmente aprobada de la ley corta contiene avances sustantivos si se le compara con la versión inicial de mayo de 2002. En efecto, el regulador ya no planifica el sistema y el CDEC puede modificar el estudio de expansión que se hace cada cuatro años con motivo de la fijación de peajes. Esto permite adaptar el plan de expansión a los desarrollos del mercado. Pero más importante aún, las expansiones del sistema se licitarán por menor canon, lo que permitirá acercarse al mecanismo argentino. Este trabajo sugiere, y la experiencia argentina confirma que en las licitaciones debiera permitírsele participar a Transelec y a las empresas que se benefician con la construcción de las líneas.

¿Qué cosas se podrían haber hecho mejor? A nuestro juicio, no tiene mayor justificación distinguir entre ampliaciones de instalaciones existentes y expansiones –todos los proyectos debieran licitarse por menor canon y permitirse que sean ejecutados por terceros distintos al transmisor existente. A pesar que se mantuvo la distinción, es importante notar que el artículo 71^o-23 busca precisar qué es “ampliación” y qué es una línea nueva.²² Sin embargo, es importante que el reglamento incluya en la categoría de ampliaciones sólo a proyectos muy pequeños. La razón es que la obligación de licitar la construcción de las ampliaciones es un sustituto imperfecto de la licitación por menor canon por dos motivos: primero, las instalaciones existentes se remunerarán con una tasa del 10%, que a todas luces es excesiva;²³ esto será un incentivo casi incontrarrestable a que el transmisor amplíe todo lo que buenamente pueda. Por eso, el transmisor gana con un precio alto, porque retornará el 10% real. Segundo, el transmisor hará la licitación y tendrá la posibilidad de manipular las reglas para que resulte un costo más alto que en una licitación verdaderamente competitiva y abierta.

En relación a quién tiene el derecho a decidir si una línea se hace o no, como vimos, el proceso que llevó a la licitación de la cuarta línea del Comahue sugiere que lo más apropiado era entregarle el poder de decisión a quienes deben pagar la expansión, puesto que son los únicos agentes que tienen incentivos a filtrar proyectos que son muy caros. El proceso de licitación de la cuarta línea del Comahue también muestra que las decisiones tomadas por los beneficiarios evitaron que se hiciera un proyecto caro. En ese sentido, la evidencia revisada sugiere que la extensión del proceso, que algunos atribuyeron al veto de algunos beneficiarios, reflejó solamente que la primera solicitud proponía un proyecto que no era económicamente conveniente. La demora una vez que se aprobó el proyecto no se debió a la intervención de beneficiarios, sino a la pugna entre transportistas. Esta demora, sin embargo, permitió afinar la reglamentación para permitir que participara Transener resolviendo adecuadamente los conflictos de interés que su participación implicaba. El resultado final de la licitación indica que la demora fue el precio que se pagó por refinar el mecanismo regulatorio y, por lo tanto, no debiera volver a repetirse en el futuro. En cualquier caso, el resultado de la licitación indica que los supuestos costos de la postergación fueron más que compensados por sus beneficios.

La ley corta finalmente le entregó la decisión final de qué líneas se deben construir y ampliar al comité de expertos, y no le da poder de veto a quienes pagan. Éstos sólo pueden opinar, pero el comité no tiene obligación de hacerles

caso. Este es un sustituto imperfecto de la solución más apropiada, porque la decisión la toman agentes que no pagan por las líneas. En estas condiciones, sólo queda confiar en el buen criterio económico del panel de expertos.

Notas

- ¹ Sobre la discusión originada por el mecanismo de peaje véanse, por ejemplo, a Arellano y Serra (2004), Montero y Valdés (2004), Galetovic (2002), Galetovic y Muñoz (2004), y Galetovic y Palma (2004).
- ² Para un análisis del proyecto original véase Galetovic (2002).
- ³ Tener todo el poder de negociación es equivalente a ser capaz de hacer ofertas creíbles de “eso o nada”. Adicionalmente, una renta es una remuneración que percibe un factor productivo por sobre el costo de oportunidad de los recursos necesarios para producir.
- ⁴ Este resultado también es consistente con el de Laffont y Tirole (1993, cap. 7), quienes muestran que el solo hecho de subastar el derecho a ser monopolio morigera la asimetría de información, aun si posteriormente las tarifas se siguen regulando.
- ⁵ Véase también a Posner (1972), Stigler (1972).
- ⁶ Formalmente la función CM es idéntica a la curva de costo marginal que enfrenta un monopsonista (de ahí la notación).
- ⁷ El lector versado en la teoría de la regulación seguramente se preguntará por qué no es posible diseñar un mecanismo *à la Baron-Myerson*. La razón es que en la práctica el tamaño de la línea lo determinan las necesidades de transmisión. Siendo “ q ” exógeno, el único instrumento regulatorio es el peaje π y no se puede diseñar un mecanismo que al mismo tiempo le extraiga rentas al monopolio y garantice el servicio.
- ⁸ Para mayores detalles véanse, por ejemplo, Abdala y Chamboleyron (1999), Chisari *et al.* (2001) o ENRE (1999, capítulo 3).
- ⁹ Por ejemplo, las ampliaciones menores son proyectos de no más de US\$ 2 millones de dólares (ENRE, 2001, p. 57). De acuerdo a Enre (2001, cap. 3) entre 1994 y 2001 el valor promedio de una obra por contrato entre partes fue de US\$ 5,8 millones, mientras que la media de las ampliaciones menores fue de US\$ 730.000.
- ¹⁰ En el Apéndice 2 describimos con más detalle los mecanismos de ampliación.
- ¹¹ Esto se lograba con el apoyo de una desconexión adaptada a la falla del orden de 960 MW.
- ¹² El GEEAC estaba compuesto por Capex, Central Térmica Alto Valle, Hidroeléctrica Cerros Colorados, Hidroeléctrica Piedra del Aguila, Hidroeléctrica Alicurá, Hidroeléctrica El Chocón, Turbine Power Co., y Central Puerto.
- ¹³ En la práctica, entre la fecha de la solicitud y la de inicio de la construcción (1997) se siguió acumulando dinero en la cuenta, debido a las restricciones de transmisión. Por eso, finalmente se contó con fondos muy superiores a los US\$ 80 millones solicitados, los que sirvieron para pagar el canon de los primeros años.
- ¹⁴ El pliego permitía tres alternativas de contratación: (i) coincidencia total con el proyecto de referencia, es decir, conexión directa a las subestaciones existentes; (ii) conexión mediante extensión de barras y seccionadores, con instalaciones adyacentes a las existentes y provistas por el contratista; (iii) conexión con extensión de barras con interruptor en instalaciones provistas por el contratista, adyacentes a las existentes. Las opciones (i) y (ii) suponían que Transener operaría y mantendría las subestaciones existentes. Esta situación no ocurriría en la variante (iii), que le permitía al adjudicatario mantener y operar las instalaciones.
- ¹⁵ Parte de los integrantes del GEEAC formaron una transportista independiente propia para participar en la licitación, y por eso se abstuvieron de participar en la precalificación de las ofertas.
- ¹⁶ Un defecto adicional, discutido por Chisari *et al.* (2001) en que no todos los beneficiados votan en el proyecto.
- ¹⁷ En dicho cálculo se suponen dos años de construcción y el siguiente cronograma de avance del anticipo de US\$ 80 millones propuesto por el GEEAC para los dos años de construcción: 15,5% para el primer semestre; 70,7% el segundo semestre; 3,8% en el tercero y 10% en el cuarto semestre.

- 18 Por supuesto, en alguna circunstancia el poder de veto se podría utilizar para bloquear proyectos socialmente rentables que, sin embargo, no son privadamente convenientes para los “beneficiarios”. En el caso del Comahue es improbable que ello sea así, visto que el proyecto finalmente se hizo.
- 19 Según el art. 71°-24: “Corresponderá a la Dirección de Peajes del Centro Económico de Despacho de Carga respectivo, conforme a los plazos y términos establecidos en el reglamento, efectuar una licitación pública internacional de los proyectos [...]”.
- 20 Según el art. 71°-22: “En cualquier caso, las empresas de transmisión troncal, con la antelación que reglamentariamente se indique, deberán licitar la construcción de las obras a empresas calificadas, a través de procesos de licitación públicos, abiertos y transparentes, auditables por la Superintendencia, debiendo incluirse expresamente en las bases de la licitación que el V.I. de la ampliación licitada no podrá exceder en más de quince por ciento al V.I. referencial señalado para ella en el decreto respectivo.”
- 21 “El valor anual de la transmisión por tramo resultante de la licitación y su fórmula de indexación constituirá la remuneración de las nuevas líneas troncales y se aplicará durante cinco períodos tarifarios, transcurridos los cuales las instalaciones y su valorización deberán ser revisadas y actualizadas en el estudio de transmisión troncal correspondiente.” (art. 71°-23.)
- 22 “Se entenderá por nuevas líneas y subestaciones troncales todas aquellas obras calificadas como tales por el estudio de transmisión troncal o por el decreto indicado en el artículo 71ba-27, en consideración a la magnitud que defina el reglamento, nuevo trazado e independencia respecto de las líneas troncales existentes”.
- 23 Véase Galetovic (2002a).
- 24 El área de influencia de un usuario del Sistema de Transporte se define como el conjunto de líneas y demás instalaciones de la red, directa o indirectamente afectadas por una inyección o retiro de potencia en el nodo donde está instalado el usuario. Se entiende que una línea o instalación es afectada cuando su flujo de potencia aumenta a consecuencia del aumento de la potencia inyectada o retirada en el nudo donde está instalado el usuario.
- 25 El operador del sistema recauda mensualmente la remuneración de todo el sistema de transmisión y luego le traspasa la fracción que les corresponde a las instalaciones de transportistas independientes.
- 26 La licencia técnica contiene las condiciones técnicas de construcción, operación y mantenimiento que deberán cumplirse para conectar el equipamiento al sistema, debiendo, a su vez, especificar los requisitos técnicos necesarios para asegurar la calidad de servicio requerida, la facultad de supervisión del operador, el régimen de sanciones por incumplimiento y los servicios adicionales que se deban prestar. Dichas condiciones no podrán exceder las establecidas en el contrato de concesión del operador que la otorga.

Referencias

- ABDALA, M. y A. CHAMBOULEYRON (1999). “Transmission Investment in Competitive Power Systems: Decentralizing Decisions in Argentina”, *Public Policy for the Private Sector* N° 192. Washington, The World Bank.
- ARELLANO, S. y P. SERRA (2004). “Principios para Tarifificar la Transmisión Eléctrica”, Documento de Trabajo N° 170, Centro de Economía Aplicada, Universidad de Chile, por aparecer en *Cuadernos de Economía* (disponible en <http://www.cea-uchile.cl>).
- BARON D. y R. MYERSON (1982). “Regulating a Monopolist with Unknown Cost”, *Econometrica*, 50 (4), pp. 911–930.
- BULOW, J. y P. KLEMPERER (1996). “Auctions vs. Negotiations”, *American Economic Review*, 86 (1), pp. 180-194.
- CHADWICK, E. (1859). “Results of Different Principles of Regulation in Europe”, *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A22, pp. 381-420.
- CHISARI, O., P. DAL-BO y C. ROMERO (2001). “High-Tension Electricity Network Expansions in Argentina: Decision Mechanisms and Willingness-to-pay Revelation”, *Energy Economics*, 23 (6), pp. 697-715.

- DEMSETZ, H. (1968). "Why Regulate Utilities", *Journal of Law and Economics*, 11 (1), pp. 55-66.
- ENTE NACIONAL DE REGULACION ELECTRICA (1996). "Resolución ENRE N°613/96, acta N° 285". Buenos Aires: ENRE.
- ENTE NACIONAL DE REGULACION ELECTRICA (1997). "Resolución ENRE N°1028/97, acta N°367". Buenos Aires: ENRE.
- ENTE NACIONAL DE REGULACION ELECTRICA (2001). Informe Anual. Buenos Aires: Ente Nacional de Regulación Eléctrica.
- GALETOVIC, A. (2002a). "Transmisión eléctrica y la 'ley corta': una nota sobre riesgo y la tasa de descuento", *Estudios de Economía*, 29 (2), pp. 299-326 (disponible en <http://www.econ.uchile.cl/ede/v29-2-g.pdf>).
- GALETOVIC, A. (2000b). "Transmisión y la ley corta", Puntos de Referencia N° 265. Santiago: Centro de Estudios Públicos (disponible en <http://www.cepchile.cl>).
- GALETOVIC, A. y R. PALMA (2004). "Tarificación de la transmisión eléctrica usando factores GGDF y GLDF: una estimación de sus efectos distributivos", por aparecer en *Cuadernos de Economía*, (disponible en <http://www.cea-uchile.cl>).
- KLEMPERER, P. (1999). "Auction Theory: A Guide to the Literature", *Journal of Economic Surveys*, 13, pp. 227-286. .
- LAFFONT, J. y J. TIROLE (1993). *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*. Cambridge: MIT Press.
- MONTERO, J.P. y S. VALDES (2004). "Notas para una regulación eficiente de la transmisión eléctrica", por aparecer en *Cuadernos de Economía*.
- MYERSON, R. (1981). "Optimal Auction Design", *Mathematics of Operation Research*, 6, pp. 58-73.
- POSNER, R. (1972). "The Appropriate Scope for Regulation in Cable Television", *Bell Journal of Economics*, 3, pp. 335-358.
- STIGLER, G. (1968). *The Organization of Industry*. Homewood: Richard D. Irwin.
- TRANSENER (1996). "Proceso de renegociación contractual", Buenos Aires: Transener.

APENDICE

A. El sistema de transporte argentino y su remuneración

A.1 Descripción

El así llamado Sistema de Transporte de Energía en Alta Tensión argentino está compuesto por las instalaciones de transmisión de tensión igual o mayor que 220 kV, e incluye los equipos de compensación, transformación, maniobra, control y comunicaciones. Estas instalaciones suman alrededor de 9.700 km. de líneas. El principal operador de este sistema es por lejos Transener, que opera alrededor de 8.800 km de líneas.

La empresa a cargo de operar el sistema recibe anualmente unos US\$ 33 millones. Este valor, al que se le llama remuneración por capacidad de transporte, es fijado por el Ente Regulador de la Electricidad (en adelante ENRE) cada cinco años para cubrir los costos de operación. La remuneración por capacidad de transporte se descompone en tres categorías: la remuneración variable, que corresponde a las pérdidas de transmisión valorizadas al costo de la energía y la potencia –equivalente a nuestro “ingreso tarifario”–; el cargo de conexión, que corresponde a los ingresos por operar y mantener el equipamiento necesario para conectar a los usuarios al sistema; y un cargo complementario, que sumado a las remuneraciones anteriores, completa la recaudación anual aprobada cada cinco años. Los encargados de pagar cada uno de los tres cargos –los así llamados usuarios del Sistema de Transporte– son, por un lado, los generadores, cogeneradores y autogeneradores en su función de generación; y, por el otro, los distribuidores y grandes usuarios en su calidad de clientes. Una característica distintiva del sistema argentino es que la remuneración de las líneas existentes al momento de privatizar la industria a principios de los noventa no incluye los costos de inversión (AVI en la jerga de nuestra ley corta).

Ahora bien, la remuneración variable es pagada por los distintos usuarios en función de sus inyecciones y retiros. Está implícita en las diferencias de precio entre nudos debidas a las pérdidas de energía y potencia. Para fijar el cargo de conexión se define un monto por instalación y es pagado por los usuarios conectados a cada nodo del sistema, a prorrata de las potencias que inyectan o retiran en dicho nodo. Finalmente, el cargo complementario se le asigna a cada usuario mediante la identificación de las áreas de influencia de cada nodo del sistema.²⁴

A continuación describiremos brevemente la forma cómo se determina cada uno de los cargos y los mecanismos para determinar las áreas de influencia.

A.2 La remuneración del sistema de transporte

La remuneración variable. Cuando se transmite energía y potencia parte se pierde. Las pérdidas totales son proporcionales al cuadrado de la potencia transmitida y, por lo tanto, las pérdidas marginales son mayores que las medias. Así, si los

precios nodales se ajustan e incluyen las pérdidas marginales, quien compre en un nodo exportador a al precio marginal y luego retire y venda en un nodo importador b al precio marginal en b se quedará con una diferencia positiva. En Argentina a esta diferencia se le llama remuneración variable y se la queda el transmisor.

Un poco más formalmente, si denotamos por C_v la remuneración variable, ésta es igual a

$$C_v = p_b E_b - p_a E_a \quad (\text{A.1})$$

donde E_b es la energía que llega al nodo b , E_a es la energía que sale del nodo a , p_b es el precio en el nodo b y p_a es el precio en el nodo a . Ahora bien, es claro que $E_b < E_a$ porque cuando se transmite, parte se pierde. (Las expresiones para la potencia son similares y las omitimos por brevedad). Sin embargo, si la

diferencia $p_b - p_a$ es igual a la pérdida marginal, se sigue que $\frac{p_b}{p_a} > \frac{E_a}{E_b}$, porque

las pérdidas marginales son mayores que las medias. Luego, $C_v = p_b E_b - p_a E_a > 0$.

En la práctica, el sistema de precios argentino es uninodal, y las pérdidas marginales se reconocen con factores de nodo. Se define un nodo de mercado (Ezeiza, en las afueras de Buenos Aires) donde se establece el precio de mercado, llamémoslo p^{me} . Los precios en cada uno de los nodos del sistema son proporcionales al precio de mercado de acuerdo con factores de nodo que reflejan las pérdidas marginales bajo condiciones normales de operación. Así, la expresión (A.1) puede reescribirse como:

$$C_v = (f_b E_b - f_a E_a) \times p^{me}, \quad (\text{A.2})$$

donde f_i es el factor de nodo del nodo i . En nuestro ejemplo, $p_b - p_a = p^{me} f_b - p^{me} f_a$.

Es interesante discutir el destino que la regulación argentina le asigna a los ingresos variables cuando una línea que transmite hacia el mercado se congestiona. En ese caso el precio del nodo exportador a se desvincula del resto del mercado, en el sentido que la diferencia $p_b - p_a$ es mayor que la explicada por las pérdidas marginales, $p^{me} f_b - p^{me} f_a$ -vale decir, el precio en el nodo a es menor que el precio del nodo importador b descontadas las pérdidas de energía. Esto es así, porque cuando el nodo a se desvincula del resto del mercado, el precio se determina mediante el equilibrio de la oferta y la demanda locales. La capacidad máxima de la línea es sólo una demanda adicional en el nodo exportador a o una inyección adicional en el nodo importador b , pero no determina el margen.

Así, cuando la línea se congestiona el ingreso de un agente que pudiera comprar a precio p_a en el nodo exportador a y luego vender en el nodo importador b sería:

$$C_v^c = \left(f_b E_b - \frac{p_a}{p^{me}} E_a \right) \times p^{me}.$$

Sin embargo, la regulación argentina obliga a que el ingreso variable del transmisor siga siendo igual a (A.2). La diferencia

$$C_v^c - C_v = E_a \cdot p^{me} \left(f_a \frac{P_a}{p^{me}} \right)$$

se conoce por renta de congestión o recaudación variable por precio local.

¿Cuál es el destino de la renta por congestión? Evidentemente, si la remuneración por el sistema existente no incluye inversiones y, como veremos líneas adelante, las ampliaciones del sistema no se asignan directamente a la empresa que opera las líneas congestionadas; la renta no puede quedar en poder del operador. La pregunta es si se otorga a los usuarios que originan la congestión o no. La respuesta es no, porque no se le asigna ninguno de los dos directamente. Dicha recaudación se acumula en una cuenta especial, administrada por la Compañía Administradora del Mercado Mayorista (CAMMESA) y cuyos fondos sólo sirven para efectuar inversiones en los corredores congestionados, asignándose en la forma que describimos más adelante.

El cargo por conexión. Cada cinco años se fija el cargo por hora de conexión de cada tipo de equipamiento –transformadores, líneas e interruptores. El cargo de cada nodo se reparte entre los usuarios conectados de acuerdo con su prorrata en la potencia máxima total del punto de conexión. Para los consumidores se considera la potencia máxima demandada y para los generadores la potencia nominal. Este cargo se aplica a las horas realmente disponibles del equipamiento y descontadas las penalidades por indisponibilidad.

El cargo complementario y las áreas de influencia. Este cargo asegura que el operador reciba la totalidad de la remuneración por capacidad de transporte y es igual a la diferencia entre dicho valor y lo recaudado por remuneración variable. Se le cobra a cada usuario a prorrata de su participación en cada línea dentro de su respectiva área de influencia.

La definición de área de influencia es muy parecida a la que aparece en la actual ley eléctrica chilena, aunque con una diferencia importante: mientras en Chile el nodo básico se define por Reglamento y, por lo tanto, puede cambiarse, en Argentina la ley define al nodo Ezeiza como punto único de referencia para determinar el uso que los distintos usuarios hacen del sistema de transmisión. A grosso modo, las instalaciones cuyos flujos de energía viajan hacia Ezeiza son pagadas por las inyecciones de energía en el punto de origen (generadores). Mientras que las instalaciones cuyos flujos de energía se alejan desde Ezeiza hacia los consumos, son pagadas por los distribuidores o clientes. Cabe señalar que este concepto de uso para cada línea es el económicamente correcto, siendo solamente discutible que el nodo de mercado sea inamovible.

La metodología para determinar la prorrata de cada usuario, que se describe a continuación, se basa en conceptos muy similares a los que sustentan métodos que tratan de identificar usos de sistemas de transmisión, tales como los GGDF

o GLDF, e incluso formas muy similares fueron aplicadas en Chile en algunos arbitrajes de determinación de áreas de influencia, v.gr. Colbún-Transec, a principios de la década pasada.

En efecto, para un conjunto de estados típicos de operación del sistema t , se estiman los flujos de potencia. Luego, en cada nodo k se aplican, por separado, incrementos unitarios de potencia generada o demandada compensados por una variación en el nodo Ezeiza que, por tanto, hace las veces de nodo flotante (*swing bus*). El área de influencia del nodo k será entonces el conjunto de líneas en que aumenta el flujo de potencia. Si definimos por $\Delta(i,k,t)$ la variación del flujo de potencia de la línea i ante una variación unitaria $\Delta(k)$ de la potencia generada o demandada en el nodo k en el estado de operación t , el área de influencia del nodo k son aquellas líneas i tales que $\Delta(i,k,t) > 0$ ante el incremento unitario de potencia generada o demanda por el nodo k . Llámese \mathcal{A}_i el conjunto de nodos tales que la línea forma parte de su área de influencia.

Una vez hecho este ejercicio para cada nodo y estado de operación, se determina la prorrata del nodo k en la línea i en el estado t . Sea

$$P^{max}(i,k,t) = \frac{\Delta(i,k,t)}{\Delta(k)} \times P^{max}(k),$$

donde $P(k)$ es la potencia máxima generada o consumida en el nodo k . Y sea

$$P_{total}^{max}(i,t) = \sum_{j \in \mathcal{A}_i} P^{max}(i,j,t).$$

El así llamado factor de participación del nodo k en el uso de la línea i en el estado t es así

$$\lambda(i,k,t) = \frac{P^{max}(i,k,t)}{P_{total}^{max}(i,t)}.$$

La participación del nodo k en una línea i se reparte entre los usuarios vinculados directamente al nodo o indirectamente a través de instalaciones de subtransmisión que no son de la transportista. El factor de participación de un usuario ubicado en el nodo k es igual a la fracción de la potencia total que es responsabilidad del usuario; potencia despachada si se trata de generadores o demandada si se trata de un distribuidor o un gran cliente.

B. Mecanismos de ampliación del sistema de transporte

En este apéndice describimos con algo más de detalle los mecanismos de ampliación del sistema de transporte argentino.

En Argentina las ampliaciones son realizadas por los así llamados “transportistas independientes”. Esta denominación se le otorga al dueño de líneas e instalaciones de transporte que las pone a disposición del operador del sistema de

transmisión bajo las condiciones establecidas en una licencia técnica.²⁵ Los transportistas independientes no son agentes del así llamado Mercado Eléctrico Mayorista (MEM).

Existen dos marcos regulatorios para regular la transmisión. Como ya se dijo, cuando se trata de instalaciones existentes los usuarios sólo pagan los costos de mantención y operación, mas no los de inversión. Aunque no es una condición necesaria, gracias a esto el sistema argentino pudo desarrollar un marco regulatorio distinto para las expansiones. Se optó por hacerlas en forma competitiva aplicando el principio, debido a Chadwick (1859) y popularizado más tarde por Demsetz (1968), de sustituir la regulación por competencia por la cancha. El principio detrás de esta idea aplicada a la transmisión es que, si bien existen economías de escala, éstas se agotan en gran medida a nivel de cada proyecto. Por eso, la empresa existente no tiene necesariamente costos menores cuando se trata de proyectos nuevos, a pesar que el costo medio de cada proyecto cae a medida que crece su tamaño.

A continuación describimos los mecanismos de expansión de instalaciones de transmisión contemplados en la reglamentación argentina.

B.1 Modalidades de ampliación

Ampliaciones de la capacidad de transporte por contratos entre partes. Cuando uno o más agentes del mercado (generadores, distribuidores o grandes clientes) necesitan ampliar la capacidad del sistema de transmisión, pueden contratar con el operador o con un transportista independiente. A esto se le llama contrato de construcción, operación y mantenimiento (contrato COM).

Para celebrar un contrato COM deben elevar una solicitud de ampliación al operador, el cual, a su vez la notifica al ENRE. El regulador dispone la celebración de una audiencia pública y, de no existir oposiciones fundadas, autoriza el proyecto. Esta autorización permite que el operador otorgue la licencia técnica.²⁶ Una vez hechas, las ampliaciones se remuneran igual que las instalaciones existentes.

Ampliaciones de la capacidad de transporte por concurso público. Un agente o grupo de agentes del mercado también pueden solicitarle al operador del sistema al cual se quiere vincular autorización para realizar una ampliación por concurso público. Esta solicitud puede hacerse en dos modalidades:

- Una oferta de contrato COM de un transportista o de un interesado en convertirse en transportista independiente, por un canon anual constante que han de pagar durante 15 años los usuarios del proyecto.
 - Una propuesta de canon anual máximo que han de pagar durante 15 años los usuarios del proyecto, acompañada por una propuesta técnica y una evaluación económica que permita demostrar, a conformidad del ENRE, la factibilidad económica de la ampliación remunerada con canon propuesto.
- La solicitud sólo puede presentarse si la suma de los factores de participación de los solicitantes en el uso de la línea es al menos 30%. Esta información

debe ser ratificada por CAMESSA, quien a solicitud de la transportista efectúa el cálculo de los factores de participación y de la proporción en que cada uno deberá participar del prorrato de los costos de amortización. Cumplido lo anterior, la transportista solicita al ENRE el Certificado de Conveniencia y Necesidad Pública.

En ese momento ENRE evalúa las solicitudes. El criterio de decisión es que el valor presente del total de costos de inversión, operación y mantenimiento del sistema eléctrico con las modificaciones que se deriven de la ampliación solicitada, resulte inferior al valor presente del costo total de operación y mantenimiento de las modificaciones, incluyendo dentro de los costos de operación mencionados precedentemente el valor de la energía no suministrada. Luego el ENRE publicita la solicitud, el período de amortización propuesto, el canon anual máximo y los pagadores de la ampliación en los porcentajes que determina CAMESSA, y dispone la celebración de una audiencia pública.

Como resultado de la audiencia pública podrán presentarse oposiciones a la solicitud, que cuando representen más del 30% de participación en los pagos de la línea, obligan a que el ENRE rechace sin más trámite la solicitud. Si no se diera dicha situación, pero existiera, a criterio del ENRE, una oposición fundada podrá solicitar la opinión de consultores independientes, y resolverá en instancia única. De no existir oposición, el ENRE aprueba la solicitud de ampliación, el período de amortización, el canon anual, los beneficiarios y la participación de estos en el pago del canon, y otorga el Certificado de Conveniencia y Necesidad Pública de la ampliación, quedando habilitada la transportista para definir los términos de la licencia técnica requerida para su ejecución.

Obtenida la autorización del ENRE, el solicitante o conjunto de ellos, que pasa a denominarse Comitente, deberá realizar una licitación pública cuyo objeto será la construcción, operación y mantenimiento de la ampliación propuesta en su solicitud. Dependiendo de la modalidad usada en la solicitud, la licitación pública podrá ser de acuerdo a lo siguiente:

- Solicitud con oferta de contrato COM:
 - (i) El oferente que propuso el proyecto puede competir en la licitación pública.
 - (ii) Si nadie ofrece un canon menor al que acompañó a la solicitud evaluada por el ENRE, se autoriza al comitente a celebrar el contrato COM con la transportista o transportista independiente cuya oferta acompañó a la solicitud, por el canon anual aprobado.
 - (iii) En caso que existan ofertas de canon anual entre el 85 y 100% del canon que acompañó la solicitud, los oferentes que cumplan esta condición y la transportista o transportista independiente que acompañó la oferta, tendrán derecho a mejorar sus ofertas, adjudicándose a la de menor canon anual.
 - (iv) Si hay ofertas bajo el 85% del canon anual que acompañó la solicitud, se le adjudicará directamente al oferente de menor canon.

- Solicitud con propuesta de canon anual máximo:
 - (i) Si se presentan ofertas menores al canon anual máximo incluido en la solicitud de ampliación, el ENRE autorizará directamente al comitente a celebrar el contrato COM con el ganador de la licitación.
 - (ii) De no existir ofertas cuyo canon anual sea inferior al canon anual máximo incluido en la solicitud de ampliación, el ENRE declarará desierta la licitación quedando automáticamente revocado el certificado de conveniencia y necesidad pública otorgado.

Ampliaciones de las instalaciones. Estas son aquellas expansiones o adecuaciones de estaciones transformadoras existentes propiedad de un operador o de un transportista independiente, y que no son parte de una ampliación que exceda la estación transformadora.

En ese caso, el transportista que quiere ampliar sus instalaciones debe presentar, junto con el pedido de Certificado de Conveniencia y Necesidad Pública, un presupuesto de las obras y proponer un canon anual. El ENRE dará curso a la solicitud si considera que los estudios de evaluación técnica, económica, de confiabilidad, seguridad y capacidad de transporte presentados por el solicitante justifican la ampliación; y acepta los costos de operación y mantención declarados por el solicitante. En cualquier caso, éstos no pueden exceder los valores regulados para las instalaciones existentes. Cumplido lo anterior, el ENRE autoriza al solicitante a llamar a una licitación pública.

En las ampliaciones solicitadas por el operador o el transportista independiente titular de la estación, la inspección de las obras será ejecutada por el titular de la estación al valor por él cotizado en tanto esté debidamente justificado y apoyado en una adecuada apertura de costos a satisfacción del ENRE, considerando incluido en este valor el cargo por supervisión. En caso que ninguna de las ofertas de ingeniería, suministro y montaje recibidas fuera más conveniente que el canon presupuestado por el solicitante titular de la estación, el ENRE declarará desierta la licitación, quedando automáticamente revocado el Certificado de Conveniencia y Necesidad Pública otorgado.

La cuenta SALEX. Independientemente de la modalidad que se adopte, los solicitantes podrán pedir la transferencia de los fondos de una subcuenta de excedentes por restricciones a la capacidad de transporte asignados a una determinada ampliación, los que pueden ser asignados para solventar, a modo de anticipo, la construcción de la ampliación.

B.2 Remuneración de las ampliaciones

Amortización y explotación. La remuneración de las ampliaciones efectuadas por contrato COM deben ajustarse a las mismas pautas que norman las que siguieron el procedimiento de concurso público, a saber:

- Durante el período de amortización la remuneración es mensual e igual a la doceava parte del canon anual aprobado.

- Durante el período de explotación, el que se inicia una vez que termina el período de amortización, la remuneración mensual es la que resulta del régimen remuneratorio aplicable a instalaciones existentes de la transportista, que fue discutido en el apéndice anterior.

Durante el período de amortización la recaudación señalada se obtiene vía la remuneración variable de transporte y el cargo complementario hasta completar el canon, y se reparte entre los usuarios según sus factores de participación, de acuerdo con el procedimiento descrito en el apéndice anterior.

Pagos del transportista independiente al operador. El transportista independiente que gane una licitación deberá construir, operar y mantener la ampliación bajo la supervisión del operador. Por supervisar y operar la línea el operador recibirá los siguientes pagos:

- Durante el período de construcción, un cargo por su supervisión equivalente al 3% del valor total de la obra, pagadero en tantas cuotas mensuales iguales como meses se estipule para su construcción.
- Durante el período de operación, un cargo por su supervisión. Durante el período de amortización de la ampliación este cargo es igual al 4% de la remuneración que le correspondería a la instalación, si se aplicara la remuneración a las instalaciones existentes. Durante el período de explotación este cargo es igual al 2,5% de la remuneración que le corresponda por el desarrollo de la actividad que regla la licencia técnica.

B.3 Los derechos financieros de transporte

A principios de esta década se complementaron los procedimientos anteriores al permitirse que interesados, sean o no agentes del mercado, que no resultaren pagadores de una expansión, pudieran participar en el financiamiento de ella, adquiriendo los derechos financieros de transporte en la proporción en que solventen el costo la obra. Se entiende por “derecho financiero de transporte” al derecho de percibir los cargos por congestión y pérdidas definidos en el apéndice anterior.

C. Demostraciones

En este apéndice se demuestra una serie de lemas citados en el texto.

Lema C.1. *Si se regula óptimamente y $\phi = 0$ entonces el excedente esperado es*

$$E_c[\max\{v_s - CM(c), 0\}].$$

Demostración. Nótese que la regulación óptima es equivalente a un mecanismo $P: [c^-, c^+] \rightarrow [0, 1]$ tal que

$$P(c) = \begin{cases} 1, & \text{si } c \leq \pi^*(0, v_s), \\ 0, & \text{si } c > \pi^*(0, v_s), \end{cases}$$

con π^* que satisface

$$v_s = \pi^* + \frac{F(\pi^*)}{f(\pi^*)} = CM(\pi^*)$$

(en el resto de la demostración escribiremos π^* por $\pi^*(0, v_s)$). Ahora bien, como se muestra en la Figura 1, una relación elemental de teoría de precios implica que

$$F(\pi) \cdot \pi = \int_{c^-}^{\pi} CM(c) f(c) dc$$

Por lo tanto, el excedente esperado de la regulación es:

$$\begin{aligned} F[\pi^*] \cdot (v_s - \pi^*) &= \int_{c^-}^{c^+} [v_s - CM(c)] f(c) P(c) dc \\ &= E_c[\max\{v_s - CM(c), 0\}]. \end{aligned}$$

Lema C.2. *El excedente esperado de una licitación inglesa donde compiten dos empresas es:*

$$E_{c^a, c_2} [\max\{v_s - CM(c^a), v_s - CM(c_2)\}].$$

Demostración. En una licitación inglesa se adjudica la línea quien tenga el costo más bajo, pero recibe como peaje el costo más alto. Por lo tanto, cada vez que $c^a \geq c_2$, la recaudación es igual a:

$$F(c^a) \cdot c^a = \int_{c^-}^{c^a} CM(c_2) f(c_2) dc_2;$$

e igual a

$$F(c_2) \cdot c_2 = \int_{c^-}^{c_2} CM(c^a) f(c^a) dc^a$$

cada vez que $c_2 > c^a$. Por lo tanto, la recaudación esperada es:

$$v_s - \int_{c^-}^{c^+} f(c^a) \int_{c^-}^{c_2} CM(c_2) f(c_2) dc_2 - \int_{c^-}^{c^+} f(c_2) \int_{c^-}^{c_2} CM(c^a) f(c^a) dc^a.$$

Pero por hipótesis la función de costo marginal es creciente en c . Luego, la recaudación esperada se puede reescribir como

$$\begin{aligned}
 v_s - \int_{c^-}^{c^+} f(c^a) \int_{c^-}^{c^a} \min\{CM(c^a), CM(c_2)\} f(c_2) dc_2 - \int_{c^-}^{c^+} f(c_2) \min\{CM(c^a), CM(c_2)\} f(c^a) dc^a \\
 = v_s - \int_{c^-}^{c^+} \int_{c^-}^{c^+} \min\{CM(c^a), CM(c_2)\} f(c^a) f(c_2) dc^a dc_2 \\
 = v_s - E_{c^a, c_2} \left[\min\{CM(c^a), CM(c_2)\} \right] \\
 E_{c^a, c_2} \left[\max\{v_s - CM(c^a), v_s - CM(c_2)\} \right].
 \end{aligned}$$

Lema C.3. Si los beneficiarios pueden construir la línea a un costo $c^b \in [c^-, c^+]$ e implementar un mecanismo óptimo, su excedente esperado es

$$v_s - E_{\mathbf{c}, c^b} \left[\min\{CM(c^a), CM(c_2), \dots, CM(c_n), c^b\} \right],$$

con $\mathbf{c} = [c^a, c_2, \dots, c_n]$.

Demostración. Condicional a que el costo de los beneficiarios sea c^b , y para un mecanismo de asignación directo y compatible en incentivos $\mathbf{p} : [c^-, c^+]^n \times [c^-, c^+] \rightarrow [0, 1]^n$, tal que la empresa cuyo costo es c^+ recibe cero excedente en valor esperado, y con $\sum_i p_i(\mathbf{c}) \in [0, 1]$ para todo \mathbf{c} y $p_i(\mathbf{c})$ no creciente en c_i (por compatibilidad de incentivos), el excedente esperado de los beneficiarios se puede escribir como

$$(v_s - c^b) + \sum_{i=a}^n \int_{c^-}^{c^+} \dots \int_{c^-}^{c^+} [c^b - CM_i(c_i)] p_i(\mathbf{c}) f(c^a) \dots f(c_n) dc^a \dots dc_n$$

E (esta es una aplicación directa del Lema 3 en Bulow y Klemperer, 1996). De esta expresión es fácil apreciar que la regla de asignación óptima contingente a que el costo de los beneficiarios sea c^b es:

- Asignarle la línea con probabilidad 1 a i , si

$$MC_i(c_i) = \min_j \{CM(c^a), CM(c_2), \dots, CM(c_n)\} \leq c^b.$$

- Asignarle la línea a los beneficiarios si

$$\min_j \{CM(c^a), CM(c_2), \dots, CM(c_n)\} > c^b.$$

Con esta regla de asignación el excedente esperado de los beneficiarios, condicional a que su costo sea c^b , es:

$$\begin{aligned} & (\nu_s - c^b) + \sum_{i=a}^n \int_{c^-}^{c^+} \dots \int_{c^-}^{c^+} [c^b - \text{CM}_i(c_i)] p_i(\mathbf{c}) f(c^a) \dots f(c_n) dc^a \dots dc_n \\ & = (\nu_s - c^b) - E_{\mathbf{c}} \left[\min \{ \text{CM}(c^a), \text{CM}(c_2), \dots, \text{CM}(c_n), c^b \} \middle| c^b \right] \end{aligned}$$

Por último, el valor esperado incondicional del excedente es:

$$\begin{aligned} & \int_{c^-}^{c^+} \left\{ (\nu_s - c^b) + \sum_{i=a}^n \int_{c^-}^{c^+} \dots \int_{c^-}^{c^+} [c^b - \text{CM}_i(c_i)] p_i(\mathbf{c}) f(c^a) \dots f(c_n) dc^a \dots dc_n \right\} f(c^b) dc^b \\ & = \nu_s - \int_{c^-}^{c^+} E_{\mathbf{c}} \left[\min \{ \text{CM}(c^a), \text{CM}(c_2), \dots, \text{CM}(c_n), c^b \} \middle| c^b \right] f(c^b) dc^b \\ & \quad \nu_s - E_{\mathbf{c}, c^b} \left[\min \{ \text{CM}(c^a), \text{CM}(c_2), \dots, \text{CM}(c_n), c^b \} \right], \end{aligned}$$

lo que se quería demostrar. ■

Lema C.4. *En el mecanismo óptimo, la probabilidad con que i construye la línea si su costo es c_i es*

$$\hat{p}_i(c_i) \equiv \mathcal{F}(c_i) [1 - F[\text{CM}(c_i)]]$$

con $\mathcal{F}(c_i) \equiv [1 - F(c_i)]^n$.

Demostración. Para que se le asigne a i la construcción de la línea debe ocurrir conjuntamente que: (i) el costo marginal de las $n - 1$ restantes empresas sea mayor; (ii) el costo marginal de i sea a lo más igual a c^b . La función $\text{CM}(c)$ es creciente en todo el rango; por lo tanto, la probabilidad que i tenga el costo marginal más bajo es igual a la probabilidad que tenga el costo más bajo, que es igual a $\mathcal{F}(c_i)$. Por la misma razón, la probabilidad que $\text{CM}(c_i) \leq c^b$ es $1 - F[\text{CM}(c_i)]$, lo que completa la demostración. ■

Nótese que en el mecanismo óptimo la probabilidad que se le asigne la línea a i depende únicamente de la distribución de los costos, F , y no de las particularidades del mecanismo. Esto es simple consecuencia de que el mecanismo óptimo es eficiente, en el sentido que, de adjudicarle la línea a una empresa, siempre es la de menor costo.

Lema C.5. *Una licitación inglesa tal que la postura de los beneficiarios es*

$$\pi(c^b) = \text{CM}^{-1}(c^b)$$

es óptima.

Demostración. El teorema de la equivalencia de ingresos implica que para demostrar este lema basta con mostrar que en una licitación inglesa tal que la postura de los beneficiarios es $\pi(c^b) = CM^{-1}(c^b)$: (i) la probabilidad que se adjudique la línea la empresa i dado que su costo es c_i es $\tilde{p}_i(c_i)$; (ii) el excedente esperado de una empresa cuyo costo es c^+ es cero. (i) Se sigue del hecho que en una licitación inglesa como la propuesta una empresa se adjudica la línea sólo si su costo es el menor de las n empresas y su costo marginal a lo más c^b ; (ii) se sigue de notar que una empresa cuyo costo es c^+ se adjudica la línea con probabilidad 0. ■

Lema C.6. *En una licitación inglesa óptima el peaje esperado que recibe la empresa i cuando su costo es c_i , condicional a que la línea le sea adjudicada es*

$$E_{c_{-i}, c^b} \left[\min\{c_{-i}, CM^{-1}(c^b)\} \mid c_i, c_i \leq \min\{c_{-i}, CM^{-1}(c^b)\} \right],$$

con $c_{-i} \equiv (c^a, c_2, \dots, c_{i-1}, c_{i+1}, \dots, c_n)$.

Demostración. En una licitación inglesa óptima gana la postura más baja y recibe un peaje igual a la segunda postura más baja. Además, a cada empresa le conviene ofrecer un peaje igual a su costo; al beneficiario, por su parte, le conviene ofrecer $CM^{-1}(c^b)$. Por lo tanto, i se adjudica la línea sólo si $c_i \leq \min\{c_{-i}, CM^{-1}(c^b)\}$ y paga la esperanza de la segunda postura más baja. ■

Lema C.7. *Una licitación de sobre cerrado, primer precio tal que la postura de los beneficiarios es*

$$E_{c_{-i}, c^b} \left[\min\{c_{-i}, CM^{-1}(c^b)\} \mid c_i = CM^{-1}(\bar{c}^b), c_i \leq \min\{c_{-i}\} \right]$$

cuando su valoración es \bar{c}^b , es óptima.

Demostración. Suponer que cuando el costo de la empresa i es c_i su postura es igual a

$$E_{c_{-i}, c^b} \left[\min\{c_{-i}, CM^{-1}(c^b)\} \mid c_i, c_i \leq \min\{c_{-i}, CM^{-1}(c^b)\} \right],$$

su peaje esperado en una licitación inglesa óptima condicional a que i se adjudica la línea, y esta estrategia la sigue cada una de las n empresas. En ese caso, condicional a que la línea se la adjudique una empresa, será la de menor costo –el peaje ofrecido por i es decreciente en c_i . Además, condicional a que el costo de los beneficiarios sea c^b , el peaje mínimo (i.e., la postura de los beneficiarios)

$$E_{c_{-i}, c^b} \left[\min\{c_{-i}, CM^{-1}(c^b)\} \mid c_i = CM^{-1}(\bar{c}^b) \leq \min\{c_{-i}, CM^{-1}(c^b)\} \right] \quad (C.1)$$

es exactamente igual a la postura de la empresa de costo más alto que se podía adjudicar la línea en una licitación inglesa óptima cuando el costo de los beneficiarios era \bar{c}^b .

Luego, la probabilidad con que se le adjudica la línea a la empresa i dado que su costo es c_i , es $\hat{p}_i(c_i)$. Más aun, la probabilidad que se adjudique la línea una empresa cuyo costo es c^+ es 0; por lo tanto, su excedente esperado es cero. Luego, la licitación de sobre cerrado, primer precio tal que la postura de los beneficiarios es (C.1), replica la asignación de la licitación óptima.

Por último, que la combinación de estrategias examinada sea un equilibrio bayesiano se sigue que el resultado sea equivalente al de un mecanismo óptimo, directo y compatible en incentivos. ■

