

INFORMACIÓN INCOMPLETA Y REGULACIÓN: UNA INTRODUCCIÓN

Carlos Pombo*

RESUMEN

Este artículo describe y compara el modelo de regulación de costos con información completa para monopolios naturales, con modelos que presentan asimetrías e información incompleta como el modelo de Baron y Myerson de regulación de monopolios naturales con selección adversa, y el modelo de gestión de Laffont y Tirole con riesgo moral. Los modelos se analizan dentro de un esquema de principal-agente en su versión discreta de dos tipos, donde se resaltan las distorsiones causadas por las rentas de información que el agente obtiene debido a que el regulador no conoce el verdadero parámetro de costos marginales de la firma, o el nivel de esfuerzo que disminuya los costos de operación.

ABSTRACT

This paper describes and contrasts the model of average cost regulation for natural monopolies under complete information with models under incomplete information such as Baron & Myerson's adverse selection model, and the procurement model of Laffont & Tirole with moral hazard. The basic set up follows the principal-agent framework for the two-type case, where the distortion caused by the informational rents are highlighted because the regulator does not know firm marginal cost or firm effective effort in reducing operative costs.

*Palabras clave: Regulación, teoría de contratos, monopolio natural.
Clasificación JEL: L41, L51*

* Profesor Asociado Universidad del Rosario
El autor agradece los comentarios de un evaluador anónimo de la revista, de Luis Hernando Gutiérrez, y de Rodrigo Taborda a versiones preliminares de este documento.
Dirección para correspondencia: Calle 14 # 4-69 - Bogotá, Colombia
E-mail: capombo@claustro.urosario.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

En julio de 2002 se cumplieron 20 años de la publicación pionera del artículo de Baron y Myerson (1982) sobre la regulación de monopolios naturales cuando existe información *incompleta e imperfecta* por parte del regulador.¹ La asimetría en información presume que al menos una de las partes posee más información. Este caso implica por lo menos dos fallas de mercado. La primera, la existencia de monopolios naturales, y la segunda, una estructura de información incompleta; dichas fallas justifican, desde una perspectiva de eficiencia y bienestar económico, una intervención del gobierno como *regulador* o *supervisor* para evitar que las firmas se comporten como monopolistas con habilidad de discriminar precios y mercados.

Las fuentes para que existan monopolios naturales son las asociadas con: i) economías de escala en firmas uniproducto, ii) economías de alcance en firmas multiproducto, iii) altos costos hundidos en inversión inicial, iv) inversión directa con usuarios finales, y v) bienes no almacenables. Todas estas características las encontramos en las industrias de servicios públicos domiciliarios donde, desde el punto de vista de *eficiencia*, se justifica la existencia de una sola red de transmisión o distribución local de electricidad, gasoductos, redes de telecomunicaciones, rutas y líneas férreas. Sin embargo, monopolios naturales existen en otras actividades industriales en las cuales los gastos en investigación y desarrollo son muy altos y, por su naturaleza, una vez incurridos en ellos no son recuperables. La fabricación de aviones comerciales, sustancias químicas para uso industrial y medicamentos son ejemplos de industrias altamente concentradas y con altos costos hundidos en investigación y desarrollo en los mercados internacionales.

La estructura de información es una fuente adicional de competencia imperfecta. Si la información es completa, la regulación clásica de costos que sigue el enfoque de *Ramsey-Bouteoix* es un esquema eficiente de intervención que permite al regulador fijar segundos precios óptimos que minimizan la pérdida neta de bienestar social. En este contexto el regulador debe implementar una política de precios tal que garantice la viabilidad económica de la firma, le permita cubrir sus altos costos fijos, y que los *precios regulados* no se distancien de los precios de eficiencia (costos marginales).

Por su parte, la información incompleta agrega una falla adicional de mercado. Cualquier esquema de precios regulados no alcanzará los resultados esperados de precios de *Ramsey* porque el monopolista es capaz de extraer una renta adicional asociada a la asimetría en información. En la literatura de contratos éstas se denominan rentas de información (*informational rents*). El origen de la asimetría surge porque el regulador no conoce todas las *características* tecnológicas de la firma ni el verdadero *esfuerzo* de ganar eficiencia productiva. La primera asimetría es un problema de *selección adversa* en

¹ ByM en adelante.

la que dentro de una relación de principal-agente, el regulador (principal) debe ofrecer un menú de contratos de acuerdo con la tipología de la firma (agente). Por ejemplo, en las industrias de redes que están formadas por monopolios naturales para mercados locales (acueductos) el regulador se enfrentará a diferentes tipos de empresas. El problema de selección adversa debe entonces entenderse dentro de una dimensión de múltiples-tipos. La segunda asimetría es un problema de *riesgo moral* en el cual el esfuerzo del agente no es observado por el principal. En este sentido, el regulador debe diseñar un contrato que incentive la eficiencia del agente por medio una mejor gestión gerencial y productiva.

El objetivo de este artículo es describir de una forma pedagógica los modelos básicos de regulación de costos marginales con selección adversa y riesgo moral, con el fin de introducir al lector no especializado en el tema de la teoría de contratos e incentivos. El documento tiene cuatro secciones adicionales. La segunda sección describe el modelo tradicional de regulación de costos con información completa. La tercera sección plantea y desarrolla el modelo del principal-agente cuando la firma conoce el tipo asociado a su verdadera estructura de costos. En este modelo, el regulador tiene una creencia previa (*prior belief*) sobre la probabilidad de que el agente posea una estructura de costos marginales bajos (tipo eficiente) o, por el contrario, responda a una estructura de costos altos (tipo ineficiente). Éste es el modelo básico más sencillo, denominado modelo discreto de dos-tipos (*the two-type model*), el cual genera toda la intuición necesaria para entender el conflicto básico entre eficiencia y rentas de información. La cuarta sección presenta el modelo de gestión, éste adiciona la falla de riesgo moral al de selección adversa. El modelo se restringe al caso discreto de dos tipos, dos niveles de esfuerzo. El agente en este caso debe elegir voluntariamente un nivel de esfuerzo que representa ganancias en eficiencia productiva y rentas de información. La quinta sección presenta los comentarios finales.

II. REGULACIÓN DE MONOPOLIOS NATURALES CON INFORMACIÓN COMPLETA

La literatura tradicional sobre políticas óptimas de regulación de costos para monopolios naturales (Bracutingam, 1989) tiene como punto de partida dos preguntas fundamentales. La primera es si la *escala mínima eficiente de operaciones* es relativamente grande para la demanda del mercado. Una respuesta afirmativa señala que existen economías de escala o de alcance para las firmas multiproducto, que generan un menor costo medio en la medida que se incrementa la escala de producción. Este hecho implica que no es posible introducir una competencia efectiva *en* el mercado porque se duplican los costos fijos de una forma innecesaria y, por consiguiente, hay una pérdida de recursos que socialmente tienen un mejor uso alternativo. Este proceso predatorio que siguen las firmas posicionadas (*incumbents*) termina cuando la firma más fuerte se consolida como un único proveedor o monopolista natural. Sin embargo, el costo asociado al ajuste entre los flujos de entrada y salida puede ser muy alto socialmente.

Ésta es una razón que explica la formación de monopolios naturales en industrias de redes donde es más eficiente tener un único distribuidor local de energía, una sola red local de telecomunicaciones, o una sola ruta de polducto para el transporte de

Rev. Econ. Ros. Bogotá (Colombia) 5 (1): 11-35, junio de 2002

combustibles. En ausencia de regulación, los usuarios potenciales de estas redes, como los generadores de energía, las refinerías de petróleo y los proveedores locales de servicios de comunicaciones, tendrían que pagar unos precios de monopolio al propietario de esta infraestructura. El diseño de cargos de acceso que reflejen el *precio sombra* de la inversión y mantenimiento de la red sólo es posible a través de un regulador que evite una discriminación de precios por parte del monopolista natural.²

La segunda pregunta es qué tan *tolerable* es la pérdida neta de bienestar asociada a una fijación de segundos precios óptimos por parte del regulador. Si la pérdida es pequeña existen diferentes mecanismos que el regulador puede implementar; uno de ellos es eliminar las barreras a la entrada, que haga efectiva una competencia *para* el mercado. Si esto es posible, el regulador puede adoptar esquemas de subastas por franquicias (Demsetz, 1968) que introduzcan competencia *ex-ante* al mercado, competencia monopolística intermodal (Braeutigam, 1979),³ o esquemas flexibles y automáticos de renegociación de contratos que hagan creíble la amenaza de entrada por parte de los competidores potenciales.

El último esquema se conoce en la literatura de economía industrial como *Contestable Markets*, introducido por Baumol, Panzar y Willig (1982). Esta estructura de mercado permite que los competidores potenciales apliquen una estrategia de entrar, golpear y salir como su estrategia de equilibrio si la firma observa que puede capturar beneficios de corto plazo. El principal supuesto es que los costos hundidos de entrada son bajos y no existen costos de salida. Por ejemplo, la desregulación del sector del transporte aéreo de pasajeros a finales de los setenta en Estados Unidos tuvo fundamento en esta idea de *concurabilidad*, en la cual una vez una aerolínea esté en operación puede entrar a competir por las rutas más rentables en cualquier momento. Esto hace que las firmas posicionadas mantengan precios cercanos a su costo marginal de operación.⁴

Si los anteriores mecanismos no se pueden introducir, entonces la regulación de precios *Ramsey* es una política óptima, ésta se describe en detalle más adelante. Por último, hay que considerar el caso en el cual la pérdida neta de bienestar no sea tolera-

² La desregulación de la industria de telecomunicaciones en Colombia se implementó a mediados de la década de los noventa cuando se permitió la participación privada en concesiones para la expansión de infraestructura y se abrió el mercado de larga distancia a operadores diferentes a la Empresa Colombiana de Telecomunicaciones (Telecom) [Ley 37 de 1993; Ley 142 de 1994]. En la ciudad de Bogotá, por ejemplo, es común observar que cada empresa de telecomunicaciones decide construir sus nuevas redes en vez de pagar un *peaje* por el uso de la red de la empresa municipal en sectores donde la ciudad ya tenía cubrimiento del servicio. Este hecho evidencia una falla en la regulación del sector que ha permitido la duplicación de estos costos fijos. Similar razonamiento para el caso de Estados Unidos se encuentra en Sappington y Weisman (1996).

³ La competencia intermodal, o entre-modos, ha tenido aplicación especialmente en el transporte de carga y de pasajeros. En Francia por ejemplo, existe una competencia efectiva entre el transporte aéreo doméstico de pasajeros y el terrestre vía férrea. De hecho, la competencia es prácticamente entre dos monopolios: Air France y la SFNC.

⁴ Para más detalles sobre el proceso de desregulación en el sector aéreo en USA véanse los trabajos de Borenstein (1992), Kahn (1988), y Viscusi, Vernon y Harrington (1995).

ble. En este caso, el regulador puede fijar precios de eficiencia iguales al costo marginal, pero esta política implica un subsidio directo a la firma lo cual no es un mecanismo fácil de adoptar debido a las distorsiones que estas transferencias generan en otros sectores, o por su viabilidad política en términos de equidad.

El modelo

El modelo base de regulación de costos asume que el regulador conoce la estructura de costos de la firma y, por lo tanto, está en capacidad de monitorear el desempeño de la misma. Estos esquemas tienen más relevancia en el caso de regulación de empresas públicas. Este esquema de propiedad permite, en principio, un acceso veraz a la información de gestión de las firmas. Por ejemplo, hasta mediados de los noventa, el sector eléctrico en Colombia respondía a una estructura de monopolios regionales verticalmente integrados, coordinados por el sistema central (nacional) de despacho (CND) de ISA, la compañía de transmisión que a su vez hasta 1995 era uno de los principales generadores. La tarifa aplicada a la energía en bloque se fijaba centralmente en el CND acorde con el costo marginal incremental de largo plazo, el cual estaba en función de la expansión en infraestructura y el costo de racionamiento. Este esquema, con variaciones, sigue vigente en sistemas eléctricos públicos centralizados, como es el caso de Francia a través de su estatal *Electricité de France*.⁵

El planteamiento del modelo con *perfecta y completa información* se puede ilustrar de la siguiente forma: sean

1. La función de costos del monopolista: $C(q, \theta) = F + \theta q$

donde: F = costos fijos; q = nivel de producto, y el costo marginal θ que es observado por el regulador.

2. $P(q)$ = función inversa de demanda conocida por el monopolista

3. El excedente social: $S(q) = \int_0^q P(x) dx$

4. La función de beneficios del monopolista: $\Pi = t + p(q)q - C(q, \theta)$

donde: t = valor de la transferencia directa del regulador a la firma. Esta transferencia se origina por la necesidad del regulador de superar el punto de cierre de la planta cuando se interviene en la fijación de precios finales de venta.

⁵ Una descripción sobre la estructura del sector eléctrico antes y después de la reforma de 1994 en Colombia está en Pombo (2001). Una completa descripción del sistema eléctrico francés se encuentra en Laffont (1996).

5. El excedente del consumidor: $V(q, t) = S(q) - p(q)q - (1 + g)t$

donde el término $(1 + g)$ representa el costo de oportunidad de los fondos públicos. La razón de esta expresión es que el recaudo de impuestos tiene un costo administrativo y de transacción para la sociedad.

El problema del regulador es maximizar el excedente del consumidor sujeto a la restricción de viabilidad operacional del monopolio natural, es decir,

$$\underset{q, t}{Max} V(q, t) \quad \text{s.a } \Pi = 0 ; t \geq 0 \quad (1)$$

Usualmente el regulador tiene unos objetivos redistributivos en su función de bienestar social. El caso general considera que \$1 de beneficio de la firma es socialmente tan deseable como un \$1 de excedente del consumidor. Entonces el problema de maximización en (1) puede describirse como:

$$\underset{q, t}{Max} W = S(q) - p(q)q - (1 + g)t + \lambda_1 [t + p(q)q - (F + \theta q)] + \lambda_2 t \quad (2)$$

donde: λ_1, λ_2 son los multiplicadores de *Lagrange*, los cuales representan el precio sombra de las restricciones, que dentro del contexto del problema en (1) son equivalentes al costo de oportunidad de los fondos públicos. Las condiciones de *Kuhn-Tucker* (K-T) asociadas a W son:

$$\frac{\partial W}{\partial q} = S'(q) - p'(q)q - p(q) + \lambda_1 [p'(q)q + p(q) - \theta] = 0 \quad (3a)$$

$$\frac{\partial W}{\partial t} = -(1 + g) + \lambda_1 + \lambda_2 = 0 \quad (3b)$$

$$\frac{\partial W}{\partial \lambda_1} = [t + p(q)q - (F + \theta q)] \geq 0 ; \lambda_1 [t + p(q)q - (F + \theta q)] = 0 ; \lambda_1 \geq 0 \quad (3c)$$

$$\frac{\partial W}{\partial \lambda_2} = t \geq 0 ; \lambda_2 t = 0 ; \lambda_2 \geq 0 \quad (3d)$$

El contrato óptimo es el par (t^*, q^*) tal que las condiciones de K-T (3a) - (3d) se satisfagan.

Una solución es asumir por definición que el regulador siempre quiere hacer efectiva una transferencia. En este caso, por definición $t > 0$; entonces por (3d): $\lambda_2 = 0$; y por (3b): $\lambda_1 = 1 + g$; es decir que el precio sombra de la restricción de viabilidad operacional

representa el costo de oportunidad de los fondos públicos como se había anotado. Ahora, el resultado de que esta restricción esté activa implica por (3c): $t + p(q)q = F + \theta q$; pero si se impone que la firma siga una política de equilibrio operativo, el contrato óptimo por parte del regulador es ofrecer una producción y transferencias equivalentes a

$$(t^*, q^*) = (F, q^e) \quad (4)$$

donde: $p^* = \theta$ y q^e es igual a la producción de eficiencia. En otras palabras, el regulador fija una política de costos marginales y se compromete con un nivel de transferencias que cubra los costos fijos al monopolista.

Una segunda solución es asumir que el regulador no hace ninguna transferencia y mas bien fija un precio mayor al costo marginal tal que los ingresos cubran el total de gastos operativos y fijos. En este sentido, si $t = 0$ implica por (3d) que $\lambda_2 > 0$; y por (3b): $1 + g = \lambda_1 + \lambda_2$; lo cual sugiere que $\lambda_1 > 0$ y, en consecuencia, tiene que ser cierto que existe un equilibrio contable entre los ingresos y gastos del monopolista, es decir $p(q)q = F + \theta q$.

El anterior equilibrio implica a su vez que las condiciones de optimización en producción del monopolista se mantienen, es decir,

$$p'(q)q + p = \theta \quad (5)$$

La igualdad en (5) expresa la identidad entre el ingreso y el costo marginal. En consecuencia, la condición (3a) puede expresarse como

$$\frac{\partial W}{\partial q} = S'(q) - \theta \geq -\lambda_1 [(p'(q)q + p(q) - \theta)] \quad (6)$$

Expresando (6) en términos de *markups*, se observa que

$$\frac{p - \theta}{p} \geq \frac{\lambda_1}{1 + \lambda_1} \cdot \frac{1}{\varepsilon} \quad (7)$$

donde la elasticidad precio es $\varepsilon < 0$; y $S'(p) = p$.⁶

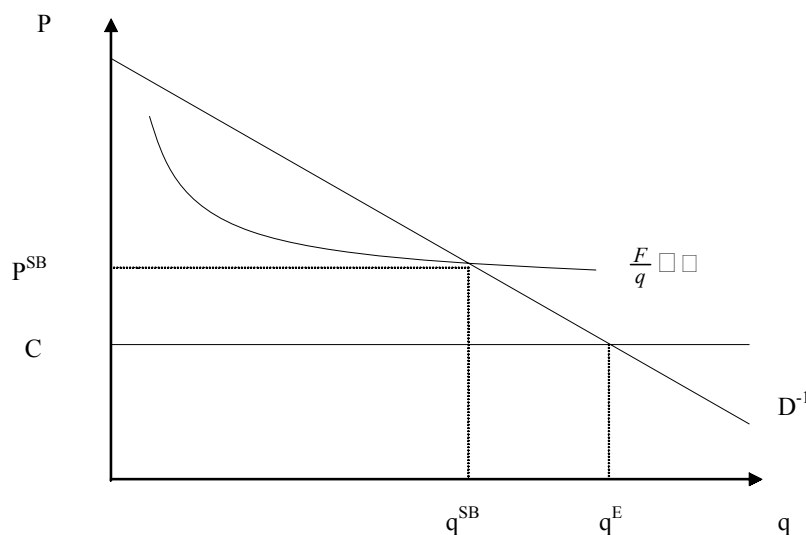
⁶ Nótese que $\frac{\partial}{\partial P} \left[\int_0^q P(x) dx \right] = P(q)$

El resultado en (7) expresa la solución clásica de precios de Ramsey por medio de la cual el regulador disminuye efectivamente el *markup* del monopolista a sus segundos precios óptimos (*second best*) —mayores a los costos marginales—, generando una producción menor a la de eficiencia. La Figura 1 ilustra geoméricamente la solución asociada al segundo óptimo que genera el regulador. El contrato óptimo en este caso está caracterizado por el vector

$$(t^*, p^*, q^*) = (0, p^{sb}, q^{sb}) \quad (8)$$

donde: *sb* significa segundo óptimo o *second best*.

Figura 1
Regulación costos marginales - Precios de Ramsey



La regulación por costos marginales o medios ha sido aplicada por las comisiones de regulación en Estados Unidos, por agencias gubernamentales en Europa occidental, y en América Latina desde los años cincuenta, especialmente en industrias de servicios públicos domiciliarios y de transporte. Las fórmulas utilizadas en la práctica son más complejas que la descrita en (7), y varían según la industria y el país. Las críticas más importantes a la regulación de costos marginales son las siguientes (Laffont y Tirole, 1993):

1. Costo de los fondos públicos. En términos del problema de maximización descrito, este precio sombra está dado por $\lambda = 1 + g$; entonces, cada peso que se transfiera le cuesta al consumidor $1 + g$. El recaudo de estos impuestos crea a su vez distorsiones en otros sectores no favorecidos por la regulación.

2. Crítica de *Coase*. Una segunda crítica proviene de la observación que hizo *Coase* en los años cuarenta, en la que se preguntaba cuál era el costo social asociado a los monopolios multiproducto cuando la regulación mantenía artificialmente uno o más de sus bienes o servicios. El ejemplo típico es el transporte férreo en donde la fijación de un precio medio global que garantice una tasa de retorno impide que la firma cierre la operación de sus líneas no rentables.
3. Incentivos. Esta crítica tampoco es nueva y señala que la ausencia de restricciones presupuestales por parte de la firma creará incentivos inapropiados para una reducción de costos o incrementos en la productividad por parte del monopolista.

Una cuarta crítica está asociada con el papel de la información incompleta, tema de análisis de la siguiente sección.⁷

III. REGULACIÓN DE MONOPOLIOS NATURALES CON INFORMACIÓN INCOMPLETA: SELECCIÓN ADVERSA

La regulación directa de costos pierde vigencia en la medida que el regulador pierde su capacidad de observar y monitorear el desempeño de la firma. Este factor se torna más relevante en escenarios donde los gobiernos han optado por estrategias de política económica de desregulación de mercados por medio de la eliminación de las barreras a la entrada y a la creación de incentivos para que la inversión privada participe en la provisión de infraestructura pública. En este sentido, los procesos de privatización y las reformas regulatorias han generado la necesidad de diseñar nuevos mecanismos de regulación efectiva que garanticen la viabilidad de estas reformas.

La experiencia inglesa es el ejemplo más dicente de innovación institucional. A mediados de los años ochenta el gobierno conservador comenzó a implementar una política general de desregulación que implicó la privatización de los sectores de telecomunicaciones, ferrocarriles, generación, transmisión y distribución de energía, gas natural, agua y saneamiento ambiental. Este proceso está ampliamente documentado en decenas de artículos y estudios sectoriales. Sin embargo, el libro de Armstrong, Cowan y Vickers (1994) sintetiza en un solo estudio la experiencia inglesa de una forma detallada, completa y rigurosa en cada uno de los sectores mencionados. Más recientemente, el estudio de Newbery (2000) resume la experiencia internacional

⁷ Un esquema general de diseño de instrumentos regulatorios ha sido la regulación por tasa de retorno (*rate of return regulation*). Este esquema ha tenido una larga tradición en la regulación de industrias de redes en Estados Unidos, pero por la limitación de espacio no se analiza en este artículo. Es importante señalar que en los años cincuenta y sesenta Estados Unidos fue uno de los pocos países en conservar propiedad privada en la prestación de servicios públicos domiciliarios e industrias de redes especialmente en telecomunicaciones. Una buena introducción al tema se encuentra en Berg y Tschirhart (1988), Viscusi *et al.* (1995). Un tratamiento más riguroso está en Laffont y Tirole (1993) y Laffont y Tirole (2000) para el sector de telecomunicaciones. Un análisis detallado del desempeño de la industria de las telecomunicaciones en Estados Unidos bajo la regulación por costos, y la más reciente por incentivos, se encuentra en Sappington y Weisman (1996).

sobre las reformas regulatorias en industria de redes para varios países de Europa, América Latina y Estados Unidos. El diseño de los nuevos instrumentos que introdujo Littlechild en Inglaterra ha servido como referencia para reformas posteriores en otros países. En particular la regulación de precios techo, conocida en la literatura internacional como *price cap* o *RPI-X regulation*,⁸ ha sido la principal contribución de cómo un problema de política económica implicó de manera simultánea una mayor producción académica que sustentara teóricamente los efectos sobre la eficiencia y bienestar económico derivados del uso de estos novedosos instrumentos.

El artículo de Baron y Myerson (1982) fue el primero en presentar un modelo de regulación basado en una relación de principal-agente cuando el regulador no conoce el verdadero tipo o estructura de costos de la firma. Este modelo de selección adversa, como lo anota Laffont (1994,) fue el primer paso para reformular el problema de regulación como *un problema de agencia* resaltando las distorsiones derivadas de la información incompleta. La estructura básica del modelo puede introducirse por medio de la representación de la forma extensa de un juego de información incompleta. La Figura 2 presenta el diagrama de árbol asociado al problema de agencia cuando el regulador (principal) tiene incertidumbre sobre el verdadero parámetro de costos marginales q del monopolista (agente). La solución de este juego es un equilibrio *Bayesiano de Nash* como concepto de equilibrio no cooperativo de negociación por medio del cual el regulador debe diseñar un mecanismo (contrato) que cumpla con las siguientes condiciones: i) que el regulador maximice su función objetivo, la cual bajo el supuesto de regulador benevolente maximizará el excedente social esperado; ii) que el contrato sea compatible, es decir, el agente prefiere un contrato asociado a su verdadero tipo, y iii) que el agente acepte el contrato de tal forma que la estrategia de revelar su verdadero tipo sea de equilibrio.

La lectura de los pagos es la siguiente: el regulador debe ofrecer una *transferencia* (t) tal que cubra los costos fijos y las operacionales de la firma. El precio asociado fijado debe ser cercano al segundo óptimo que minimice la renta de información del agente. Por su parte, la firma producirá una cantidad asociada al nivel segundo óptimo, lo cual implica que sus beneficios extra-económicos tiendan a cero. La transferencia que el regulador ofrece minimiza la asimetría de información en el sentido de que si el agente es ineficiente o de costos marginales altos sus beneficios son cero, pero si el agente es eficiente y si se declara ineficiente, el regulador le permite disfrutar de una *renta de información* obteniendo unos beneficios positivos. El asunto clave es entonces cómo el regulador determina y minimiza esta renta, y la distorsión en producción generada por la asimetría de información.

1. El modelo discreto de dos tipos

El problema de selección adversa implica que el regulador no conoce ni observa el tipo al que la firma pertenece.⁹ La versión más simple es el caso discreto, donde sólo

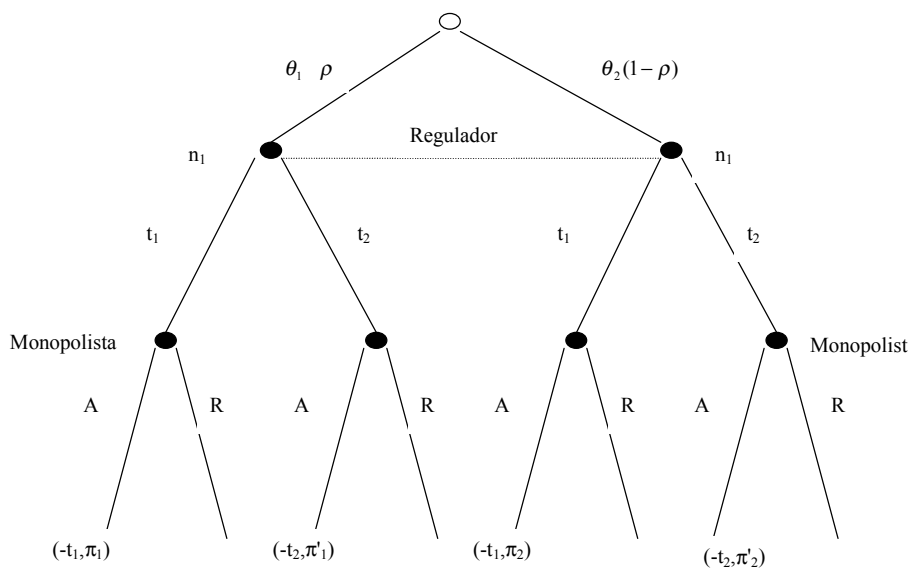
⁸ RPI = retail price index.

⁹ La descripción del modelo de dos tipos sigue el formato y la simbología del presentado para un caso más general en Laffont y Martimort (2002).

existen dos valores posibles del parámetro de costos marginales, es decir $\theta \in \{\theta_1, \theta_2\}$ y $\theta_2 - \theta_1 > 0$. Por otro lado, se asume que la firma provee un bien público que no es transable en el mercado, por lo tanto, el único ingreso que recibe el monopolista es la transferencia directa del regulador. De forma similar al modelo con información completa, defina:

1. La función de costos del monopolista: $C(q, \theta) = F + \theta q$; donde: $\theta \in \{\theta_1, \theta_2\}$; $\theta_1 < \theta_2$; $F =$ costos fijos; $q =$ nivel de producto, y $\theta_i =$ costo marginal del tipo $i = 1, 2$.
2. La función de beneficios del monopolista: $\Pi = t - C(q, \theta)$; donde: $t =$ valor de la transferencia directa del regulador a la firma.
3. El excedente del consumidor: $V(q, t) = S(q) - (1 + \lambda)t$; donde: $(1 + \lambda) =$ el costo de oportunidad de los fondos públicos, y $S(q) = \int_0^q P(x) dx$.

Figura 2
Forma extensa-regulación con selección adversa



donde: $t =$ transferencias del regulador, $\pi_1 > \pi'_1$; $\pi_2 > \pi'_2$.

4. La incertidumbre que tiene el principal sobre el verdadero tipo del agente viene dada por el parámetro r , que representa la probabilidad condicional de que el

monopolista sea eficiente. El regulador estima y actualiza esta probabilidad siguiendo la *regla de Bayes*.¹⁰

El regulador debe ofrecer un contrato que corresponda al verdadero tipo del agente y que éste acepte, debido a que el parámetro θ no es observado. En este sentido, el problema de maximización del regulador está sujeto a las restricciones de **incentivos-compatibles (IC)** y de **incentivos-racionales (IR)**. Los últimos también se denominan incentivos de participación. Las restricciones de incentivos compatibles señalan que el agente prefiere el contrato diseñado de acuerdo con su tipo:

$$t_1 - \theta_1 q_1 \geq t_2 - \theta_1 q_2 \quad (\text{IC}_1)$$

$$t_2 - \theta_2 q_2 \geq t_1 - \theta_2 q_1 \quad (\text{IC}_2)$$

donde: $\theta_1 < \theta_2; t_1 < t_2$.

Las restricciones de participación señalan que el contrato siempre será aceptado por el agente, y por simplicidad se asume que el costo de oportunidad del agente es cero.

$$t_1 - \theta_1 q_1 \geq 0 \quad (\text{IR}_1)$$

$$t_2 - \theta_2 q_2 \geq 0 \quad (\text{IR}_2)$$

En resumen, las restricciones IC e IR definen el conjunto de posibilidades disponibles para el menú de contratos que pueden ser diseñados por el regulador. Ahora bien, si se suman las dos restricciones de compatibilidad de incentivos se deriva una propiedad adicional que se conoce como la *propiedad de implementabilidad* de los contratos, es decir

$$IC_1 + IC_2 \Rightarrow q_1(\theta_2 - \theta_1) \geq q_2(\theta_2 - \theta_1) \quad (\text{IP})$$

Entonces, la condición IP implica que un contrato es implementable cuando la producción de la firma eficiente es mayor o igual a la producción de la firma no eficiente. Por otra parte, el hecho de que el agente esté mejor informado sobre la verdadera naturaleza de las cosas implica una ventaja que se traduce en la posibilidad de obtener rentas de información. Considérese que el menú de contratos $\{(t_1, q_1), (t_2, q_2)\}$ satisface las propiedades IC. Los beneficios que obtendría la firma eficiente si éste decidiera *imitar* a la firma ineficiente serían iguales a

$$t_2 - \theta_1 q_2 = t_2 + q_2(\theta_2 - \theta_1) - \theta_2 q_2$$

¹⁰ Por esta razón los juegos de información incompleta se denominan juegos bayesianos. Esta probabilidad condicional refleja la **creencia previa** que el regulador tiene sobre el verdadero tipo del agente.

lo que equivale a

$$t_2 - \theta_1 q_2 = \Pi_2 + \Delta \theta q_2 \quad (9)$$

Entonces, si la firma eficiente se declara como ineficiente obtendría unos beneficios mayores a los asociados a la firma no eficiente. El segundo término de (9) indica el tamaño de renta de información. Este resultado ilustra un punto central de la teoría de contratos y es que el agente siempre tiene la posibilidad de declararse o revelar un tipo equivocado. Las restricciones de compatibilidad de incentivos controlan esta situación.

2. El problema de maximización del principal

La existencia de rentas de información indica que el principal (regulador) conoce esta situación y por lo tanto debe minimizar estas transferencias por medio de un contrato que sea efectivo, implementable y eficiente. Al definir a como la probabilidad de que la firma sea eficiente, en consecuencia el regulador maximizará el excedente social esperado sujeto a las restricciones de compatibilidad y participación:

$$\underset{q_1, q_2, t_1, t_2}{Max} \quad EW = \alpha[S(q_1) - (1 + \lambda)t_1 + t_1 - \theta_1 q_1] + (1 - \alpha)[S(q_2) - (1 + \lambda)t_2 + t_2 - \theta_2 q_2] \quad (10)$$

sujeto a: IC_1, IC_2, IR_1, IR_2

La función objetivo cambia cuando existe información incompleta en relación con la del modelo de información completa. El equilibrio de Nash, el cual es la solución analítica de (10), representa las acciones de equilibrio que utiliza el jugador como respuesta estratégica a su rival. Estas acciones son las que maximizan en todos los casos sus pagos esperados.

La función EW se puede expresar de forma alternativa. El término entre llaves que aparece en (10), haciendo caso omiso de los subíndices, puede describirse:

$$S(q) - (1 + \lambda)t + t - \theta q = S(q) - (1 + \lambda)\theta q - \lambda \Pi; \text{ donde } \Pi = t - \theta q \quad (11)$$

Sustituyendo (11) en (10), y arreglando términos

$$EW = \alpha[S(q_1) - (1 + \lambda)\theta_1 q_1] + (1 - \alpha)[S(q_2) - (1 + \lambda)\theta_2 q_2] - \lambda[\alpha \Pi_1 + (1 - \alpha)\Pi_2] \quad (12)$$

El excedente social esperado EW en (12) expresa dos componentes. Uno es un componente de eficiencia que el regulador desea imponer. El otro es la renta de información esperada por el agente y equivalente al término: $\lambda[\alpha \Pi_1 + (1 - \alpha)\Pi_2]$. En otras palabras, EW expresa el excedente social neto del pago que debe hacerse al agente por concepto de su renta de información. Las restricciones IC pueden expresarse en términos de rentas de información como:

$$\Pi_1 \geq \Pi_2 + \Delta\theta q_2 \quad (13a)$$

$$\Pi_2 \geq \Pi_1 - \Delta\theta q_1 \quad (13b)$$

y las restricciones de participación:

$$\Pi_1 \geq 0; \Pi_2 \geq 0 \quad (13c)$$

El problema del principal consiste en maximizar EW sujeto a las restricciones de compatibilidad y participación (13a)-(13c). Si este problema se resuelve tal como está planteado con cuatro restricciones, es común encontrar muchas posibles soluciones al verificar las condiciones de K-T. El problema puede resolverse de una forma alternativa. Un atajo es tratar de simplificarlo, eliminando una o más restricciones. La intuición en este punto radica en la eliminación de la restricción, esto implicará una expansión del conjunto convexo al que la solución pertenece, pero si la solución está incluida en el conjunto original no hay problema en hacer dicha simplificación. Es decir, la estrategia es hallar la solución al programa subrestringido y mostrar que ésta es la solución al programa global (Fudenberg y Tirole, 1991).

En la literatura de selección adversa, conocer que en problemas de incentivos bien definidos en términos de concavidad, por lo menos una restricción IC y otra IR no son efectivas si las otras dos contrapartes se cumplen, constituye un resultado estándar. Para el caso de las restricciones (13a)-(13c) puede mostrarse que IR_1 e IC_2 son las restricciones no activas del problema.

Prueba

Asuma que $\Pi_2 = 0 \Rightarrow \Pi_1 \geq \Delta\theta q_2$; por lo tanto $\Pi_1 > 0, \forall q_2 > 0$. En consecuencia IR_1 es una restricción no efectiva.

Dado que $\Pi_1 > 0$, implica por IC_2 que $\Pi_2 + \Delta\theta q_1 \geq \Pi_1$, y por la condición de implementabilidad $q_1 > q_2 \Rightarrow \Delta\theta q_1 > \Delta\theta q_2$, se concluye que si $IC_1 = 0 \Rightarrow IC_2 = 0$; y se puede eliminar IC_2 del problema. Q.E.D

Intuitivamente, si la condición $\Pi_2 = 0$ se satisface, entonces los productores más eficientes —tipo θ_1 — estarán dispuestos a participar puesto que podrían producir una cantidad $t_2 - \theta_1 q_2 \geq 0$, recibir t_2 , y obtener una ganancia igual a $t_2 - \theta_1 q_2 \geq 0$. Por esto se omite la restricción $\Pi_1 \geq 0$. De forma similar, al dejar por fuera IC_2 el regulador tiene como objetivo inducir a la(s) empresa(s) eficiente(s) a revelar que tienen costos más bajos y no lo contrario.

El problema de maximización del principal se simplifica a

$$\underset{q_1, q_2}{Max} EW = \alpha[S(q_1) - (1 + \lambda)\theta_1 q_1] + (1 - \alpha)[S(q_2) - (1 + \lambda)\theta_2 q_2] - \lambda[\alpha\Pi_1 + (1 - \alpha)\Pi_2] \quad (14)$$

$$\text{Sujeto a: } \Pi_1 = \Delta\theta q_2; \Pi_2 = 0 \quad (15)$$

Sustituyendo las restricciones (15) en (14), las condiciones de primer orden del problema son:

$$\frac{\partial EW}{\partial q_1} = \alpha[S'(q_1) - (1 + \lambda)\theta_1] = 0 \quad (16a)$$

$$\frac{\partial EW}{\partial q_2} = -\alpha\lambda\Delta\theta + (1 - \alpha)[S'(q_2) - (1 + \lambda)\theta_2] = 0 \quad (16b)$$

Arreglando términos y despejando precios

$$P_1^{*sb} = (1 + \lambda)\theta_1 \quad (17a)$$

$$P_2^{*sb} = (1 + \lambda)\theta_2 + \frac{\alpha}{1 - \alpha}\lambda\Delta\theta \quad (17b)$$

donde: $S'(p) = P$.

Los resultados (17a) y (17b) son los principales del modelo de B y M. La primera igualdad indica que el precio segundo óptimo de la firma eficiente tiende al costo marginal si el costo de oportunidad de los fondos públicos es despreciable, $\lambda \rightarrow 0$. En este caso, la producción del tipo eficiente será equivalente a su producción de eficiencia. La segunda igualdad señala cuál es el precio segundo óptimo si la firma se declara como *ineficiente*. En este caso la firma recibiría una renta de información que es igual al segundo término de (17b). Lo anterior también implica que su nivel de producción es menor a su nivel de eficiencia. Teniendo en cuenta las restricciones del problema, las transferencias asociadas a los precios solución segundos óptimos son:

$$\text{Tipo eficiente: } t_1^{sb} = \theta_1 q_1^e + \Delta\theta q_2; \text{ tipo ineficiente: } t_2^{sb} = \theta_2 q_2^{sb}.$$

En consecuencia, si el monopolista es ineficiente no obtiene renta de información, pero si éste es eficiente el regulador le permite, a través de su menú de contratos, obtener alguna renta positiva bajo la condición de que éste produzca su nivel de eficiencia. Nótese también que el conflicto entre eficiencia y extracción de renta está ilustrado por la condición (16b), donde

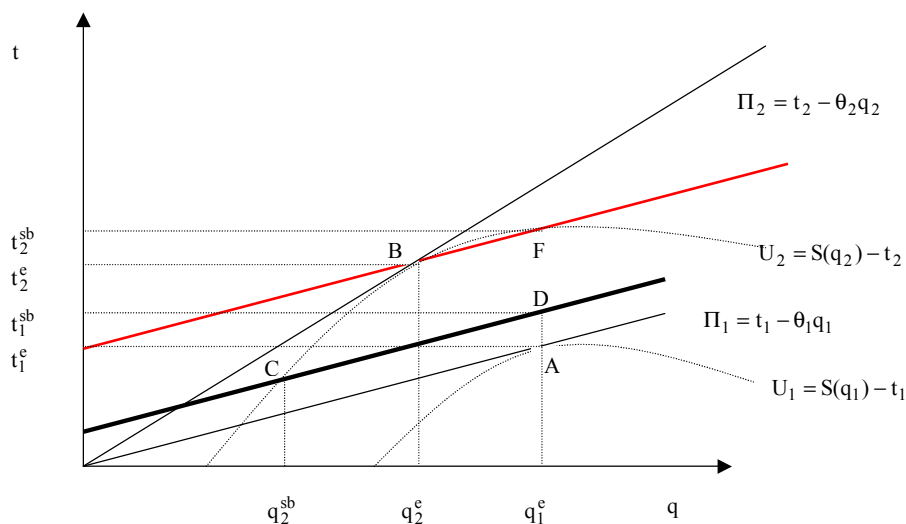
$$(1 - \alpha)[P_2 - (1 + \lambda)\theta_2] = \alpha\lambda\Delta\theta \quad (18)$$

El lado izquierdo de la identidad expresa la ganancia o *eficiencia marginal esperada* (EME) por el principal, mientras que el lado derecho es el costo o *renta de información esperada* (RIE) al que el principal debe renunciar para transferirlo al agente. Un incremento *infinitesimal* en la producción del tipo ineficiente Δq_2 , disminuye la distorsión entre la producción asociada al segundo óptimo y la de eficiencia, y el principal incrementa *marginalmente* el bienestar social esperado en un monto igual a

$$\Delta EW = \Delta q_2 [EME - RIE] > 0 \quad (19)$$

En el segundo óptimo el principal no está dispuesto a incrementar o disminuir la producción del tipo ineficiente ya que no se puede incrementar más allá el bienestar social. La solución del modelo con selección adversa es una solución *Pareto* inferior en relación con la solución de eficiencia, la cual se ilustra en la Figura 3. El menú de contratos compatibles y de participación está representado por la recta que cruza los puntos (C, D) que ilustra la distorsión en la producción del tipo no eficiente: $q_2^e - q_2^{sb} > 0$, y las transferencias que el agente obtiene si es eficiente $t_1^{sb} > t_1^e$. Otro menú de contratos que también es compatible es el representado por la recta que cruza los puntos (B, F), donde el regulador elimina la distorsión en producción del tipo ineficiente, pero que claramente es muy costoso en términos de las transferencias que el regulador debe asegurar al monopolista.

Figura 3
Menú de contratos implementables con información incompleta



Rev. Econ. Ros. Bogotá (Colombia) 5 (1): 11-35, junio de 2002

IV. RIESGO MORAL Y GESTIÓN

Esta sección describe el modelo básico de gestión (*procurement*) debido a Laffont y Tirole (1986), quienes formulan un modelo mixto que incorpora la asimetría de información de riesgo moral con la de selección adversa. En este modelo el principal (regulador) busca incentivar al agente (monopolista) a realizar un *esfuerzo* tal que se manifieste en ganancias en eficiencia, reducción de costos y una mayor producción de equilibrio. El *esfuerzo* es una variable no neutral ya que representa un costo o desutilidad al agente. En este contexto el principal no está en capacidad de observar la *acción* tomada por el agente sino la consecuencia de ésta. Por ejemplo, en contratos de distribución el proveedor (principal) observa las ventas del distribuidor (agente) pero no el nivel de esfuerzo representado en horas de trabajo o atención al cliente. Más aún, el esfuerzo puede ser también costoso para el principal especialmente en la provisión de bienes públicos. En este sentido, el esfuerzo podría asimilarse a la diligencia, calidad y supervisión que las firmas de ingeniería ponen en a su trabajo. Un bajo esfuerzo es muy probable que lleve a una pobre calidad en las obras públicas lo cual es costoso para el regulador (principal).¹¹

El modelo de gestión Laffont y Tirole combina dos problemas de agencia: i) selección adversa, y ii) riesgo moral. El primero captura la información incompleta sobre el tipo verdadero del agente, mientras que el segundo se refiere a las acciones del agente ocultas para el principal. Ahora bien, el problema de riesgo moral en el modelo de regulación es *restringido* en comparación con los modelos de referencia básicos. La relación entre tipos, esfuerzos y transferencias en este caso es totalmente determinística. En otras palabras, existe una función de producción $Q = f(\theta, e)$ que depende de los tipos (θ) y el esfuerzo (e). El nivel de producto es observable ex-post. El principal en el diseño del contrato puede estipular una *meta* para Q , lo cual implicaría que dado el tipo θ , el esfuerzo quedaría determinado por una función implícita $E(\theta, Q)$ donde: $Q = g(\theta, E(\theta, Q))$. En este sentido, el agente no tiene completa libertad de elegir el nivel de esfuerzo asociado a la decisión de cuánto producir. Este modelo, por lo tanto, pertenece a la familia de modelos mixtos con “falso riesgo moral” (*false moral hazard*) (Laffont y Martimort, 2002).

El modelo discreto con dos tipos y dos niveles de esfuerzo

Considere un bien público indivisible —como la construcción de un puente—, en el cual el esfuerzo toma un valor discreto $e = \{0,1\}$. Siguiendo el formato del modelo de Baron y Myerson defina entonces las siguientes funciones y variables:

¹¹ Una completa introducción al modelo de riesgo moral (moral hazard) se encuentra en Laffont y Martimort (2002), Prescott (1999), Salanie (1997), Kreps (1990).

1. La función de costos del monopolista: $C = \theta - e$, para $q = 1$ (un puente) y costos fijos $F = 0$. El vector de tipos viene definido por $\Theta = \{\theta_1, \theta_2\}$ donde: $\theta_1 < \theta_2$; e minúscula denota el *esfuerzo administrativo* de la firma constructora de ingeniería el cual toma dos valores: no hacer esfuerzo ($e = 0$), o ejercer un nivel positivo ($e = 1$). El costo total de construcción C es una variable observable por el regulador.
2. Función de desutilidad del agente: $\psi(e)$; donde: $\psi'(e) > 0$, $\psi''(e) > 0$. Esta función indica que el esfuerzo tiene un costo para el agente el cual es positivo y se incrementa a una tasa creciente.
3. El excedente del consumidor: $V(1, t) = S - (1 + \lambda) \cdot \hat{t}$; donde: S es el nivel de excedente social asociado a la disponibilidad del bien público, \hat{t} son las transferencias brutas que hace el principal [$\hat{t} = t + C$], y el término $(1 + \lambda)$ denota el costo de oportunidad de los fondos públicos.
4. La función de beneficios del monopolista: $\Pi = t - \psi(e)$; donde: $\Pi > \Pi_0$. Los beneficios del monopolista (utilidad del agente) deben ser mayores a un nivel de reserva Π_0 . El nivel de reserva que el regulador tiene como referencia es un nivel de ingresos que permita la viabilidad económica de largo plazo de la firma, es decir $\Pi_0 \geq 0$.

El problema del regulador, dadas las anteriores definiciones, es ofrecer un contrato que sea aceptado por el agente y que éste adopte una estrategia de equilibrio tal que revele su tipo al principal. En este sentido, el problema de optimización del principal es, como en el caso de selección adversa, maximizar la función esperada de bienestar social sujeto a las restricciones de incentivos compatibles y de participación. El bienestar social está definido como agregado del excedente de los consumidores y el beneficio total del monopolista, es decir

$$W = V(1, \hat{t}) + \Pi(t, e) \Rightarrow W = [S - (1 + \lambda)(t + \theta - e)] + [t - \psi(e)] \quad (20)$$

$$\text{donde: } \hat{t} = t + (\theta - e)$$

Esta función puede reescribirse como

$$W = S - (1 + \lambda)(\theta - e + \psi(e)) - \lambda \Pi \quad (21)$$

La ecuación (21) define el bienestar social como la diferencia entre el excedente del consumidor asociado al proyecto con su costo total, y el nivel de utilidad de reserva del agente. Una característica de esta función es que al regulador no le gusta renunciar a las rentas que debe traspasar al agente [$\partial W / \partial \Pi < 0$], y por lo tanto siempre tratará de minimizar esta transferencia. Con información incompleta sobre tipos y niveles de

esfuerzo el regulador maximizará el beneficio esperado sujeto a las restricciones de participación y de incentivos compatibles. El regulador diseña un contrato con base en las variables que son observables (t, C) , pero internalizando la incertidumbre sobre el vector de tipos $\{\theta_1, \theta_2\}$ y de acciones $\{0,1\}$.

Por construcción y definición de la función de costos, el esfuerzo puede expresarse como $e = \theta - C$. Si $e > 0$ implica una disminución en costos y la utilidad del agente puede reescribirse como $\Pi = t - \psi(\theta - C)$. Esta sustitución permite eliminar una de las asimetrías y replantear el problema en términos de selección adversa. Las restricciones de incentivos compatibles del problema son

$$t_1 - \psi(\theta_1 - C_1) \geq t_2 - \psi(\theta_1 - C_2) \quad (\text{IC}_1)$$

$$t_2 - \psi(\theta_2 - C_2) \geq t_1 - \psi(\theta_2 - C_1) \quad (\text{IC}_2)$$

donde: $\theta_1 < \theta_2$; $C_1 < C_2$; $t_1 < t_2$, y las restricciones de participación del monopolista vienen dadas por

$$t_1 - \psi(\theta_1 - C_1) \geq 0 \quad (\text{IR}_1)$$

$$t_2 - \psi(\theta_2 - C_2) \geq 0 \quad (\text{IR}_2)$$

El principal maximizará la función de bienestar social esperado sujeto a las restricciones IC e IR. Ahora bien, como en el modelo de Baron y Myerson es necesario identificar cuáles son las restricciones que se pueden eliminar del problema. Sin pérdida de generalidad puede mostrarse que la restricción de racionalidad del tipo eficiente (IR_1) y la de incentivos compatibles del tipo ineficiente (IC_2) no son efectivas si sus contrapartes lo son.

Prueba

Asuma que $\Pi_1 > 0 \Rightarrow \text{IR}_1 > 0$; y por $\text{IC}_1 \Rightarrow \Pi_1 > t_2 - \psi(\theta_1 - C_2)$; pero como las transferencias netas del agente ineficiente son $t_2 = \Pi_2 + \psi(\theta_2 - C_2)$, por lo tanto si $\Pi_2 = 0$ implica que $\Pi_1 > \psi(\theta_2 - C_2) - \psi(\theta_1 - C_2) > 0$. En consecuencia, si $\text{IR}_2 = 0 \Rightarrow \text{IR}_1$ no es una restricción activa ya que la firma eficiente puede declararse como ineficiente.

Por otra parte, asuma que $\text{IC}_1 = 0 \Rightarrow t_1 - \psi(\theta_1 - C_1) = t_2 - \psi(\theta_1 - C_2)$, es decir, $\psi(\theta_1 - C_2) - \psi(\theta_1 - C_1) = t_2 - t_1$. Denote el lado izquierdo de la igualdad $\Phi(e)$. Pero $C_2 > C_1$ por implementabilidad. Por lo tanto, si $\Phi(e) < 0$, y si $t_1 > 0 \Rightarrow t_2 \leq 0$. Si no se causan transferencias al tipo ineficiente se concluye que $\text{IC}_2 < 0$. Q.E.D

Si se define α como la probabilidad condicional de que el agente sea eficiente, entonces el problema del regulador es maximizar $EW = \alpha W + (1 - \alpha)W$ sujeto a IC_1 e IR_2 . Dado que estas restricciones son efectivas, entonces pueden sustituirse en la función objetivo para poder así deducir las transferencias óptimas (restringidas) del problema. La perspectiva del regulador es poder inferir el nivel de esfuerzo, pagar más a la firma eficiente y simultáneamente inducir a un menor esfuerzo por parte de la firma ineficiente. En este sentido, la restricción de compatibilidad del tipo eficiente puede expresarse como:

$$\Pi_1 \geq \Pi_2 + \psi(e_2) - \psi(\theta_1 - C_2) \quad (22)$$

Suponga que la firma eficiente se declara como ineficiente, entonces

$$\psi(\theta_1 - C_2) = \psi(e_2 - \Delta\theta) \quad (23)$$

donde las rentas de información están dadas por $\Delta\theta$ porque el producto $q = 1$ (por ejemplo, un puente).¹² Sustituyendo (23) en (22) los beneficios de la firma eficiente son

$$\Pi_1 \geq \Pi_2 + \psi(e_2) - \psi(\theta_1 - C_2) \Rightarrow \Pi_1 \geq \Pi_2 + \Phi(e_2) \quad (24)$$

Si el regulador, con base en los costos y transferencias, fija $\Pi_2 = 0$, entonces la ecuación (24) determina la renta de información de la firma eficiente a través de la desutilidad asociada al esfuerzo. Dado que $\Phi'(e) > 0$ implica que el agente puede obtener mayores rentas de información en la medida que se induce a un mayor esfuerzo. Teniendo en cuenta (21) y (24), el problema de maximización del principal puede expresarse como:

$$\underset{\{(\Pi_1, \Pi_2), (e_1, e_2)\}}{\text{Max}} \quad EW = \alpha[S - (1 + \lambda)(\theta_1 - e_1 + \psi(e_1)) - \lambda\Pi_1] + (1 - \alpha)[S - (1 + \lambda)(\theta_2 - e_2 + \psi(e_2)) - \lambda\Pi_2] \quad (25)$$

sujeto a: $\Pi_1 = \Phi(e_2)$; $\Pi_2 = 0$

Sustituyendo las restricciones en la función objetivo, el problema de maximización queda expresado en términos de niveles de esfuerzo, así:

$$\underset{\{e_1, e_2\}}{\text{Max}} \quad EW = \alpha[S - (1 + \lambda)(\theta_1 - e_1 + \psi(e_1)) - \lambda(\psi(e_2) - \psi(e_2 - \Delta\theta))] + (1 - \alpha)[S - (1 + \lambda)(\theta_2 - e_2 + \psi(e_2))] \quad (26)$$

Las condiciones de primer orden del problema son

¹² Nótese que si $\bar{q} > 1$ entonces el monto de renta por información que el principal permite es de $\Delta\theta\bar{q}$.

$$\frac{\partial EW}{\partial e_1} = -\alpha(1+\lambda)(-1+\psi'(e_1)) = 0 \Rightarrow \psi'(e_1) = 1 \vee e_1 = e^* \quad (27a)$$

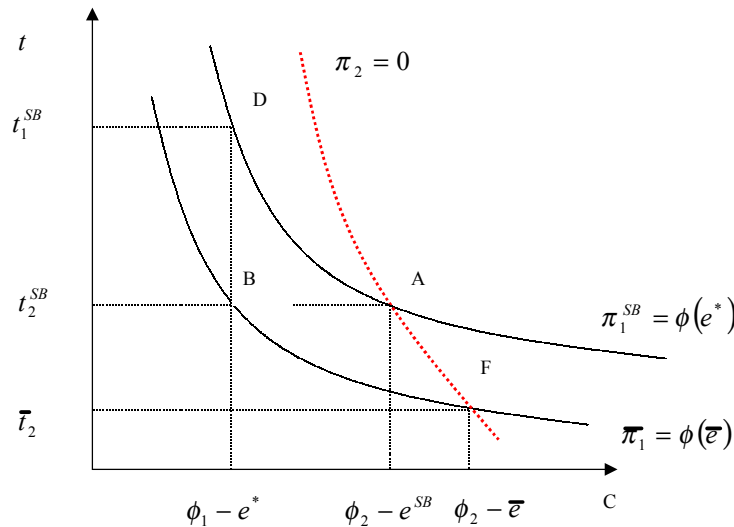
$$\frac{\partial EW}{\partial e_2} = -\alpha\lambda\Phi'(e_2) - (1-\alpha)(1+\lambda)(-1+\psi'(e_2)) = 0 \Rightarrow \psi'(e_2) = 1 - \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{\lambda}{1-\lambda} \Phi'(e_2) \quad (27b)$$

donde: $\Phi(e_2) = \psi(e_2) - \psi(e_2 - \Delta\theta)$

Las condiciones (27a) y (27b) son los resultados principales del modelo que describen los contratos segundos óptimos. En particular, la primera condición dice que si la firma es eficiente, ésta fija su nivel de esfuerzo equivalente al primer óptimo y el regulador le permite disfrutar de rentas de información equivalentes a $\Phi(e^*)$. La segunda condición, por su parte, señala que en orden de disminuir las rentas de información la firma ineficiente es inducida a proveer un esfuerzo menor a su primer óptimo, es decir: $e_2 < e^*$. Nótese que el modelo con información completa arroja el resultado estándar de riesgo moral: el regulador exige un único nivel de esfuerzo asociado al primer óptimo e^* . Información asimétrica obliga al principal a renunciar a rentas que transfiere al agente. Sin embargo, la respuesta estratégica del regulador es *generar* distorsiones de las asignaciones primeras óptimas hacia esquemas segundos óptimos. En este sentido, un incremento en el esfuerzo será compensado con mayores transferencias a la firma eficiente y con menores a la ineficiente.

Figura 4

Modelo de gestión: implementación de contratos con selección adversa y riesgo moral



Rev. Econ. Ros. Bogotá (Colombia) 5 (1): 11-35, junio de 2002

Estos esquemas de compensación se denominan esquemas de incentivos con alto poder (*high powered incentive schemes*) (Laffont y Tirole, 1993). La Figura 4 describe el equilibrio para el agente eligiendo un nivel de esfuerzo y para el principal ofreciendo una transferencia. Su lectura es la siguiente: en el punto A la solución del tipo eficiente coincide con la del tipo ineficiente, no existen entonces incentivos para desviarse debido a que la firma *ineficiente* (tipo θ_2) elige un nivel de esfuerzo (e_2) tal que se garantiza la condición de cierre. Si la firma es *eficiente* (tipo θ_1) obtiene unas rentas de información equivalentes a $\Phi(e^*)$. Ahora, si el regulador exige a la firma eficiente un mayor esfuerzo tal que $e^* = e^{sb} + \Delta\theta$, entonces debe pagar unas mayores transferencias ($t_1^{sb} > t_2^{sb}$) aun cuando el agente es indiferente entre las dos compensaciones (A vs. D). La distorsión sugerida por el modelo es reducir el esfuerzo de la firma no eficiente. Esta desviación está representada por el movimiento de $A \rightarrow F$. Este equilibrio es asociado a un nivel de esfuerzo $\bar{e} < e^{sb}$ donde la firma ineficiente subofrece esfuerzo y la firma eficiente es indiferente entre las asignaciones F y B ($\bar{t}_2 \sim t_2^{sb}$). El efecto neto es que el principal disminuye los pagos que hace por rentas de información pero esto su vez causa una disminución en valor de la función de bienestar evaluada en el nuevo equilibrio.

La implicación de política económica del anterior resultado es que el contrato que el regulador ofrece a la firma tiene costos compartidos por los cuales el agente selecciona de forma voluntaria el nivel de esfuerzo como estrategia de equilibrio y revela su tipo. En este sentido, únicamente la firma eficiente tiene incentivos para reducir sus costos o incrementar su esfuerzo. La regulación de precios techo (*price-caps*) implica el diseño de contratos con riesgo compartido y que en presencia de riesgo moral se minimice el pago por rentas de información por parte del regulador.

V. COMENTARIOS FINALES

En las secciones anteriores se describieron en forma detallada y completa los modelos básicos de regulación de monopolios naturales con selección adversa en su versión discreta de dos-tipos, y el de gestión con riesgo moral. El resultado más importante es que las asimetrías en información son costosas para la sociedad. El regulador debe entonces diseñar mecanismos tales que promuevan la eficiencia y que disminuyan las transferencias de rentas al agente. Los modelos descritos son el punto de partida en la ya amplia literatura de la teoría de contratos y la nueva economía de la regulación. Las extensiones más importantes están descritas en Laffont y Tirole (1993), quienes estudian una gran variedad de contratos compatibles e implementables aplicados a diversos problemas de gestión y regulación. Sobre el particular, el marco analítico del principal-agente es aplicado en una forma magistral teniendo en cuenta múltiples dimensiones cuando el regulador se enfrenta a varios agentes, o existen diversos principales, así como en aplicaciones a los casos de firmas multiproducto, regulación de calidad y subastas. Otras extensiones están relacionadas con el estudio de modelos dinámicos representados en la renegociación de contratos y compromisos previos. En todos los casos, las extensiones capturan las consecuencias de problemas con una o dos asimetrías en las que el regulador no conoce el verdadero tipo del agente, o monitorean el nivel de esfuerzo con el fin de

incrementar su eficiencia. El modelo de Laffont y Tirole (1986) es un modelo de selección adversa y riesgo moral. La implicación más importante de la solución del modelo es que desde el punto de vista del regulador es óptimo ofrecer e implementar un esquema de contratos que sigan esquemas de compensación *precios techo* tal que para el tipo eficiente sea óptimo incrementar su esfuerzo y beneficios por ganancias en productividad. La teoría de contratos ha servido de herramienta en investigaciones en curso sobre competencia en industria de redes (Laffont y Tirole, 1996); (Laffont, Rey y Tirole, 1998), subastas, renegociación de contratos y captura regulatoria (Laffont y Tirole, 1990, 1993; Rey y Salanie, 1996).

La implementación y el diseño de instrumentos de política regulatoria en industria de redes y servicios públicos domiciliarios tienen el gran reto de incorporar estas ideas derivadas de la teoría de contratos para minimizar de esta forma los costos asociados a las rentas de información.

BIBLIOGRAFÍA

Armstrong, M., Cowan S., Vickers, J. (1994). *Regulatory Reform: Economic Analysis and British Experience*, MIT Press: Cambridge.

Baron, D., Myerson, R. (1982). "Regulating a Monopolist with Unknown Costs". *Econometrica* 50, 911-930.

Baumol, W., Panzar, J., Willig, R. (1982). *Contestable Markets and the Theory of Industry Structure*, Harcourt Brace Jovanovitch: New York.

Berg, S., Tschirhart, J. (1988). *Natural Monopoly Regulation*. Cambridge University Press: Cambridge.

Borenstein, S. (1992). "The Evolution of the U.S. Airline Industry". *Journal of Economic Perspectives* 6, 45-73.

Braeutigam, R. (1979). "Optimal pricing with Intermodal Competition". *American Economic Review* 69, 38-49.

Braeutigam, R. (1989). "Optimal Policies for Natural Monopolies". En Schmalensee, R., Willig, (Eds.), *Handbook of Industrial Organization*. Elsevier Science: Amsterdam.

Demsetz, (1968). "Why Regulate utilities?". *Journal of Law and Economics* 11, 55-65.

Fudenberg, D., Tirole, J. (1991). *Game Theory*. MIT Press: Cambridge.

Kahn, A. (1988), "Surprises of the Airline Deregulation". *American Economic Review* 78, 316-322.

Rev. Econ. Ros. Bogotá (Colombia) 5 (1): 11-35, junio de 2002

Kreps, D. (1990). *A Course in Microeconomic Theory*. Princeton University Press: Princeton.

Laffont, J. J. (1994). "The New Economics of Regulation: ten years after", *Econometrica* 62, 507-537.

Laffont, J. J. (1996). "The French Electricity Industry". En Gilbert, R. Kahn, E., (Eds.), *International Comparisons of Electricity Regulation*. Cambridge University Press: Cambridge; 406-456.

Laffont, J. J. Martimort, D. (2002). *The Theory of Incentives: the principal agent model*. Princeton University Press: Princeton.

Laffont, J. J. Rey, P., Tirole, J. (1998). "Network Competition: overview and nondiscriminatory pricing", *Rand Journal of Economics* 29, 1-37.

Laffont, J. J. Tirole, J. (1986), "Using Cost Observation to Regulate Firms". *Journal of Political Economy* 94, 614-641.

Laffont, J. J. Tirole, J. (1990). "Adverse Selection and Renegotiation in Procurement". *Review of Economic Studies* 57, 597-626.

Laffont, J. J. Tirole, J. (1993). *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*. MIT Press: Cambridge.

Laffont, J. J. Tirole, J. (1996). "Creating Competition through Interconnection: Theory and Practice". *Journal of Regulatory Economics* 10, 227-256.

Laffont, J. J. Tirole, J. (2000). *Competition in Telecommunications*, Munich Lectures in Economics. MIT Press: Cambridge.

Newbery, D. (2000). *Privatization, Restructuring, and Regulation of Network Utilities*. MIT-Press: Cambridge.

Pombo, C. (2001). "Regulatory Reform in Colombia's Electric Utilities". *Quarterly Review of Economics and Finance* 41, 683-711.

Prescott, E. (1999). "A Primer on Moral-Hazard Models". *Federal Reserve Bank of Richmond Economic Quarterly* 85, 47-77.

Rey, P., Salanie, B. (1996). "On the Value of Commitment with Asymmetric Information". *Econometrica* 64, 1395-1414.

Salanie, B. (1997). *The Theory of Contracts*, MIT Press: Cambridge.

Rev. Econ. Ros. Bogotá (Colombia) 5 (1): 11-35, junio de 2002

Sappington, D., Weisman, D. (1996), *Designing Incentive Regulation for the Telecommunications Industry*, MIT Press: Cambridge.

Viscusi, K., Vernon, J., Harrington, J. (1995). *Economics of Regulation and Antitrust*. MIT Press: Cambridge.