

Anexo

Anexo A

Planteamiento general del esquema Agente - Principal

La construcción del esquema del contrato incluye los siguientes elementos:

e = esfuerzo laboral, $e \in [\underline{e}, \hat{e}]$ bajo y alto respectivamente

$\Pi(e, \varepsilon)$, es el beneficio del Principal en función del esfuerzo y una variable aleatoria ε

$w(\Pi(e, \varepsilon))$ = función de salarios

$E[\Pi(e, \varepsilon) - w(\Pi(e, \varepsilon))]$ = ganancias esperadas dado el esfuerzo laboral e

ε

$E[U(w(\Pi(e, \varepsilon)), e)]$ = utilidad esperada del agente dado el esfuerzo laboral e

ε

El agente por su parte busca maximizar su utilidad, con el mínimo esfuerzo posible, por lo tanto:

$$\text{MAX}_e E_{\varepsilon} [U(w(\Pi(e, \varepsilon)), e)]$$

El principal por su parte, busca maximizar su ganancia esperada sujeta a las restricciones de participación e incentivos del Agente; busca inducirlo, vía salarios a que realice un esfuerzo laboral que maximice sus beneficios:

$$\text{MAX}_{w(\Pi(e, \varepsilon))} E [\Pi(e, \varepsilon) - w(\Pi(e, \varepsilon))]$$

sujeto a

$$E_{\varepsilon} U(w(\Pi(e, \varepsilon)), e)$$

dado que $e^* = \text{Argmax}_e E[U(w(\Pi(e^*, \varepsilon)), e^*)] \geq \underline{U}$ donde \underline{U} es la utilidad de reserva del Agente

Bajo *información perfecta*, es decir, si el esfuerzo fuera observable la única restricción válida sería la de participación. Por lo tanto, al Agente se le pagaría un salario w_c igual a su utilidad de reserva, el Principal asume todo el riesgo.

$$E_{\varepsilon} [U(w)] = \underline{U} \quad \text{donde } W_c \text{ es un salario constante}$$

Bajo información imperfecta

En este caso algunos elementos para abordar el problema cambian, el Agente puede desempeñar dos tipos de esfuerzo \hat{e} alto, y \underline{e} , donde qué tipo de esfuerzo hace el Agente no es observable, sino sólo verificable en el resultado; además se adopta un supuesto simplificador que considera al Principal neutral al riesgo, es decir, $\beta''(\Pi - w) = 0$; más la función de utilidad del Agente presenta este comportamiento $U''(w, e) < 0$, lo cual indica que el Agente es adverso al riesgo.⁹⁷

Por una parte el Agente debe estar seguro de recibir, al menos en todo tipo de contingencias un nivel de utilidad esperada \underline{U} , como una compensación del riesgo que enfrenta, y el principal debe incluir un salario mayor cuando el Agente hace un esfuerzo laboral alto \hat{e} , que cuando hace un esfuerzo laboral bajo \underline{e} .

$\Phi(e)$ es el esfuerzo laboral en unidades monetarias o la desutilidad del esfuerzo entonces $U(w, e) = w - \Phi(e)$, y donde ε es una variable estocástica que constituye el conjunto de estados de la naturaleza. Entonces el problema del Agente para un esquema salarial w es el siguiente.

⁹⁷ Si el Agente es neutral al riesgo $U''(w, e) = 0$, el contrato óptimo arroja un salario fijo W_c para el Agente, es decir, el mismo nivel de ganancia y de utilidad para el Principal y el Agente respectivamente que si el esfuerzo fuera observable. La función de utilidad del Agente es $U(w, e)$, por lo tanto, si $U''(w, e) < 0$, el Agente es adverso al riesgo; si $U''(w, e) > 0$ será amante al riesgo, y cuando $U''(w, e) = 0$ será neutral al riesgo.

$$\begin{aligned} & \text{MAX} \int_{\Pi} [U(w(\Pi)) f(\Pi, e) d\Pi - \Phi(e)] \\ & \text{sujeto a} \\ & \int U(w(\Pi)) f(\Pi, e) d\Pi - \Phi(e) \geq \underline{U} \quad \text{Rest. Participación} \\ & \int U(w(\Pi)) f(\Pi, \hat{e}) d\Pi - \Phi(\hat{e}) \geq \int U(w(\Pi)) f(\Pi, \underline{e}) d\Pi - \Phi(\underline{e}) \quad \text{Rest. Incentivos} \end{aligned}$$

De las condiciones de primer orden obtenemos que

$$\frac{1}{w'(w(\Pi))} = \gamma + \mu \left[1 - \frac{f(\Pi; \underline{e})}{f(\Pi, \hat{e})} \right] \quad \text{donde } \gamma + \mu \text{ son mayores que uno}$$

Los resultados arrojan que un esquema de compensación óptima paga una compensación mayor a un salario fijo W_c como resultado de que estadísticamente es más probable que las ganancias sean mayores bajo un alto esfuerzo y no en un bajo esfuerzo, tendiendo una tasa de probabilidad de

$$\frac{f(\Pi; \underline{e})}{f(\Pi, \hat{e})} < 1$$

Esta tasa debe ser decreciente en Π . Si Π se incrementa, la probabilidad de un mayor nivel de beneficio será mayor si el esfuerzo es \hat{e} a que si fuere \underline{e} . Esta más que ser sólo una dominancia estocástica de primer orden, es la llamada “tasa de probabilidad de propiedad monótona”.

En esta configuración el administrador tendrá incentivos a escoger \hat{e} en vez de \underline{e} . Por dominancia estocástica, (factores estocásticos del impacto del esfuerzo e sobre la función de ganancias) el esfuerzo laboral incrementa estocásticamente las ganancias.

$$\hat{e} > \underline{e} \quad \text{entonces} \quad F(\Pi, \hat{e}) < F(\Pi, \underline{e})$$

El contrato óptimo indica que el incremento del esfuerzo debe ser igual al incremento marginal del salario que el Principal debe pagar al Agente, así el diseño de la

restricción de incentivos hace que el agente elija la opción que maximice su utilidad.⁹⁸

Sin embargo, es importante considerar las implicaciones de una renegociación del contrato. Tal acción significa una nueva redistribución del riesgo no óptima y, en todo caso podrá ser beneficiosa para ambas partes si ésta tiene lugar una vez que el Agente ha realizado el esfuerzo. Pero, en cambio si el Agente, antes de realizar el esfuerzo, supiera que la renegociación es posible el salario variable perdería todo sentido en el esquema de incentivos; el Agente siempre escogería el menor esfuerzo **e** sabiendo que recibirá un salario constante **W_c**. El Agente enfrentaría siempre un riesgo igual a cero y el Principal absorbería todo el riesgo, (Salanié, 1998).⁹⁹

⁹⁸ Replanteado a partir de Mascolell, 1995.

⁹⁹ De antemano, suponiendo que el Agente es adverso al riesgo y el Principal neutral al riesgo.

Anexo B

El concesionamiento como un contrato Agente-

El concesionamiento de infraestructura carretera es parte de la teoría de la agencia porque incorpora un conflicto de intereses y problemas de incentivos creados por información asimétrica. En este planteamiento, el esquema de concesión implica el diseño de mecanismos de compensación (retribución) y reglas de decisión que minimizan los costos asociados a problemas de incentivos (solución *second best*).¹⁰⁰

Aunque en el concesionamiento de autopistas existen varios desdoblamientos de relaciones agente-principal, sólo vamos a abordar el más importante que desde la perspectiva de la viabilidad del proyecto tiene mayor injerencia sobre el desempeño del proyecto. Siguiendo esta lógica, el Principal (gobierno) conserva el mayor poder de negociación y diseña el contrato y el Agente (concesionario) quien opera la concesión. El comportamiento de ambos agentes responde a una lógica de maximización individual, ambos usan tanto su información privada como sus recursos para maximizar su función beneficios.

La función de utilidad del gobierno está determinada por la reducción de su déficit presupuestal que deviene de la operación óptima de la concesión que realice el concesionario, según lo estipulado en el título de concesión.

La función de utilidad del concesionario está dada por la maximización de los beneficios monopólicos residuales de la concesión (representados por el logro de una tasa de retorno sobre la inversión estipulada en el contrato), sujeto a los riesgos que enfrenta como participe de este tipo de proyectos y a su habilidad administrativa para manejar y asignar eficientemente los recursos del proyecto.

¹⁰⁰“Jurídicamente, la concesión se define como un acto administrativo público por medio del cual el Estado llamado **concedente**, faculta a un particular, llamado **concesionario**, para que utilice bienes del Estado ó bien para establecer, explotar y administrar un servicio público en su derecho, en forma regular y continua, pero por

El problema

Para simplificar supondremos que el procedimiento para la adjudicación y la estructura financiera del proyecto está dada y es viable. Sabemos que el esfuerzo del concesionario por mantener sus costos por debajo o igual a los de la propuesta técnica no es observable, sino sólo verificable en términos del resultado final. En consecuencia, la problemática es la siguiente: qué contrato debe ofrecer el gobierno para que el concesionario realice acciones óptimas que conduzcan a costos reales por debajo o igual a los estimados, con lo cual maximiza su propia función de beneficios (tasa de retorno) y al mismo tiempo maximiza la función de utilidad del gobierno, dada por la el mínimo costo que le ocasionaría al gobierno financiar el mismo la carretera en términos de déficit presupuestal o el costo de asumir las garantías otorgadas al concesionario. El siguiente esquema pretende abordar eficazmente el problema del diseño del contrato de concesión.

$C \in [C_b, C_a]$

Dado que el esfuerzo no es observable y sólo se puede observar su resultado, entonces daremos por sentado que **un esfuerzo administrativo alto \hat{e}** del concesionario tiene como resultado un costo C_b , menor o igual al estimado; mientras que **un esfuerzo administrativo bajo \underline{e}** sólo puede resultar en un costo real C_a mayor al calculado. Los costos totales incluyen los costos de construcción, operación y mantenimiento, la contraprestación que tiene que transferir al gobierno y los honorarios del fiduciario del fideicomiso administrador.

- ε Es el factor estocástico que contempla todas las posibles eventualidades no previstas, los riesgos que el concesionario no controla y sobre los que el gobierno tiene influencia limitada o nula.

tiempo determinado, bienes del dominio público o servicios públicos, con el fin de satisfacer interés colectivo mediante una ley preconcebida y un contrato formulado entre las partes” (Callafel, 1996).

C(α_i, ϵ)

Los costos van a depender de factores endógenos α_i (los costos de construcción, operación y mantenimiento, la contraprestación que tiene que transferir al gobierno y los honorarios del fiduciario del fideicomiso administrador), sobre los cuales el concesionario tiene control y están ligados a su toma de decisiones; así como los factores estocásticos ϵ que no están contemplados en el contrato, sobre los cuales las acciones del concesionario ni del gobierno tienen ingerencia y que sin embargo, pueden afectar los costos o el desempeño del proyecto.

$\Pi (C_a, C_b; \epsilon) = \frac{P_i Q_i - C_i(\alpha_i, \epsilon)}{(1 + r)^i}$ Donde P_i el, esquema de tarifas vigente por categoría de vehículo y Q_i representa la demanda ó aforo real que enfrenta la autopista. Entonces $P_i Q_i$ es el ingreso bruto que genera la carretera durante el periodo de concesión de i años. Por lo tanto, Π es el ingreso bruto del proyecto menos el costo de construcción, operación, mantenimiento y la contraprestación al gobierno.

$\Pi \in (\Pi_a, \Pi_b)$

$\Pi_a = \frac{P_i Q_i - C_b(\alpha_i, \epsilon)}{(1 + r)^i}$ son los ingresos de la autopista menos costos bajos C_b conforme a lo estipulado en el contrato de concesión.

$\Pi_b = \frac{P_i Q_i - C_a(\alpha_i, \epsilon)}{(1 + r)^i}$ implica un ingreso menos costos elevados C_a que en el peor de los casos no es suficiente para cubrir la inversión efectuada.

$\underline{U} = C (1 + TIIE)^t$ \underline{U} es la utilidad de reserva y la indemnización que el gobierno tendría darle al concesionario en caso de rescisión del contrato o rescate. Equivale al costo de oportunidad del concesionario, es decir, a un valor igual al monto de la inversión si estuviera a una tasa de renta fija un número de años t que dura la concesión y ante la cual el concesionario estaría indiferente entre participar o no en el proyecto.

$\Pi_a > \underline{U}$ Significa que el ingreso del proyecto a valor presente durante el tiempo es *estrictamente mayor* a la inversión del concesionario a valor presente y que cubre la tasa de retorno especificada en el contrato.

$\Pi_b < \underline{U}$ Significa que el ingreso del proyecto a valor presente durante el tiempo es *estrictamente menor* a la inversión del concesionario a valor presente y que no es suficiente para cubrir la tasa de retorno especificada en el contrato.

Así la realización de la tasa de retorno estipulada en el contrato, dependerá de la gestión administrativa del concesionario para hacer que sus costos sean mayores, menores o iguales a los estipulados. El gobierno maximizará sus beneficios mediante la maximización de la función de utilidad del concesionario (la inversión más una tasa de retorno) sujeta a otros factores característicos de este tipo de inversiones. El problema del concesionario que maximiza como monopolista será:

$$\Pi: \text{MAX} \sum_{i=0}^i \frac{P_i Q_i - C_i(\alpha_i, \epsilon)}{(1+r)^i} \quad \text{donde } i \text{ es el número de años de la concesión}$$

sujeto a:

$$\sum_{i=0}^i \frac{P_i Q_i - C_j(\alpha_i, \epsilon)}{(1+r)^i} > C(1+TIIIE)^t \quad \text{Restricción de participación}$$

$$\sum_{i=0}^i \frac{P_i Q_i - C_b(\alpha_i, \epsilon)}{(1+r)^i} > \sum_{i=0}^i \frac{P_i Q_i - C_a(\alpha_i, \epsilon)}{(1+r)^i} \quad \text{Restricción de incentivos}$$

La restricción de participación incorpora los riesgos que afectan al concesionario y que no puede manejar. Debe incluir las garantías necesarias (riesgo de tasa de interés, de tipo de cambio, riesgo de convertibilidad y transferencia garantías de aforo) para que el empresario participe en el proyecto. Mientras la restricción de incentivos busca inducir al concesionario para que tome la regla de decisión que lo conduzca a realizar una gestión administrativa eficaz y obtenga la tasa de retorno esperada.

$$\frac{1}{U'(\Pi(e, \epsilon))} = \sigma + \mu \left[1 - \frac{f(\Pi; e)}{f(\Pi; \hat{e})} \right]$$

El esfuerzo es sólo verificable en los costos, por lo que el esquema de compensación óptima al concesionario será un pago en dos partes. La primera σ , será que se le asegure al concesionario la reversión de su inversión en valor presente y la segunda parte μ será la tasa de retorno sobre la inversión que estará en función del esfuerzo de gestión administrativa del concesionario, en caso de que el término de la concesión sea fijo. La tasa de retorno debe ser lo suficientemente elevada para crear incentivos y evitar un esfuerzo administrativo bajo e del concesionario que conducirá, en primera instancia, a renegociación y posteriormente al rescate, alterando el balance presupuestal del gobierno y contradiciendo la lógica del concesionamiento de la infraestructura carretera.¹⁰¹

¹⁰¹ Planteado a paritr de Mascolell, 1995.

