

# MPRA

Munich Personal RePEc Archive

## **Variable-term concessions for road construction and operation**

de Rus, Gines and Nombela, Gustavo  
University of Las Palmas, Spain

2003

Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/12653/>  
MPRA Paper No. 12653, posted 10. January 2009 / 11:29

# **Concesiones de plazo variable para la construcción y explotación de autopistas**

**Ginés de Rus**

Departamento de Análisis Económico Aplicado  
Universidad de Las Palmas

e

Institute of Transportation Studies  
University of California, Berkeley

**Gustavo Nombela**

Departamento de Análisis Económico Aplicado  
Universidad de Las Palmas

**Junio 2003**

Los autores agradecen los comentarios de Andrés Gómez-Lobo, M<sup>a</sup> Angeles de Frutos, Samer Madanat, Teodosio Pérez Amaral, Antonio Estache, y participantes en los seminarios de la Fundación Empresa Pública (Madrid) y las universidades de Berkeley, Madrid-Complutense, Zaragoza, Valencia, UIMP y Las Palmas. Este trabajo se inició dentro de una línea de investigación financiada por la CICYT (Proyecto SEC99-1236-C02-02). Sus resultados están siendo aplicados por la Dirección General de Carreteras del Gobierno de Aragón, dentro de un proyecto de construcción de una autopista de peaje, mediante el sistema de concesión de plazo variable. Parte del trabajo ha sido realizado durante la estancia de uno de los autores en el Institute of Transportation Studies y UC Transportation Center (Universidad de California, Berkeley), becado por la Secretaría de Estado de Educación y Universidades.

## **Resumen**

La participación privada en proyectos de infraestructura tradicionalmente acometidos por el sector público (carreteras, aeropuertos, puertos) está aumentando en todo el mundo. En este trabajo, se describe el funcionamiento de las concesiones privadas de autopistas de peaje y se discute cómo el mecanismo habitualmente empleado en la práctica, basado en un contrato de concesión con una duración fija pre-determinada y con selección del concesionario mediante una subasta con ofertas por mínimo peaje, no garantiza soluciones óptimas. Este tipo de mecanismo es una de las razones que lleva a la frecuente renegociación que se observa en los contratos de concesión. Para salvar estas limitaciones, se propone un sistema concesional de plazo variable, cuya duración se ajusta a las condiciones de la demanda, asociado a una subasta con ofertas de ingresos netos a percibir y costes de mantenimiento anuales. Este nuevo mecanismo permite eliminar el riesgo de tráfico de las concesiones de autopistas y garantiza una selección efectiva de los concesionarios más eficientes.

## **Abstract**

Private sector participation in infrastructure projects traditionally financed by governments (roads, airports, seaports) is increasing around the world. This paper describes how a toll road concession works. It discusses how the usual mechanism, based on a concession contract with a pre-determined fixed term, and a selection process of concessionaires through minimum-toll auctions, does not lead to optimal outcomes. In particular, it is shown how this type of mechanism in fact lies behind the frequent concession contract renegotiations observed in practice. A new mechanism is proposed, based on a flexible term concession, which is adjusted according to the actual traffic level using the road, and an auction with bids for total net revenue and maintenance costs. This new mechanism eliminates traffic risk from toll road concessions, and it guarantees an effective selection of the most efficient concessionaires.

## 1. Introducción

La construcción de carreteras de gran capacidad (autopistas o autovías), y su conservación y explotación posterior puede realizarse bien directamente por el sector público o mediante contratos de diversa naturaleza, a través de los cuales la iniciativa privada se involucra en los proyectos asumiendo diferentes niveles de riesgo. Desde la perspectiva de un gobierno que persigue el interés general, el mecanismo elegido para construir una nueva autopista, o para ampliaciones y conservación, debe subordinarse al objetivo de obtener el servicio (movilidad de los individuos y transporte de bienes) al coste más bajo posible para la sociedad (Gómez-Ibáñez y Meyer, 1993; Fishbein y Babbar, 1996).

La inversión pública en infraestructura viaria debe tener unos beneficios sociales esperados mayores que sus costes; es decir, no basta con construir al mínimo coste si lo que se construye no es socialmente una buena opción. Es perfectamente compatible que una obra se construya y conserve al menor coste técnicamente posible y que dicha obra sea innecesaria.

Si lo que se persigue es construir las carreteras que se necesitan y al menor coste, surge otra decisión importante que tomar: quién paga los costes de un proyecto, ¿los usuarios de la autopista o los contribuyentes? Las dificultades para satisfacer la demanda de nuevas infraestructuras viarias en el mundo mediante financiación pública han propiciado que, de forma cada vez más generalizada, se recurra a la participación privada en la financiación de proyectos, asociada a la introducción de peajes por el uso de la infraestructura a través de los cuales las empresas privadas recuperan la inversión realizada (Gómez-Ibáñez y Meyer, 1993; Estache, Romero y Strong, 2000). Existen también otras posibilidades de financiación como el peaje-sombra (pagan los contribuyentes), o sistemas mixtos (contribuyentes y usuarios). Sin embargo, el que los propios usuarios paguen por el uso de una infraestructura permite ajustar la expansión de nueva capacidad a lo que los usuarios están dispuestos a pagar por ella, y además cuando se utiliza un sistema de precios eficiente (descuentos en horas-valle, etc.) se consigue una mejor asignación de los recursos (Mohring y Harwitz, 1962; Newbery, 1989).

La participación privada en la construcción y operación de infraestructuras se realiza mayoritariamente a través del sistema concesional. En el ámbito específico de la construcción de carreteras, una concesión es un contrato de largo plazo entre un gobierno y una empresa o consorcio de empresas privadas, a través del cual ambas partes asumen una serie de compromisos y obligaciones para llegar a alcanzar unos determinados objetivos: construir la infraestructura, mantenerla y explotarla al mínimo coste, proveer servicios a los usuarios con un nivel de calidad y seguridad adecuados, incentivar un uso eficiente a corto plazo de la infraestructura mediante peajes que reflejen la intensidad de la demanda, y garantizar las ampliaciones de capacidad en el largo plazo.

Alcanzar todos estos objetivos con un contrato de largo plazo (concesión) entre un gobierno y una empresa privada no es una tarea sencilla, teniendo en cuenta que la empresa no necesariamente comparte con el gobierno los objetivos mencionados, y

además el contrato de concesión debe realizarse en un contexto de información asimétrica e incertidumbre sobre la demanda que tendrá la infraestructura en el futuro. Por tanto, para lograr que la participación privada en la construcción y explotación de carreteras se realice de forma óptima, deben diseñarse contratos de concesión adecuados y utilizar mecanismos de selección de concesionarios para lograr que sean las empresas más eficientes (con menores costes) las que obtengan los contratos y que el riesgo se asigne a los agentes que mejor puedan controlarlo y que puedan soportarlo a un coste menor. Si esto se consigue, la financiación se obtendrá con un coste del capital más bajo, y por tanto los usuarios recibirán servicios de calidad a los peajes más bajos posibles, compatibles con la participación de la empresa privada en la financiación de un proyecto de carreteras.

A priori, el contrato de concesión es una fórmula adecuada para facilitar la colaboración entre el sector privado y el sector público, ya que permite a los gobiernos obtener financiación privada para la realización de grandes proyectos de infraestructura, trasladando a las empresas parte de los riesgos derivados de esta actividad económica y, simultáneamente, ofrece a los inversores incentivos para que les sea rentable llevar a cabo estos proyectos esforzándose en reducir costes (Irwin et al, 1997; Gómez-Lobo e Hinojosa, 2000).

No obstante, tal y como se analiza en este artículo, la utilización del contrato de concesión habitualmente empleado en la práctica para la construcción de autopistas –que se basa en la idea de un plazo fijo pre-determinado para la vida del contrato, y la selección del concesionario a través de una subasta con ofertas por el peaje a cobrar– no garantiza a la sociedad que se estén escogiendo las mejores alternativas posibles. Con este tipo de mecanismo, no necesariamente se escogen a los mejores concesionarios, lo cual hace elevar el riesgo de quiebra de los proyectos, y explica la elevada frecuencia con la que los contratos de concesión deben ser renegociados (Beato, 1998; Guasch, 2000)). En este trabajo, se expone cómo un contrato de concesión basado en un plazo variable de duración del mismo, unido a la selección del concesionario a través de un mecanismo de subasta con ofertas sobre ingresos a percibir llevaría a superar los problemas mencionados de las concesiones actualmente existentes (Engel, Fischer y Galetovic, 1997, 2001).

El esquema del trabajo es el siguiente: la sección 2 presenta los principios básicos y las variables relevantes para una concesión de carreteras, y describe las dificultades que presentan los sistemas tradicionales basados en contratos de plazo fijo. En la sección 3 se analizan las ventajas de introducir concesiones de plazo variable. La sección 4 describe en detalle la propuesta del nuevo mecanismo de licitación por menor valor de ingresos netos. Finalmente, las conclusiones generales se recogen en la sección 5.

## 2. Concesiones de autopistas de peaje

Consideremos el caso de un proyecto de construcción de una nueva autopista, que va a ser realizado y financiado por una empresa privada a través de un contrato de concesión con una vida de  $T$  años. La empresa construye completamente la infraestructura durante un periodo inicial, que denominaremos año base ( $t=0$ ), y a partir del año  $t=1$  hasta  $t=T$  se cobra a los usuarios un peaje  $P_t$  (por simplicidad, suponemos que todos los vehículos son iguales, que todos ellos realizan el trayecto completo de la autopista y que no hay problemas de congestión).

Supongamos que los costes de construcción de la autopista son iguales a  $I$  (incluida la rentabilidad que la empresa desea obtener) y que deben asumirse en  $t=0$ . A partir de este momento, la infraestructura ya está terminada y empieza a recibir un volumen de tráfico anual  $Q_t(P_t)$ , que dependerá del nivel de peaje fijado, y que genera unos ingresos  $P_t Q_t(P_t)$ . Por otra parte, la empresa tendrá unos costes anuales de mantenimiento  $M_t$ , que son independientes del volumen de tráfico<sup>1</sup>.

Para que un concesionario privado pueda, sin ayuda de subvenciones públicas, acometer un proyecto de construcción de una carretera, recuperando sus costes y obteniendo la rentabilidad deseada sobre la inversión realizada, debe verificarse la siguiente condición:

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} [P_t Q_t(P_t) - M_t] \quad (1)$$

En la expresión (1), todos los valores monetarios están descontados al año base  $t=0$  utilizando un tipo de interés real de largo plazo  $r$  que consideraremos constante durante el periodo concesional. Todas las variables están expresadas en términos reales<sup>2</sup>. En esta ecuación se recogen todos los parámetros que determinan el equilibrio financiero de una concesión: peaje ( $P_t$ ), volumen de tráfico ( $Q_t$ ), costes del proyecto ( $I, M_t$ ), y duración del contrato de concesión ( $T$ ).

Una primera condición necesaria para que un proyecto sea comercialmente viable es la siguiente:

$$\sum_{t=1}^T \frac{P_t Q_t(P_t)}{(1+r)^t} > \sum_{t=1}^T \frac{M_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

---

<sup>1</sup> El mantenimiento de una carretera tiene unos costes fijos, que no dependen del volumen de tráfico que la utiliza (desgaste por causas ambientales, necesidad de renovación de la señalización, etc.), y otros costes de carácter variable que cambian en función del número de vehículos. En la modelización aquí propuesta, no resulta necesario introducir de manera explícita estos últimos costes de mantenimiento dependientes de  $Q$ , ya que basta con considerar que  $P$  es el peaje por vehículo que percibe la empresa, neto del coste de mantenimiento unitario que depende de  $Q$ . Tal y como se señala más adelante, los costes fijos de mantenimiento  $M$  son los más relevantes para el análisis planteado.

<sup>2</sup> Si se considera que durante el periodo  $t=1...T$  la inflación afecta por igual a todos los conceptos (peajes y costes), sería indiferente tomar las variables en términos nominales o reales, siendo únicamente necesario adaptar el tipo de interés de referencia  $r$ .

es decir, los ingresos percibidos por los peajes (evaluados en términos descontados) deben permitir al menos cubrir los costes de mantenimiento fijos que la autopista va a generar durante la vida de la concesión, ya que en caso contrario el proyecto resultaría inviable desde un punto de vista financiero, salvo que el sector público aportase subvenciones. Si se considera que tanto el peaje como los costes de mantenimiento son constantes durante la vida del contrato ( $P_t=P$ ,  $M_t=M$ ), y que igualmente el volumen de tráfico no varía a lo largo del tiempo,  $Q_t=Q(P)$ , la condición (2) se transforma en:

$$P Q(P) > M \quad (3)$$

que tiene una interpretación más inmediata: si los ingresos anuales por los peajes no permiten cubrir los costes fijos de operación y mantenimiento de la autopista generados cada año, el proyecto no es comercialmente viable.

Asumiendo que la condición (2) se verifica, el problema que tiene que resolver un gobierno para diseñar un contrato de concesión óptimo es escoger el peaje y la duración del contrato de forma que se beneficie lo máximo posible a los usuarios, permitiendo por otra parte que la empresa alcance el equilibrio financiero definido por (1). Suponiendo de nuevo que todas las variables sean constantes durante el periodo  $t=1\dots T$ , y que la tasa de descuento sea unitaria (lo cual equivale a considerar  $r=0$ ), se trata de encontrar la solución  $(P^*, T^*)$  que maximiza el bienestar social, considerando que la sociedad dispondrá desde  $t=1$  de una infraestructura ya construida de la que se excluye a potenciales automovilistas por el cobro de peaje hasta que la empresa recupera los costes del proyecto. El bienestar social se define como la suma de los excedentes de los usuarios y de la empresa concesionaria.

Suponemos que la vida útil de la infraestructura es  $\bar{T} > T$ , y que a partir del momento en que termina la concesión el propio gobierno (u otra empresa a la que se otorgue la explotación) cobra a los automovilistas un peaje  $P_0$  que va destinado únicamente a cubrir los costes de mantenimiento anuales<sup>3</sup>. En un escenario de información completa sobre todos los parámetros, y con todas las variables siendo constantes durante la vida útil de la infraestructura, la solución óptima se obtendría entonces resolviendo el siguiente problema<sup>4</sup>:

---

<sup>3</sup> Alternativamente, se podría considerar que la carretera se ofrece gratis a cualquier usuario ( $P_0=0$ ), y que el gobierno financia los costes de mantenimiento  $M$ , lo cual no modificaría los resultados que a continuación se obtienen, y solamente cambiaría el nivel de bienestar social en el óptimo.

<sup>4</sup> Se ha optado por presentar el problema escrito en esta forma detallada porque ello facilita su interpretación, así como la de las condiciones que caracterizan la solución. El problema planteado puede reescribirse de forma mucho más simple en términos de una sola variable de elección (ya que la restricción de cobertura de costes liga las variables  $P$  y  $T$ ), minimizando únicamente la pérdida de excedente de los usuarios excluidos de la autopista por el peaje durante el periodo  $t=1\dots T$ . La solución que se obtiene de esta versión simplificada es exactamente la misma que resuelve (4).

$$\begin{aligned} \text{Max}_{P,T} \quad & T \int_p^\infty Q(z) dz + (\bar{T} - T) \int_{P_0}^\infty Q(z) dz + T[PQ(P) - M] - I \\ \text{s.a.} \quad & T[PQ(P) - M] = I \end{aligned} \quad (4)$$

Las condiciones de primer orden del problema (4) permiten caracterizar la solución óptima:

$$P \frac{dQ}{dP} = -\lambda Q (1 - \varepsilon) \quad (5)$$

$$[PQ - M] - \int_{P_0}^P Q(z) dz = -\lambda [PQ - M] \quad (6)$$

donde  $\varepsilon = -\frac{dQ}{dP} \frac{P}{Q}$ , y  $\lambda$  es el multiplicador de Lagrange de la restricción de cobertura de los costes totales del proyecto.

La solución óptima  $(P^*, T^*)$  se logra a partir de la búsqueda de un equilibrio entre el objetivo de que el peaje sea bajo (para hacer que el excedente de los usuarios durante el periodo  $t=1 \dots T$  sea lo mayor posible) y que la duración  $T$  sea corta (para que los usuarios con menor valoración por la infraestructura que van a utilizarla durante  $t=T+1 \dots \bar{T}$  accedan lo antes posible a la autopista). Combinando (5) y (6), se obtiene la siguiente condición que define la solución  $(P^*, T^*)$ :

$$\frac{[P^*Q(P^*) - M] - \int_{P_0}^{P^*} Q(z) dz}{P^*Q(P^*) - M} = \frac{P^* \frac{dQ}{dP}}{Q(P^*)(1 - \varepsilon)} \quad (7)$$

El lado izquierdo de la expresión (7) es el ratio entre el cambio marginal en el bienestar social resultante de modificar la duración  $T^*$  del contrato de concesión y el ingreso marginal para la empresa concesionaria generado por dicho cambio, mientras que el lado derecho muestra el bienestar social marginal si se modifica  $P^*$ , dividido por la variación marginal en los ingresos de la empresa por el cambio del peaje. En el equilibrio se igualan ambos ratios, de forma que se alcanza un punto en el que realizar cambios marginales en  $P^*$  ó  $T^*$  tendría el mismo efecto sobre el bienestar social, cuando dicho efecto se pondera por la variación causada sobre los ingresos del concesionario.

La siguiente simplificación de la expresión (7):

$$\frac{P^*Q(P^*) - M}{\int_{P_0}^{P^*} Q(z) dz} = 1 - \varepsilon \quad (8)$$

combinada con una transformación de la restricción de cobertura de costes,



$$T^* = \frac{I}{P^*Q(P^*) - M} \quad (9)$$

tiene también una interpretación interesante sobre la solución óptima  $(P^*, T^*)$ . La expresión (8) muestra que, en el óptimo, el ratio entre el ingreso neto anual de la empresa y los beneficios perdidos por los usuarios excluidos depende de la elasticidad de la demanda. Cuanto más inelástica es la demanda de los usuarios de la autopista ( $\epsilon \rightarrow 0$ ), los ingresos anuales netos son relativamente altos, lo cual de acuerdo con (9) indica que se está optando por una solución con  $T^*$  bajo (ya que  $P^*$  es relativamente alto). Por el contrario, para una demanda con elasticidad elevada ( $\epsilon \rightarrow 1$ ), los ingresos anuales óptimos serán más bajos, lo cual significa que la solución va en la dirección opuesta y se escoge un peaje  $P^*$  bajo y, en consecuencia, se eleva  $T^*$ .

En cualquier caso, se comprueba en la expresión (8) que el equilibrio debe darse en un punto de la curva de demanda con  $\epsilon < 1$ , ya que el ratio de ingresos sobre beneficios perdidos debe tomar un valor mayor que cero. También en la restricción de cobertura de costes (9) se puede ver que si la solución se diera para una situación con  $\epsilon > 1$ , se podría entonces bajar el peaje, lo cual elevaría los ingresos  $P^*Q(P^*)$ , y reduciría por tanto la duración  $T^*$ . Dado que bajar  $P^*$  y recortar  $T^*$  llevaría claramente a un aumento del bienestar social sin afectar al equilibrio financiero del concesionario, es imposible que la solución óptima se alcance en un punto con  $\epsilon > 1$ .

Para tratar de alcanzar la solución óptima  $(P^*, T^*)$  definida por las condiciones (8) y (9), en la práctica un gobierno se enfrenta a dos dificultades. En primer lugar, hay un problema de información asimétrica sobre las variables  $I$  y  $M$ , las cuales generalmente sólo son observables por la propia empresa concesionaria. En segundo lugar, es difícil disponer de estimaciones fiables para el nivel de tráfico  $Q(P)$ , especialmente para autopistas nuevas para las que suele existir mucha incertidumbre sobre cuál será la demanda efectiva, y esta incertidumbre sólo se resuelve cuando la infraestructura entra en servicio. Incluso en el caso de proyectos de ampliación o mejora de autopistas ya existentes, dada la larga vida de los contratos de concesión, puede existir un elevado grado de variabilidad de  $Q_t$  a lo largo del tiempo, lo cual tiene un impacto sobre el equilibrio financiero del concesionario<sup>5</sup>.

En relación con la primera dificultad de la asimetría de información sobre los costes del proyecto, el problema que tiene que resolver un gobierno es la práctica es algo más complejo que (4) porque inicialmente surge la necesidad de escoger al mejor candidato posible, para después determinar el tipo de contrato  $(P^*, T^*)$  a utilizar. En la condición (9) se puede observar que la duración de la concesión, para un nivel de peaje  $P^*$  dado, se

---

<sup>5</sup> Para proyectos de ampliación o rehabilitación de una carretera ya existente, es más sencillo llevar a cabo un estudio de la demanda potencial, ya que pueden hacerse encuestas a los usuarios que ya circulan por la ruta, para tratar de estimar el uso que pueda tener la infraestructura mejorada. Por el contrario, para el caso de una autopista de nueva construcción, la dificultad estriba en tener que hacer encuestas a usuarios potenciales de una infraestructura que no existe en el momento de realizar el estudio. El cálculo del número de estos últimos usuarios debe hacerse normalmente por estimaciones indirectas.

puede hacer menor cuanto más bajos sean tanto los costes de construcción  $I$ , como los de mantenimiento y operación  $M$ .

Si se dispone de varias empresas que pueden ser candidatas a obtener la concesión de un proyecto, con valores  $(I_i, M_i)$  que son información privada para cada empresa, la fórmula habitualmente utilizada para salvar la dificultad de la asimetría de información y seleccionar al mejor concesionario es una subasta en la que, fijado un valor  $T_f$  para la duración de la concesión, se pide a las empresas que hagan ofertas por el peaje  $P$ , otorgando el contrato a la empresa con una oferta más baja<sup>6</sup>.

La idea fundamental que subyace a esta subasta es que las empresas, en su interés por obtener el contrato de concesión, realizarán la oferta más baja posible de acuerdo con sus costes. Dado que no existe información sobre los costes de las empresas rivales, se tratará de aumentar la probabilidad de ganar el contrato ofertando el peaje que resulta de la versión simple de la condición de equilibrio (1), que garantiza la rentabilidad deseada sobre la inversión (la cual también puede ser ajustada al mínimo para hacer que  $I_i$  sea lo más bajo posible) y permite la viabilidad financiera del proyecto:

$$P_i = \frac{I_i + M_i T_f}{Q T_f} \quad (10)$$

En la expresión (10) se puede observar cómo, si el nivel de tráfico  $Q$  fuera conocido, una subasta por menor peaje de una concesión de plazo fijo  $T_f$  lograría su objetivo: el concurso sería ganado por aquella empresa que tuviera un menor coste total para implementar el proyecto<sup>7</sup>. No obstante, dado el problema de la incertidumbre sobre el tráfico  $Q$  y las diferentes estimaciones que pueden utilizar las empresas a la hora de realizar sus ofertas, el mecanismo de concesión basado en el plazo fijo no garantiza que la solución alcanzada sea la mejor posible.

### *Los problemas de las concesiones de plazo fijo*

La incertidumbre de demanda es algo habitual en los contratos de concesión de proyectos de infraestructuras que tienen una vida útil larga. En el caso de las autopistas, resulta prácticamente imposible hacer una predicción altamente fiable a 30 años del tráfico que va a recibir una carretera. Si se abandona el supuesto de información perfecta y se admite

---

<sup>6</sup> La subasta con ofertas por mínimo peaje no es la única fórmula empleada, en otras ocasiones se pueden utilizar subastas con ofertas sobre pagos a realizar por parte del concesionario al gobierno en concepto de canon, o incluso por la mínima duración de la concesión. Dado que se puede demostrar que todos estos sistemas comparten la idea común de un plazo fijo pre-determinado para la vida de la concesión, se analiza aquí únicamente la subasta por mínimo peaje.

<sup>7</sup> La oferta  $P_i$  dada por la condición (7) es válida en una subasta de primer precio en la que se considera que existen numerosos candidatos y que no existe información sobre los costes de los rivales, o en una subasta de segundo precio en la que la estrategia óptima es basar la oferta en los verdaderos costes. En una subasta de primer precio con pocos oferentes, la estrategia óptima sería hacer una oferta que permitiese obtener un beneficio extraordinario positivo (rentas de información), pero no se alteraría el resultado básico de que, con una estimación única sobre el tráfico compartida por todas las empresas, ganaría la más eficiente en costes. Para una introducción a la literatura sobre subastas, véanse Klemperer (1999) y Milgrom (1989).

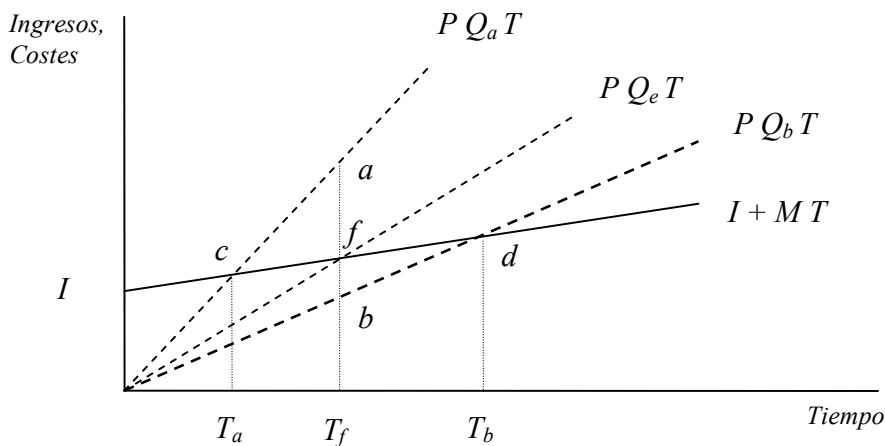
la posibilidad de pérdidas y beneficios extraordinarios a lo largo de la vida de una concesión, hay que analizar las consecuencias para el problema que tiene que resolver un gobierno, en términos de la elección del concesionario más eficiente, así como tratar de que el contrato de concesión se diseñe tratando de minimizar la necesidad de renegociación durante la vida del mismo.

Debido a factores totalmente exógenos a la empresa concesionaria, la demanda de una infraestructura puede fluctuar de forma importante a lo largo de la vida de una concesión. Para simplificar el análisis, consideremos que únicamente existieran dos posibilidades para el volumen de tráfico: la demanda es alta ( $Q_a$ ), con probabilidad  $\pi$ , o baja ( $Q_b$ ) con probabilidad  $1-\pi$ .

Como las empresas no saben con certeza qué nivel de tráfico recibirán en el futuro, para realizar las ofertas en la subasta trabajarán con un cierto valor esperado de tráfico, que podemos definir como  $Q_e = \pi Q_a + (1-\pi) Q_b$ . Una vez que se adjudica la concesión y se construye la infraestructura, la demanda es  $Q_a$  ó  $Q_b$ , y la empresa puede que se encuentre en situaciones de pérdidas o de beneficios extraordinarios.

El gráfico 1 muestra una situación en la que con un plazo concesional dado  $T_f$  se alcanzaría el equilibrio financiero para el volumen de demanda esperado  $Q_e$ , pero no para las situaciones de demanda alta  $Q_a$ , o baja  $Q_b$ . En el caso de demanda alta los ingresos son superiores a los costes en la distancia  $af$  y si la demanda es baja no se cubrirán costes y las pérdidas serán iguales a  $fb$ . En la práctica, ambos casos son frecuentes y suele requerirse una renegociación de los términos del contrato de concesión inicial para restablecer el equilibrio financiero.

**Gráfico 1: Equilibrio financiero en una concesión con tráfico desconocido**



Si el escenario es el de demanda baja, y no hay garantía de ingresos mínimos, la variable de ajuste es el peaje  $P$ , siempre que la demanda sea inelástica. Autorizando una subida en

el precio que desplace la función de ingresos  $PQ_bT$  hacia arriba hasta cortar en  $f$  la función de costes se garantiza el equilibrio financiero.

Si por el contrario la demanda es alta, los beneficios extraordinarios serán incómodos políticamente al aparecer ante el público como el reflejo de una situación de privilegio injustificado, siendo la reducción en el precio una vía fácil de ajuste. La bajada del precio desplaza  $PQ_aT$  hacia abajo, desapareciendo los beneficios extraordinarios si el desplazamiento se lleva hasta el punto  $f$ .

Esto es lo que en términos generales ha venido ocurriendo en la mayoría de las concesiones de plazo fijo en el mundo, especialmente en los casos de volúmenes de tráfico inferiores a los esperados. En realidad este sistema de concesión con renegociación prácticamente asegurada, se convierte indirectamente en un sistema de regulación de la tasa de rentabilidad de la empresa privada que ha invertido capital en la construcción de infraestructuras.

Un problema adicional es que, con incertidumbre de demanda, es bastante probable que se seleccione al concesionario más optimista en lugar del más eficiente. Un concesionario con costes altos puede ganar un contrato si sus creencias sobre el tráfico esperado son lo suficientemente optimistas como para compensar su desventaja en costes frente a otra empresa de costes más bajos. Esto es sencillo de observar a partir de la expresión (10), que indica cómo las empresas realizan sus cálculos para presentar sus ofertas.

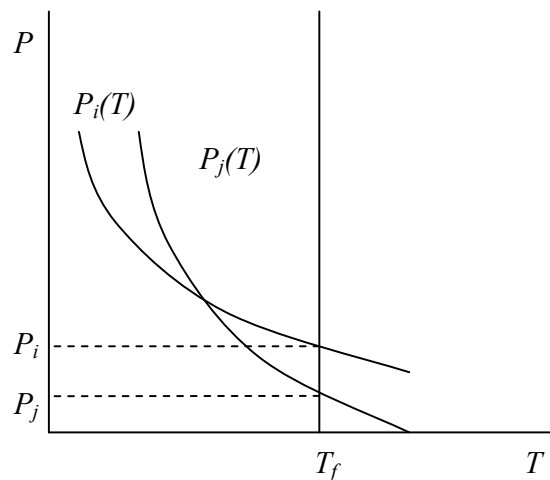
En particular, consideremos el caso de dos empresas  $i$  y  $j$ , que se presentan a una subasta por mínimo peaje. Suponiendo que la empresa  $i$  es más eficiente que  $j$  (es decir, tiene menores costes,  $I_i + M_i T < I_j + M_j T$ ), la empresa  $i$  debería ganar el concurso. No obstante, es posible que la empresa  $j$  sea más optimista en cuanto al tráfico esperado, y esto le lleve a hacer una oferta con peaje más bajo ( $P_j < P_i$ ), y con ello obtenga la concesión. A partir de (10), para que la empresa ineficiente  $j$  ganase el contrato bastaría con que se cumpla la condición:

$$\frac{Q_j^e}{Q_i^e} > \frac{I_j + M_j T}{I_i + M_i T} \quad (11)$$

La expresión (11) muestra que la empresa menos eficiente puede ganar el concurso si es suficientemente optimista ( $Q_j^e > Q_i^e$ ), como para compensar su desventaja en costes. Puede observarse que la condición puede cumplirse tanto si la empresa ineficiente  $j$  lo es en términos absolutos (tanto sus costes de construcción como los de mantenimiento son mayores que los de  $i$ ) o en términos relativos (su coste total  $I_j+M_jT$  es mayor para una duración determinada, pese a que pueda ser  $I_j < I_i$  ó  $M_j < M_i$ ).

En el gráfico 2 se representa el caso en el que la empresa  $j$ , con costes más altos pero más optimista sobre el tráfico futuro, puede ganar la concesión si el plazo determinado por el gobierno es suficientemente largo.

**Gráfico 2. Ofertas con Q esperada diferente por empresa**



Como conclusión, se puede señalar que las consecuencias económicas negativas más importantes del sistema de concesión convencional de plazo fijo basado en subastas con ofertas sobre peaje mínimo serían tres:

(i) en ausencia de información precisa sobre el tráfico futuro, este tipo de subasta no garantiza la selección de la empresa concesionaria con menores costes.

(ii) si las empresas anticipan que puede ser necesario renegociar el contrato de concesión en el futuro ante cambios del volumen de tráfico, los incentivos para operar al mínimo coste son débiles, ya que los esfuerzos para operar eficientemente se pueden traducir en una reducción de precios para restablecer los beneficios normales.

(iii) con el sistema de plazo fijo, los peajes se convierten en una variable de ajuste contable, tendiendo a elevarse cuando la demanda es baja y a ser reducidos cuando la demanda es alta, lo que puede inducir a un uso ineficiente de la carretera, al contrario de lo que sería recomendable desde un punto de vista económico. En general, cuando el nivel de tráfico es bajo, no habrá congestión, y lo deseable sería que el precio incentivase la utilización de la carretera de peaje. Cuando el volumen de tráfico es alto y se producen problemas de congestión los peajes deberían subir con el fin de racionar el uso de la infraestructura disponible, en lugar de bajar como requiere el ajuste contable si se necesita restablecer la tasa normal de rentabilidad del capital.

### **3. El sistema concesional de plazo variable**

Los problemas de la participación de empresas privadas en la construcción de carreteras mediante el sistema de concesión de plazo fijo que se han discutido en la sección anterior se deben a naturaleza de la infraestructura y a la incertidumbre sobre el tráfico. Altos costes, vida prolongada y especificidad de los activos, unidos a la imposibilidad de

predecir el tráfico para la vida de la concesión, son los elementos que pueden llegar a vaciar de contenido los concursos públicos.

Una solución alternativa para evitar estos problemas es introducir un cambio radical en el concepto de la concesión<sup>8</sup>. Como se ha analizado anteriormente, el problema de la incertidumbre acerca del tráfico se traduce para las empresas en incertidumbre acerca de cuáles vayan a ser los ingresos que van a obtener de una concesión. Este es el punto fundamental que crea el riesgo de quiebra de los concesionarios (en caso de demanda baja), o de que el gobierno tenga presiones de los usuarios para que los peajes se reduzcan (en el caso de que el tráfico sea alto, lo cual llevará a que la empresa obtenga beneficios superiores a los normales). Una solución consiste en que las empresas hagan ofertas sobre cuáles son los ingresos que desean percibir durante toda la vida de la concesión, eliminando cualquier incertidumbre sobre la obtención de dicho volumen de ingresos, y dejar que el contrato dure el tiempo necesario hasta que se obtengan los ingresos solicitados

En el gráfico 1 anteriormente presentado, si se permitiese que el periodo de concesión fuese variable en lugar del periodo fijo ( $T_f$ ) que se definía en el caso de la concesión tradicional, sería posible acomodar situaciones de demanda alta o baja sin necesidad de renegociar el contrato, ni tener que realizar ajustes no deseados en los peajes. Así, por ejemplo, ante una situación de demanda baja  $Q_b$ , simplemente la duración de la concesión se extendería automáticamente hasta  $T_b$ , permitiendo de ese modo la recuperación de los costes totales. Por el contrario, ante un caso de demanda alta, en un periodo como  $T_a$  ya se habría realizado dicha recuperación de costes y la concesión podría terminar para no proporcionar beneficios extraordinarios a la empresa.

Esto puede conseguirse realizando una licitación por el *menor valor presente de los ingresos*<sup>9</sup>. En este tipo de concurso, las empresas no tienen que determinar el valor del peaje que desean cobrar, puesto que  $P$  será pre-fijado por el gobierno, ni saben al inicio de la concesión cuál va a ser la duración exacta de ésta. La única variable que tienen que aportar como oferta sería el valor presente de los ingresos que necesitan para recuperar su inversión, teniendo en cuenta a la hora de los cálculos cuál es la rentabilidad que consideren adecuada sobre dicha inversión.

La duración de la concesión es variable, y queda determinada por el tráfico que reciba la carretera. Dado que los ingresos totales a percibir son los que la empresa ganadora reflejó en su oferta, si el nivel de tráfico es elevado los ingresos se obtendrán antes y la concesión terminará en un plazo corto. Si, por el contrario, la demanda resulta ser baja, el único efecto para el concesionario es que deberá permanecer más tiempo explotando la concesión, hasta que haya recibido los ingresos solicitados. Una vez que la empresa ha

---

<sup>8</sup> Para una propuesta de considerar de forma independiente las actividades de una concesión (construcción, financiación y explotación) y licitar por separado cada una de ellas, véase Trujillo et al (1997).

<sup>9</sup> Este sistema fue aplicado por primera vez en el Reino Unido en la construcción y explotación de un puente. Posteriormente ha sido el sistema utilizado en la concesión Santiago-Valparaíso-Viña del Mar en Chile. Para un análisis de éste sistema véanse Engel, Fischer y Galetovic (1997, 2001).

percibido la cantidad solicitada, la concesión termina, y la carretera revierte al gobierno para su explotación directa, o bien para poder realizar una nueva licitación para la explotación de la concesión.

Veamos de forma analítica las ventajas que supone utilizar este mecanismo de subasta. Consideremos inicialmente, para simplificar, que no existieran costes de mantenimiento de una autopista ( $M=0$ ), de forma que la empresa que lleva a cabo un proyecto únicamente incurre en los costes de construcción  $I$ . En una subasta por volumen de ingresos, cada empresa individualmente podría pedir una cantidad de ingresos muy superior a  $I$ , para con ello obtener beneficios extraordinarios.

No obstante, la competencia entre las empresas en el concurso por obtener el contrato les llevará a tener que ajustar sus ofertas lo máximo posible, para tratar de que la solicitud de ingresos sea más baja que las del resto de rivales. Si existe un número relativamente alto de participantes en la licitación, y no existe ningún tipo de acuerdo o comunicación de información entre ellos, la ecuación fundamental de equilibrio financiero (1) nos da el límite mínimo hasta donde puede bajar cada empresa su oferta. Para este caso concreto sin costes de mantenimiento, la ecuación fundamental tendría la forma:

$$\sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} (PQ_t) = I, \quad (13)$$

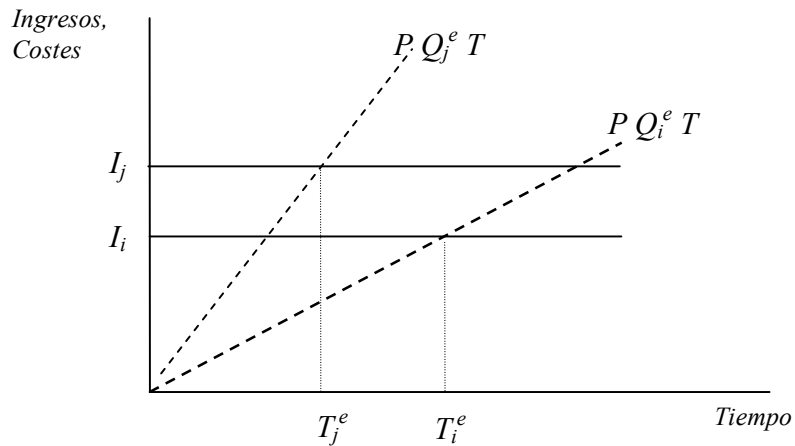
El volumen de ingresos solicitado por cada empresa, que sería el lado izquierdo de la expresión (13) sería por tanto en equilibrio igual a sus verdaderos costes de construcción<sup>10</sup> en el caso de que exista suficiente competencia, ya que con ello se maximiza la probabilidad de ganar el concurso. Esto tiene dos efectos importantes: (i) las expectativas de tráfico esperado que tenga cada empresa no influyen sobre su oferta; y (ii) la empresa más eficiente, es decir, con los menores costes de construcción, es la que obtiene el contrato de concesión.

El análisis gráfico ayuda de nuevo a ilustrar cómo se logran estos efectos. Dado que en este caso no existen costes de mantenimiento, los costes de las empresas son iguales a sus costes de construcción  $I$ , y no cambian durante toda la vida de la concesión. Por ello, tal como se representa en el gráfico 3, las funciones de costes son ahora constantes. Las creencias de las empresas sobre el tráfico esperado  $Q^e$  no tienen ahora ninguna influencia sobre la oferta realizada, sino únicamente sobre el tiempo que las empresas prevén que van a necesitar para obtener los ingresos solicitados. Así, el gráfico 3 representa la comparación de dos empresas,  $i$  y  $j$ , las cuales son diferentes en cuanto a sus costes de construcción (la empresa  $j$  es menos eficiente,  $I_j > I_i$ ), pero también en sus creencias en cuanto al tráfico futuro (la empresa  $j$  es más optimista,  $Q_j^e > Q_i^e$ ).

---

<sup>10</sup> Incluida la rentabilidad que la empresa ganadora considere oportuna al licitar.

**Gráfico 3: Concurso por menor valor presente de ingresos (caso  $M=0$ )**



El gráfico 3 muestra las creencias de las empresas en cuanto a la duración de la concesión de plazo variable. La empresa  $j$  piensa que el tráfico va a ser más elevado que el esperado por la empresa  $i$ , por ello sus ingresos esperados están siempre por encima de los de su rival. Debido a esta creencia, y pese a que sus costes de construcción son mayores, la empresa  $j$  calcula que va a poder recuperar la inversión en un periodo de  $T_j^e$  años. Por el contrario, la empresa  $i$  pese a que tiene costes menores, tiene un periodo esperado de duración de la concesión mayor,  $T_i^e > T_j^e$ , debido a su mayor grado de pesimismo respecto a las previsiones de tráfico.

No obstante, a pesar de estas diferencias en cuanto a sus expectativas de duración de la concesión, el concurso sería ganado por la empresa más eficiente (empresa  $i$ ), ya que su solicitud de ingresos sería más baja que la de  $j$ . La ventaja de costes de la empresa eficiente hace que la empresa rival en este caso no pueda competir a pesar de su optimismo sobre el tráfico. Si la empresa  $j$  quisiera ganar el contrato, su única alternativa sería hacer una oferta igual o menor a la de la empresa  $i$ , lo cual le llevaría a obtener pérdidas, ya que los ingresos que solicitaría en ese caso serían inferiores a sus verdaderos costes de construcción.

Con el sistema de plazo variable, la empresa no puede esperar que se produzca una renegociación de las condiciones del contrato, ya que ésta no sería necesaria si las empresas realizan ofertas razonables de acuerdo con sus costes verdaderos. Las situaciones de riesgo de quiebra que se producen con los sistemas de plazo fijo se deben a niveles de tráfico bajos, mientras que con el sistema de plazo variable, estas situaciones resultan únicamente en extensiones automáticas del periodo de concesión.

La no existencia de posibilidades de renegociación por causa de fluctuaciones de la demanda proporciona incentivos a las empresas para realizar ofertas realistas en sus solicitudes de ingresos a obtener de la concesión. Por otro lado, la eliminación de la incertidumbre de demanda y por tanto, de la incertidumbre acerca de la recuperación de los costes, hace que las empresas vayan a poder conseguir financiación para los proyectos



de carreteras a un menor coste de capital. Tanto los inversores privados externos como las entidades financieras que participen dentro de los consorcios involucrados en concesiones de carreteras van a percibir una mayor seguridad en este tipo de concesiones de plazo variable, lo cual hará que disminuyan las primas de riesgo incorporadas a los rendimientos demandados para las inversiones en infraestructura viaria.

#### 4. Licitación por Menor Valor Presente de Ingresos Netos (MVPIN)

El modelo presentado anteriormente suponía que no existen costes fijos de mantenimiento de una autopista<sup>11</sup>. Aunque esta simplificación sirve para entender mejor las propiedades de este nuevo mecanismo concesional, no es muy realista considerar que una empresa no tenga que afrontar unos determinados costes anuales fijos para mantener y operar una autopista de peaje.

La experiencia indica que estos costes anuales son bajos si se comparan con los costes de construcción de la infraestructura, pero no obstante no son costes despreciables cuando se considera el conjunto de la vida de una concesión de carreteras. Para una concesión con una vida media de 30-40 años, los costes anuales de mantenimiento y operación pueden alcanzar al final del periodo hasta un 25-30% de los costes totales del proyecto (French Highway Directorate, 1999).

La existencia de estos costes de mantenimiento, que van a acumularse a lo largo del tiempo, hace que las subastas para la selección de empresas concesionarias con el sistema de plazo variable no sea tan sencilla como en el ejemplo anterior<sup>12</sup>. En particular, en el caso en que estos costes fijos anuales sean relevantes ( $M > 0$ ), una subasta en la cual las empresas realicen ofertas por el volumen total de ingresos a percibir tiene de nuevo el problema de que las creencias de las empresas acerca del tráfico esperado pueden afectar a sus ofertas, ya que los ingresos necesarios para cubrir los costes serán ahora iguales a  $I_i + M_i T^e$ , siendo  $T^e$  la estimación que realice la propia empresa de cuál va a ser la duración del contrato (y que estará basada en sus predicciones de tráfico  $Q^e$ ).

Por tanto, en un escenario más realista en el que existan costes de mantenimiento fijos, una subasta basada en una oferta única por el volumen de ingresos totales a percibir no resuelve completamente el problema de la necesidad de renegociaciones futuras del contrato de concesión (ya que la empresa ganadora puede encontrarse en situaciones de

---

<sup>11</sup> Obsérvese que aunque existieran costes variables de mantenimiento dependientes del nivel de tráfico, esto no alteraría los resultados presentados anteriormente, y basta de nuevo con considerar que el peaje  $P$  es igual al ingreso unitario por vehículo, neto de los costes de mantenimiento que cada vehículo genera. Son los costes fijos de mantenimiento los que plantean problemas al sistema de plazo variable con ofertas de ingresos a percibir, ya que las extensiones automáticas de la vida de los contratos (en situaciones de demanda débil), pueden elevar mucho los costes de mantenimiento y hacer que los ingresos solicitados por el concesionario sean insuficientes.

<sup>12</sup> En cualquier caso, éste fue el sistema utilizado en la concesión Santiago-Valparaíso-Viña del Mar en Chile; básicamente, el modelo que se ha descrito anteriormente en el que se licita con una sola variable (valor presente de los ingresos).

demanda baja en las cuales no consiga el equilibrio financiero con los ingresos solicitados, aún y cuando el contrato se extienda automáticamente), y deja abierta otra vez la posibilidad de que la licitación sea ganada por empresas optimistas en cuanto al tráfico, pero ineficientes en cuanto a los costes.

Existe una solución para el problema que plantean los costes de mantenimiento y operación de una concesión a la hora de garantizar una selección correcta de empresas concesionarias. Esta consiste en una alternativa a la subasta descrita anteriormente, que no pierde la cualidad de la simplicidad en su puesta en práctica, y a la vez, garantiza las buenas propiedades de la concesión de plazo variable. Esta es la subasta que denominaremos *menor valor presente de ingresos netos* (MVPIN).

Para evitar que las empresas deban utilizar estimaciones de tráfico para calcular sus ofertas, puede realizarse una subasta con dos variables:

1. Ingresos a percibir durante la vida de la concesión ( $B_i$ ), netos de la parte destinada a cubrir los costes de mantenimiento.
2. Coste anual medio de mantenimiento y operación de la carretera ( $E_i$ ).

La primera de las variables va a ser utilizada exactamente igual que en el mecanismo de plazo variable expuesto anteriormente: la solicitud de ingresos que hace la empresa va a determinar la duración de la concesión, que se deja abierta a la evolución del tráfico. Dada la oferta que haya realizado el ganador de la subasta ( $B_i$ ), cada año se van evaluando los ingresos que se obtienen por los peajes, restándoles la parte solicitada para cubrir los gastos de mantenimiento ( $E_i$ ). La duración de la concesión se extiende hasta que la empresa haya recaudado exactamente la cantidad presentada en su oferta. Los flujos monetarios se descuentan con un factor pre-determinado por el gobierno y que las empresas conocen antes de la subasta. De forma general, la concesión terminará en el año  $T$  cuando se verifica la condición:

$$\sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} (PQ_t - E_i) = B_i \quad (14)$$

En el caso simple, considerando que el tráfico se mantenga constante a lo largo de la vida de la concesión, puede obtenerse una forma explícita para la duración que va a tener el contrato de concesión, como una función del nivel de tráfico y de la oferta de la empresa ganadora:

$$T(Q, B_i, E_i) = \frac{B_i}{PQ - E_i} \quad (15)$$

El beneficio para la empresa concesionaria será entonces:

$$\Pi(Q, B_i, E_i) = B_i - I_i + (E_i - M_i) \frac{B_i}{PQ - E_i} \quad (16)$$

La expresión (16) muestra una de las ventajas fundamentales de este tipo de subasta sobre el modelo tradicional con plazo fijo y ofertas sobre peaje: si las empresas realizan ofertas con  $B_i \geq I_i$  y  $E_i \geq M_i$ , se tiene que  $\Pi(Q, B_i, E_i) \geq 0$ , es decir, el concesionario obtiene un beneficio no negativo, sea cual sea el nivel de tráfico  $Q$  que reciba la autopista en el futuro, luego el riesgo de quiebra por fluctuaciones de tráfico queda eliminado.

Dado que en las concesiones de plazo variable el mecanismo de extensión automática de la duración del contrato hace innecesarias las renegociaciones por situaciones de tráfico bajo, las empresas que participan en una subasta por MVPIN no tienen incentivos a realizar ofertas por debajo de sus verdaderos costes. Presentar una oferta con  $B_i < I_i$  no es una estrategia interesante, ya que se están solicitando ingresos netos inferiores a los costes de construcción, lo cual pondría fácilmente al concesionario en situación de quiebra. Por su parte, una oferta con ingresos netos superiores a los costes de construcción ( $B_i > I_i$ ) y costes de mantenimiento declarados inferiores a los verdaderos ( $E_i < M_i$ ) podría ser realizada por una empresa que considerara que la concesión va terminar en un plazo corto, pero estaría asumiendo el riesgo de que finalmente  $Q$  fuese bajo, lo cual de acuerdo con (15) elevaría el periodo de concesión, haciendo que los beneficios  $\Pi(Q, B_i, E_i)$  pudieran incluso llegar a ser negativos.

Por tanto, si existen numerosos candidatos a obtener la concesión, la competencia por obtener el contrato llevará a las empresas a utilizar sus verdaderos costes para calcular sus ofertas, de forma que la estrategia óptima será hacer  $B_i^* = I_i$  y solicitar los verdaderos costes de mantenimiento,  $E_i^* = M_i$ . Como puede observarse, una característica destacada de este tipo de subasta es que las empresas participantes en la subasta no necesitan utilizar ninguna estimación de tráfico para calcular sus ofertas, lo cual hace que se elimine el problema del sesgo hacia la selección de ofertas optimistas que se produce en el modelo tradicional de concesión.

#### *Evaluación de las ofertas en la subasta por MVPIN*

A partir de las ofertas presentadas por los distintos licitantes, el criterio para seleccionar al concesionario será escoger aquella empresa que tenga un menor coste total esperado para el proyecto.

Dado que con este mecanismo no es posible determinar a priori cuál será la duración exacta de la vida del contrato de concesión, no puede calcularse con total certeza cuál de las ofertas presentadas implica un menor coste total del proyecto (sería necesario conocer cuál va a ser finalmente la verdadera duración  $T$  del contrato). Si  $T$  fuese conocido, para seleccionar a la empresa con menor coste total, las ofertas podrían evaluarse de acuerdo con el criterio :

$$\min (B_i + T E_i) \tag{17}$$

Pese a que en la práctica la duración exacta  $T$  sea un parámetro no conocido en el momento de la subasta, resulta posible seleccionar a la mejor empresa en términos de costes esperados. Para ello, un posible criterio es escoger un rango amplio y razonable para las posibles duraciones de la vida de la concesión (unos valores mínimo  $T_0$  y otro

máximo  $T_m$ , que pueden determinarse a partir de las características del proyecto concreto que se esté licitando). Estos valores, que se anunciarán con antelación a la realización de la subasta, servirán para evaluar cuál de las empresas presenta unos menores costes esperados dentro del rango  $[T_0, T_m]$ .

El ganador del concurso sería, por tanto, aquella empresa con una oferta que tiene un menor coste medio esperado, aplicando el siguiente criterio de evaluación:

$$\min \left( B_i + \frac{1}{(T_{m+1} - T_0)} \sum_{t=T_0}^{T_m} t E_i \right) \quad (18)$$

Mediante este criterio se consigue seleccionar a la empresa más eficiente para llevar a cabo un proyecto, de acuerdo con la máxima información disponible. Por otro lado, la evaluación hace que las empresas tengan que ajustar al máximo sus estimaciones de costes a los verdaderos valores que esperan para el proyecto.

La utilización de estimaciones infravaloradas ( $B_i < I_i$ ,  $E_i < M_i$ ) pondría en peligro la estabilidad financiera futura de la empresa, ya que el gobierno únicamente garantiza con el ajuste automático de la duración del contrato la recuperación de los costes anunciados en las ofertas. Por otra parte, la sobreestimación de los costes tampoco es adecuada para los candidatos, ya que si bien la salud financiera de la concesión sería mayor, de acuerdo con (18) la empresa reduce la probabilidad de ganar el concurso en la fase de selección, ya que otro candidato puede presentar una oferta mejor con valores más ajustados de los costes o la rentabilidad deseada.

#### *Ventajas de las concesiones de plazo variable con subasta por MVPIN*

Las ventajas que el sistema concesional de plazo variable, basado en una licitación por menor valor presente de ingresos netos (MVPIN), frente a los mecanismos tradicionales de plazo fijo son evidentes con relación a la elección de la empresa de menores costes entre los candidatos, al evitarse la necesidad de que los candidatos utilicen estimaciones de tráfico. Por otra parte, con este tipo de concesión no es necesario recurrir a una renegociación del contrato porque el tráfico sea menor que el inicialmente esperado, ya que la duración se extiende automáticamente hasta que la empresa obtiene los ingresos solicitados en su oferta.

Una ventaja importante en términos de eficiencia en la utilización de la capacidad construida consiste en que el gobierno puede modificar los peajes, dentro de los márgenes preestablecidos en el contrato, sin afectar a la estabilidad financiera del concesionario. Así, los precios pueden responder a la demanda, bajando en situaciones de escasa utilización de la carretera y subiendo en situaciones de congestión.

En el caso de que el gobierno decidiera, por causas regladas, terminar anticipadamente la concesión, por ejemplo por conflictos con la empresa concesionaria, es posible la finalización del contrato de forma rápida y el cálculo de las compensaciones a pagar a la empresa es inmediato, no siendo necesarios largos procesos de negociación para

determinar compensaciones por costes en los que el concesionario ha incurrido, o para calcular los beneficios no obtenidos (lucro cesante), ante una situación de terminación anticipada del contrato. Dada la información presentada por la empresa en su oferta, los costes de mantenimiento anuales a abonar son los declarados, y los beneficios no obtenidos serán iguales a la diferencia entre los ingresos solicitados y los ya obtenidos.

La reasignación del riesgo desde la empresa a los usuarios, que se deriva de desvincular la recuperación de costes de la evolución de la demanda, agiliza y abarata el proceso de búsqueda de financiación de la autopista. La certeza para las instituciones financieras de que la concesión dura mientras quede inversión inicial por cubrir convierte la financiación en algo similar a una emisión de deuda garantizada por la Administración, en la que la remuneración del capital la fija de manera implícita la empresa concesionaria cuando decide el valor de las dos variables que presenta en su oferta (costes de construcción y costes anuales de mantenimiento y operación).

Con este sistema la empresa privada reduce el riesgo de demanda y el riesgo político de someterse a futuras renegociaciones, manteniéndose intacto el sistema de incentivos (los ahorros de costes que obtenga el concesionario suponen un aumento de sus beneficios) e introduce una cierta evaluación coste-beneficio de aquellas infraestructuras sobre las que puedan existir dudas acerca de su rentabilidad social, cuando existen restricciones presupuestarias para su construcción directa por parte del sector público, ya que si la obra no se autofinancia por largo que sea el plazo, ninguna empresa se presentaría al concurso.

Una debilidad del sistema concesional de plazo variable consiste en el mayor incentivo que tiene el concesionario a reducir la calidad. Aunque el control de la calidad y su cumplimiento es un problema común con las concesiones de plazo fijo, cuando el plazo es variable y la empresa no puede trasladar a precios los aumentos de costes, aumenta la probabilidad de que se intente aumentar la rentabilidad reduciendo la calidad del servicio. Para contrarrestar este efecto, se requiere la redacción de un pliego de descripciones técnicas que detalle con gran precisión la infraestructura que se espera sea construida por la empresa privada que acometa el proyecto. En el pliego deben incluirse los elementos básicos, tales como el trazado de la autopista o las estructuras que deben construirse, pero también toda una serie de elementos menores (calidad de materiales, señalización, seguridad, etc). que no deberían quedar a criterio de la empresa constructora, ya que serían susceptibles de recortes para incrementar los beneficios.

La decisión sobre la tasa de descuento es uno de los elementos esenciales para este sistema concesional, ya que las empresas deben conocer perfectamente cuáles van a ser las reglas del juego durante la vida de la concesión a la hora de realizar sus cálculos para presentar las ofertas. Puede optarse por una tasa fija o por una variable. El problema con la tasa fija es que puede incentivar el comportamiento estratégico de las empresas con relación a la terminación de la concesión<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> En el caso de la concesión de la autopista de peaje Santiago-Valparaíso-Viña del Mar, licitada en Chile por el mecanismo de plazo variable, se ofreció la posibilidad de que el ganador del concurso eligiera la tasa de descuento entre dos posibles fórmulas: un valor fijo constante para todo el periodo, o un factor de descuento variable. La empresa ganadora finalmente optó por la tasa fija.

Finalmente, durante la fase de funcionamiento de la concesión, tras la apertura de la carretera al uso público, hay que tener en cuenta que la empresa concesionaria es indiferente al nivel de demanda que reciba la infraestructura, ya que sus ingresos están garantizados por el propio mecanismo de extensión automática de la vida de la concesión. Por ello, resulta importante realizar una estricta supervisión de los servicios que se prestan a los usuarios, así como que la empresa mantenga la infraestructura en unos estándares aceptables de calidad, realizando las tareas de mantenimiento rutinario así como las intervenciones extraordinarias necesarias (por ejemplo, repavimentación de la autopista).

## **6. Conclusiones**

El cumplimiento del contrato a largo plazo que supone la adjudicación de una concesión para la construcción, mantenimiento y operación de infraestructura viaria está fuertemente condicionado a la incertidumbre de demanda durante el periodo concesional.

El modelo de concesión habitual para autopistas es el de plazo fijo, y la selección de concesionario se realiza generalmente con una subasta por mínimo peaje. Con este sistema, una empresa ineficiente en costes puede ganar el concurso si es “suficientemente optimista” sobre el tráfico futuro, de forma que sus expectativas de ingresos lleguen a contrarrestar su desventaja en costes con respecto a otras empresas relativamente más eficientes, haciendo que presente la oferta con el menor peaje.

La generalización de la renegociación de las concesiones de plazo fijo, desvirtúa la naturaleza competitiva del concurso público y convierte a los precios en variables de ajuste contable para el equilibrio financiero de la concesión: cuando la demanda es baja, los precios suben y cuando la demanda es alta, los precios bajan; justamente en la dirección contraria de lo que aconseja la eficiencia económica.

La incertidumbre de demanda soportada por la empresa, eleva el riesgo del proyecto, repercutiendo en el coste del capital y finalmente en los peajes que han de pagar los usuarios. En el caso en que este riesgo se mitigue con garantías de ingresos o renegociación, los incentivos a minimizar costes se resienten.

Una solución para mantener la participación privada en los proyectos de construcción de infraestructura pública, sin desvirtuar el proceso de selección del concesionario más eficiente consiste en dejar que el periodo concesional sea flexible, acortándose cuando la demanda es alta y alargándose cuando es baja. El riesgo pasa de la empresa a los usuarios, reduciéndose así el coste del capital, manteniéndose los incentivos, y devolviendo a los precios su papel en la asignación de la capacidad. El resultado se traduce en peajes más bajos.

El sistema de concesión de plazo variable que se presenta en este trabajo consiste en adjudicar la concesión a la empresa que pide un menor valor de ingresos netos

descontados, habiendo sido anunciados previamente las características de la obra, el rango de los peajes y la tasa de descuento. La vigencia de la concesión queda así condicionada a la recuperación de la inversión con la que licitó la empresa ganadora. Cada año se descuentan los costes de mantenimiento, incluidos en la oferta por la empresa ganadora, de los ingresos recaudados. Los ingresos netos de dichos costes se actualizan con la tasa de descuento previamente acordada, y se suman a los de años anteriores. Una vez que el valor actual de los ingresos netos, que se han ido acumulando con el paso del tiempo, se iguala a la cantidad con la que se licitó, la concesión revierte al Estado.

## Referencias

- Beato, P. (1997): 'Road Concessions: Lessons Learned from the Experience of Four Countries', Inter-American Development Bank, Washington.
- Engel, E., Fischer, R. y Galetovic, A. (1997): 'Highway Franchising: Pitfalls and Opportunities', *American Economic Review*, 87 (2), 68-72.
- Engel, E., Fischer, R. y Galetovic, A. (2001): 'Least-Present-Value-of-Revenue Auctions and Highway Franchising', *Journal of Political Economy*, 109, 993-1020.
- Estache, A. Romero, M. y Strong, J. (2000): 'Participación privada en la construcción de autopistas', en A. Estache y G. de Rus (eds) *Privatization and Regulation of Transport Infrastructure*, World Bank Institute, Washington.
- Fishbein, G. y Babbar, S. (1996): 'Private Financing of Toll Roads', RMC Discussion Paper Series 117, World Bank, Washington.
- French Highway Directorate (1999): 'Analysis of Highway Concessions in Europe', Ministry of Public Works, Transportation and Housing, Paris.
- Gómez-Ibáñez, J.A. y Meyer, J.R. (1993): *Going Private: the International Experience with Transport Privatisation*, Brookings Institution, Washington.
- Gómez-Lobo, A. e Hinojosa, S. (2000): 'Broad Roads in a Thin Country: Infrastructure Concessions in Chile', Policy Research Working Paper 2279, World Bank, Washington.
- Guasch, J.L. (2000): 'Impact of Concessions' Design in Sector Performance: An Empirical Analysis of Ten Years of Performance', mimeo, World Bank, Washington.
- Irwin, T. , Klein, M., Perry, G. y Thobani, M. (1997): *Dealing with Public Risk in Private Infrastructure*, World Bank, Washington.
- Klemperer, P. (1999): 'Auction Theory: A Guide to the Literature', *Journal of Economic Surveys*, 13(3), 227-286,
- Milgrom, P. (1989): 'Auctions and Bidding: A Primer', *Journal of Economic Perspectives*, 3, 3-22.
- Mohring, H. y Harwitz, M. (1962): *Highway Benefits: An Analytical Framework*, Evanston III, Northwestern University Press.
- Newbery, D.M. (1989): 'Cost Recovery from Optimally Designed Roads', *Economica*, 56, 165-85.
- Trujillo, J.A.; Cohen, R.; Freixas, X.; y Sheehy, R. (1997): 'Infrastructure Financing with Unbundled Mechanisms'; IMF-109, Washington.