

El riesgo en las concesiones de infraestructuras de transporte. Instrumentos para su mitigación

The risk of traffic infrastructure concessions. Mitigation tools

Antonio L. Lara Galera. Prof. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. MBA.
Universidad Politécnica de Madrid. alargal@ciccp.es

Antonio Sánchez Soliño. Prof. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Economista.
Universidad Politécnica de Madrid. asanoli@ciccp.es

Resumen: Cada vez es más frecuente la participación de la iniciativa privada en la financiación de todo tipo de infraestructuras de transporte a través de diferentes esquemas de colaboración público privada. Este tipo de proyectos, por sus especiales características, requieren a menudo de apoyos gubernamentales que los hagan viables, difíciles de valorar por los métodos tradicionales de valoración de inversiones. La teoría de opciones reales se muestra útil para definir y valorar este tipo de instrumentos.

Palabras Clave: Opciones reales; Riesgo; Financiación; Inversiones; Infraestructuras

Abstract: Private initiative is becoming increasing common for the funding of different types of transport infrastructure through varying public-private partnership schemes. On account of their special nature, these types of project often require government contribution to make them viable and which is difficult to appraise by standard investment valuation methods. The real options theory is useful to define and evaluate these types of instrument.

Keywords: Real options; Risk; Finance; Investment; Infrastructures

1. Introducción

El hecho de que las infraestructuras sean bienes de dominio y uso público cuya titularidad corresponde a las diferentes Administraciones, ha motivado que en general su planificación, construcción, explotación y mantenimiento sean llevadas a cabo por las mismas Administraciones, financiándolas con recursos presupuestarios.

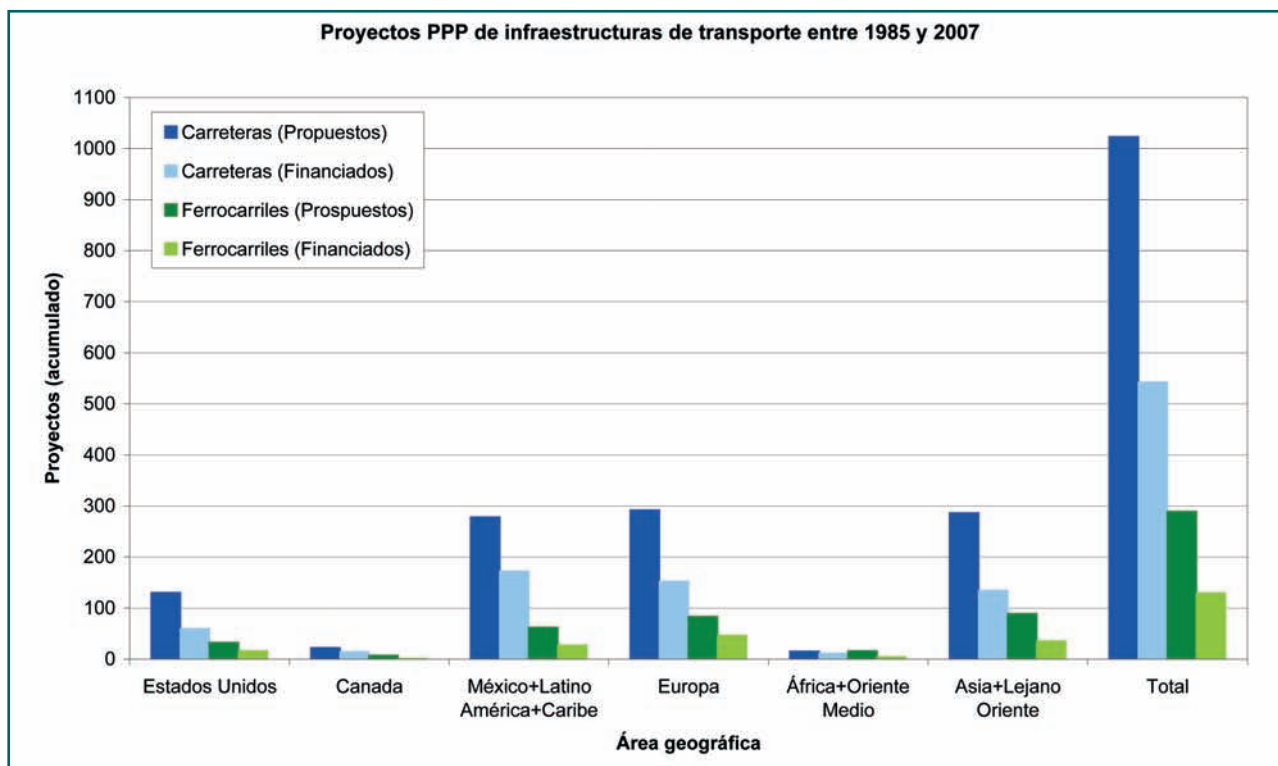
A partir de los años 90, hay una tendencia clara al aumento de la participación de la iniciativa privada en la provisión de infraestructuras públicas, desplazando a las diferentes Administraciones a través de diferentes fórmulas de colaboración público privada (conocidas como PPP o P3 en nomenclatura anglosajona). Este imparable proceso se explica en la mayor eficiencia de la iniciativa privada en el desarrollo y explotación de determinados proyectos, una posible mejor asignación de los riesgos presentes en los mis-

1. Introduction

The fact that infrastructure is public property for public use that comes under the auspices of the public sector, has traditionally meant that their planning, construction, management and maintenance have all been conducted by these same authorities and that these have been funded through state budget resources.

From the nineties onwards there has been a clear upward trend in the participation of private initiative in the provision of public infrastructure, displacing the public sector, through different form of public-private partnerships (PPP or P3). This upward trend is explained by the greater efficiency of private enterprise in the development and operation of certain projects; the potentially improved transfer of risks present in the same and the severe budgetary restriction on public accounts, which makes it necessary to obtain private

Fig. 1.



mos y a las severas restricciones presupuestarias de las cuentas públicas, que hacen necesaria la aportación financiera del sector privado para desarrollar, a un ritmo adecuado, las infraestructuras que la sociedad demanda.

Según la revista Public Works Financing, en su "2007 International Survey of Public-Private Partnerships", en el período comprendido entre los años 1985 y 2007 se propusieron en el mundo 2.564 proyectos PPP (transportes, obras hidráulicas y edificación), de los que 1.479 fueron financiados. Esto representa una inversión total acumulada de 579.460 millones de USD. Los siguientes gráficos (Figuras 1 y 2), elaborados a partir de la información de dicha publicación, ofrecen datos muy significativos en el ámbito de las infraestructuras de transporte.

Entre las fórmulas posibles de colaboración pública privada, el sistema de financiación privada pura se corresponde con el régimen concesional clásico, que generalmente se desarrolla bajo la fórmula de "financiación por el propio proyecto". En esta modalidad, la más extendida en el pasado, el concesionario se hace responsable de la financiación, proyecto, construcción y explotación de una determinada infraestructura durante un cierto número de años, a cambio de percibir un peaje que le permita cubrir sus gas-

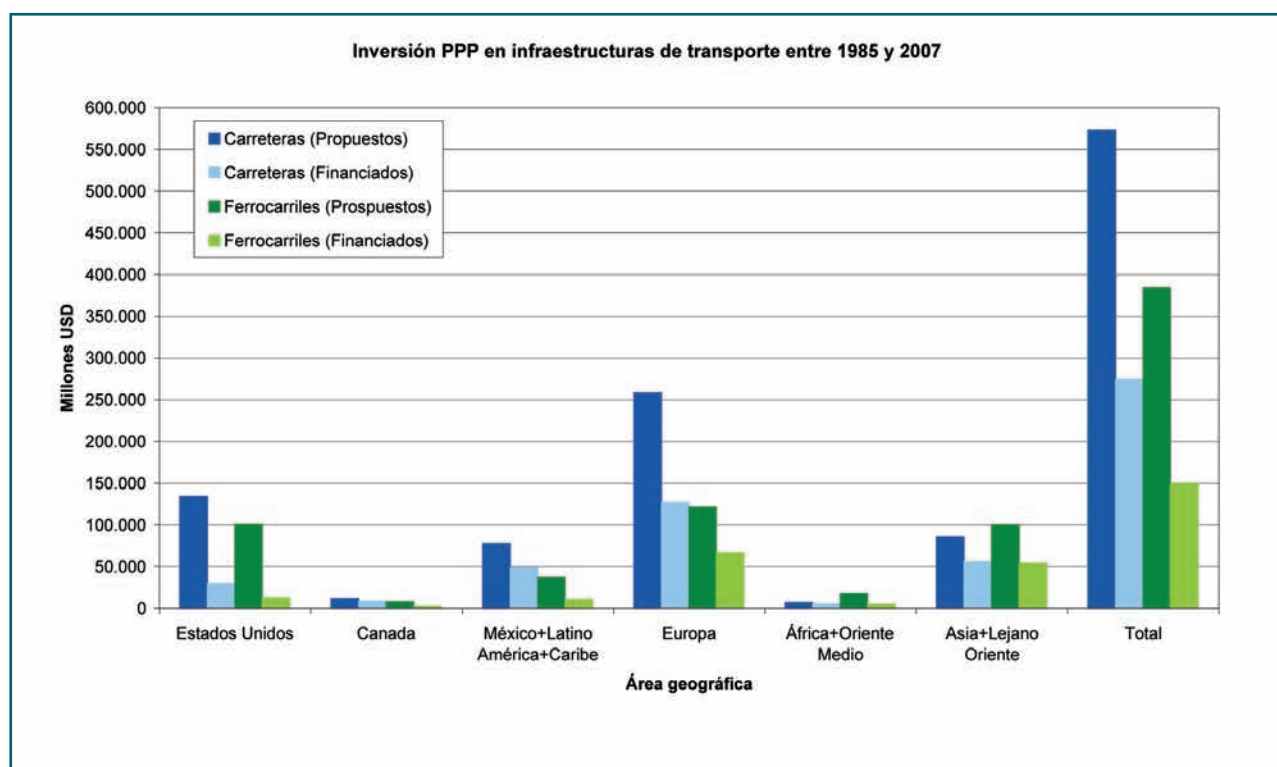
funding in order to develop infrastructure required by society at a suitable rate.

According to the Public Works Financing journal, in its "2007 International Survey of Public-Private Partnerships", throughout the period from 1985 to 2007, 1,479 PPP projects were funded out of the 2,54 PPP projects proposed (transport, water works and building). This representing a total cumulative investment of US\$ 579,460 million. The following graphs, prepared on the basis of the information contained in this journal, offer very significant information with regard to transport infrastructure.

Among the possible formulas of public-private partnerships, the system of pure private funding corresponds to the traditional procurement system generally developed under the formula of "project finance". Under this system, previously the most widespread of all PPPs, the concessionaire would be responsible for the funding, design, construction and operation of a specific infrastructure over a certain number of years in exchange for a toll that would cover their operational costs and sufficiently compensate the investment made.

These types of investment required the, practically irreversible, liberation of large amounts of capital in a short period of time with ensuing doubts concerning

Fig. 2.



tos de explotación y resarcirse suficientemente de la inversión realizada.

Este tipo de inversiones movilizan, de manera prácticamente irreversible, una gran cantidad de capital en un corto intervalo de tiempo, presentando gran incertidumbre ante el futuro, por lo que los financiadores son muy exigentes a la hora de seleccionar los proyectos que son financiables.

Todo lo anterior es especialmente válido para las infraestructuras de transporte, que tienen una fuerte repercusión en la economía de un país. Esto justifica, que promover un proyecto concesional con éxito requiera llevar a cabo una exhaustiva valoración económica financiera del mismo y plantear un equitativo reparto de riesgos entre todos los agentes intervinientes. Esto es siempre recomendable tanto para la autoridad pública, como para los posibles licitadores privados. Si el riesgo percibido por los inversores es demasiado alto, habrá proyectos que no resulten atractivos para la iniciativa privada.

En lo que se refiere a la valoración del proyecto, los contratos concesionales suelen ser complejos y su valoración por los métodos tradicionales de valoración de inversiones es a menudo insuficiente, de tal forma que las decisiones se toman con base en criterios o apreciaciones meramente cualitativos.

the future and financial backers were subsequently very demanding when selecting those projects considered eligible for financing.

This is particularly the case of transport infrastructure, which has great repercussions on a country's economy and justifies the fact that the successful promotion of any concessionary project requires a thorough economic-financial valuation of the same and the equal distribution of risks among all the parties involved. This is equally recommendable for both public authorities and potential private tenderers alike. The private sector would be very unwilling to undertake projects that have been considered to entail considerable risk by investors.

With regards to project valuation, concession contracts tend to be very complex and are frequently difficult to appraise by traditional investment valuation methods. This then implies that decisions are often purely made on the basis of qualitative appraisals or criteria.

The most widely employed technique for project valuation and acceptance is that of the risk adjusted discount of cash flow and particularly the NPV or net present value. The main weakness of the NPV is that it offers a static vision of the projects without

La técnica más empleada en la valoración y aceptabilidad de los proyectos es la de descuento de flujos de caja ajustado por el riesgo. En particular, se utiliza el VAN. La principal limitación del VAN es dar una visión estática de los proyectos, sin capturar el valor que encierra la posibilidad de tomar decisiones en el futuro a la vista de los acontecimientos.

Algunos autores como Stewart Myers (1984) y Carl Kester (1984), han sugerido que el VAN debe complementarse con el valor de las opciones operativas derivadas de la flexibilidad estratégica. Esta perspectiva aporta a la valoración un carácter dinámico, en oposición al de las técnicas de valoración tradicionales.

Pero si es importante la valoración de la inversión lo es más la correcta asignación de riesgos entre los diferentes agentes participantes, ya que hará o no posible su financiación.

La transferencia de riesgos es una condición "sine qua non" para cualquier PPP. Como regla general se asume, que los riesgos deben ser asumidos por quien los soporte de manera más eficiente. Sin embargo, debe haber un incentivo adecuado para ello. Si los riesgos en cuestión son difíciles de controlar, la remuneración demandada por los inversores aumenta considerablemente.

Desde el punto de vista de la Administración, si el posible concesionario pretende desembarazarse de todos los riesgos del proyecto, se debe reexaminar la utilidad de la propia concesión, debiendo asumir la Administración un papel de regulación fundamental que afecta a la propia viabilidad de los mismos.

2. Los proyectos PPP. Asignación de riesgos

Los proyectos PPP son un tipo de colaboración a largo plazo entre una autoridad pública y el sector privado, para la provisión de activos y servicios públicos, combinando la complementariedad y la experiencia de cada una de las partes en beneficio de los servicios prestados al usuario, generando "value for money" para los contribuyentes.

Los riesgos que afectan a un PPP están presentes a lo largo de toda la vida del mismo: en la fase de ingeniería y construcción (riesgos previos), de puesta en marcha y operativa.

Se consideran riesgos previos todos los que están ligados al proceso de construcción: fundamentalmente desviaciones en el coste final de las obras y

ascertaining the value of decisions that might be taken in the future in accordance with events.

Certain authors such as Stewart Myers (1984) and Carl Kester (1984) have suggested that the NPV should be supplemented by the value of future operational options derived from strategic flexibility. This perspective gives the valuation a dynamic nature as opposed to the static nature of traditional valuation techniques.

While this is important in the valuation of an investment, it is even more so for the correct allocation of risk among the different agents involved, as this will be the key to any potential funding.

Risk transfer is of priority importance in any PPP. As a general rule it is taken that risks should be assumed by those capable of supporting the same in the most efficient manner. However, there has to be some incentive for doing so. If the risks in question are difficult to control, the recompense demanded by investors will considerably increase.

From a Government focus, if a potential concessionaire wishes to release themselves of all project risks, it is then necessary to re-examine the utility of the concession itself and the Government must then take on a fundamental regulatory role that affects the feasibility of the project.

2. PPP Projects. Risk allocation

PPP projects are a type of long-term collaboration between a public authority and the private sector for the provision of public assets and services, combining the complementarity and experience of each of the parties in benefit of the services provided to the user and generating value for money for tax payers.

The risks affecting a PPP are present throughout its entire lifespan: during the engineering and constructions stages (preliminary risks) and during operation and management.

Preliminary risks are taken to be all those associated with the construction process: essentially variations in the final cost of the works and the contract schedule. These are very much feared by creditors. In order to mitigate these types of risk, it is necessary to appraise the solvency and experience of the promoters and contractors. This risk is generally transferred to the contractor by means of turnkey contracts, in which the contractor undertakes to deliver the project at a fixed price and within a specific time.

en el plazo planificado. En general, son muy temidos por los acreedores. Para mitigar este tipo de riesgos, se valora la solvencia y experiencia de los promotores y de los constructores. Generalmente, este riesgo se traslada al constructor mediante contratos "llave en mano", en los que el precio y el plazo están cerrados.

Sin embargo, los riesgos más importantes son los que afectan al proyecto durante su fase de explotación, que es la más prolongada: riesgos políticos, riesgo país, circunstancias impredecibles y de fuerza mayor, riesgos financieros y de demanda. Todos, o cada uno de ellos, pueden arriesgar los flujos de caja esperados del proyecto, haciendo peligrar la rentabilidad prevista por los inversores y su capacidad para atender el servicio de la deuda. Esto último es lo que conocemos como riesgo de crédito.

La percepción del riesgo proyecto que tengan los financiadores, determinará su financiabilidad y la prima de riesgo exigida. De esta forma, proyectos que socialmente son rentables no lo serán en el plano económico-financiero.

En un proyecto de larga duración, la asunción de riesgos no puede transformar el contrato en un negocio aleatorio. Se impone por tanto, moderar adecuadamente los niveles de riesgo para atraer capital. En este contexto, ha sido históricamente frecuente que las Administraciones Públicas aparezcan como mitigadoras del riesgo, aportando garantías y apoyos contractuales que reduzcan los niveles presentes en este tipo de proyectos.

El código de Hammurabi contiene las primeras evidencias de una garantía gubernamental en el sentido actual (leyes 22 y 23). También en la Roma antigua, se aplicaron garantías en el tratado de comercio establecido entre Roma y Cartago en el año 508 después de Cristo.

En 1817, Francia aplicó la colaboración público privada para la construcción del puente de Burdeos. El Estado se hizo cargo de la construcción y mantenimiento de la obra, mientras que el concesionario financió la misma y se responsabilizó de las operaciones de iluminación y limpieza durante 99 años. A cambio, recibió un peaje cuyos ingresos mínimos y máximos estaban limitados.

Otro ejemplo curioso es el de Argentina, que en el siglo XIX garantizó una rentabilidad de entre el 6 y el 7% del capital invertido a los inversores que financiaron las grandes inversiones ferroviarias.

However, the most important risks are those that affect the project throughout the ensuing, and much longer, operational period: political risks, national risk, unforeseen circumstances and events, financial risks and those of supply and demand. Each and every one of these risks may compromise the expected cash flows of the project, jeopardizing the returns predicted by investors and the capacity to service the debt. This latter is what we know as credit risk.

The perception of the project risk held by lenders will determine its eligibility for funding and the risk premium demanded. In this way, those projects that are beneficial to society are not always so from an economical-financial perspective.

In a long-term project, an assumption of risk cannot transform the contract into a random business. It is then necessary to moderate the risk level in a suitable manner in order to attract capital. In this regard, Government has traditionally appeared as risk mitigators, providing contractual support and guarantees that reduce the levels of risk present in these type of projects.

The Code of Hammurabi contained the first such evidence of a government guarantee in accordance with its current meaning (laws 22 and 23). Guarantees were also applied in Ancient Rome in the trade treaty signed between Rome and Carthage in 508 BC.

In 1817, France used a public-private partnership to build the Bordeaux Bridge. The State took charge of the construction and maintenance of the bridge and a private concession financed the same and took responsibility for the lighting and cleaning of the bridge over a 99 year period, in exchange for a toll which provided guaranteed minimum and maximum returns.

Another curious example is that of Argentina, who in the 19th century guaranteed a return of between 6 and 7% on the capital forwarded by private investors to finance the large railway investments.

Throughout the 1960s and the start of the 70s, the Spanish Government granted exchange rate guarantees to privately finance toll motorways. Other recent examples include the concessions granted in Chile and Mexico. The Santiago-Valparaiso-Viña del Mar motorway (1998) incorporated a minimum traffic guarantee for the operator of the concession. According to the Mexican model, in the event that project revenue is insufficient to service the debt in its entirety, the Federal Government will contribute the returns proposed by the concessionaire in their tender.

Más recientemente, durante los años 60 y principios de los 70, el gobierno español concedió garantías de tipos de cambio para financiar privadamente autopistas de peaje. También recientes son los ejemplos de las concesiones chilenas y mexicanas. En la autopista Santiago-Valparaíso-Viña del Mar (1998), existía una garantía de tráfico mínimo para el concesionario. En el modelo mexicano, si los ingresos del proyecto son insuficientes para cubrir íntegramente el servicio de la deuda, el Gobierno Federal aporta los ingresos que el concesionario proponía en su oferta.

Las garantías que más frecuentemente se encuentran en la bibliografía, se pueden clasificar en función del coste que representan para la Administración y el impacto que suponen para el concesionario con ayuda del siguiente gráfico (Fig. 3) (Fisher-Babbar, 1996).

De todos los mecanismos de garantía posible, las garantías de inversión, de financiación y de tipos de cambio son las que exponen a los gobiernos a un mayor riesgo. En la garantía de inversión, por ejemplo, el concesionario tiene la opción de vender su participación en el proyecto, por un valor preestablecido que le garantice un retorno mínimo a su inversión.

Las subvenciones a fondo perdido y los préstamos subordinados pueden ser importantes para hacer viable un proyecto, aportando la ventaja de limitar los riesgos para la Administración a valores prefijados.

Sin embargo, son las garantías encaminadas a asegurar una demanda mínima las más frecuentemente utilizadas. Con este tipo de garantías, el gobierno compensa al concesionario si el nivel de demanda o de ingresos cae por debajo de un valor determinado, que suele estar comprendido entre el 70 y el 90% de la demanda prevista. De manera simétrica, si los ingresos superan un cierto techo puede exigir una cierta contraprestación.

La extensión del plazo concesional es una de las fórmulas menos onerosas para el sector público, pero es la que, por otro lado, menos protege al concesionario en el corto plazo.

Como se deriva de todo lo anterior, es importante que estas garantías se cuantifiquen adecuadamente para que el reparto de riesgos entre el promotor público y la iniciativa privada sea equitativo y socialmente aceptable. Debe tomarse en consideración, que las garantías aportadas representan un

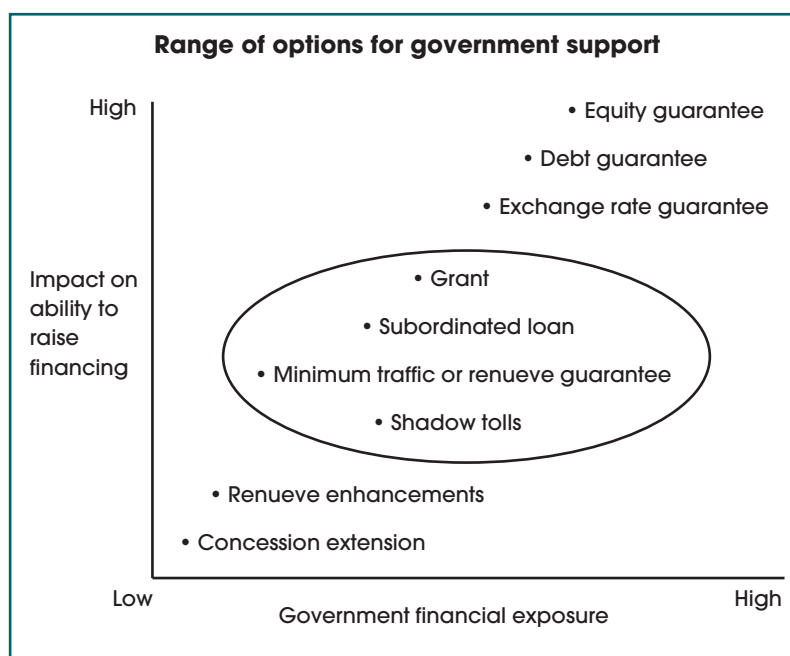


Fig.3.

The guarantees and enhancements most frequently encountered in the literature may be classified in accordance with the cost exposure to the Government and the impact that these may have on the concessionaire. These costs and impacts are illustrated in the following chart (Fisher-Babbar, 1996):

Among the range of options for government support, equity, debt and exchange rate guarantees expose Governments to the highest risk. In an equity guarantee, by way of example, the concessionaire is granted an option to be bought out by the government with a guaranteed minimum return on equity.

Non-returnable funds or grants and subordinated loans may well make a project feasible, and offer the advantage of restricting the risks for the Government down to pre-established levels.

However, the most common type of Government support is that offering guarantees to cover minimum demand. Under this type of guarantee, the Government compensates the concessionaire if the level of demand or return falls below a specific value, which tends to be set within 70 and 90% of the forecasted demand. In a parallel manner, where revenue exceed a certain level the Government may demand a certain degree of benefit in return.

The extension of the concession period is one of the less onerous formulas for the public sector, but also one that offers the concessionaire the least protection in the short term.

pasivo contingencial en las cuentas públicas, que rara vez es convenientemente analizado y valorado. En algunos casos, la obligación generada puede ser muy onerosa.

En 1990, la República de Corea garantizó durante 20 años el 90% de los ingresos presupuestados por el concesionario para una autopista financiada privadamente entre Seúl y el nuevo aeropuerto de Incheon. Cuando la autopista se abrió al tráfico en el año 2000, el tráfico era un 50% inferior al previsto, obligando al estado coreano a pagar decenas de millones de dólares cada año (Irwin 2004).

Es comprensible por tanto, que la valoración de la garantía óptima pase por una cuantificación exhaustiva del riesgo, difícil de llevar a cabo con los métodos tradicionales de valoración. Por definición, la propia existencia de estas garantías hace variable el riesgo del proyecto a lo largo de su vida, convirtiendo en una difícil misión la determinación de la tasa de descuento adecuada en cada momento.

La única metodología que posibilita la valoración de los apoyos gubernamentales es la teoría de opciones reales, que permite llevar a cabo una valoración precisa de este tipo de derechos contingentes.

3. El enfoque de las opciones reales y su aplicación a las concesiones de infraestructuras de transporte

El término "opciones reales" fue ideado por Stewart Myers en 1984 para llenar el vacío existente entre la planificación estratégica y las finanzas. Las opciones reales representan un acercamiento sistemático e integrado a la valoración de activos físicos, utilizando la teoría de opciones financieras.

Frente al análisis estático y limitado de los métodos de valoración de proyectos tradicionales, el enfoque de las opciones reales proporciona importantes ventajas, entre las que es importante destacar:

- Da entrada a los derechos de decisión asociados a las inversiones empresariales, considerando la respuesta de la Dirección ante el devenir de los acontecimientos.
- La existencia de una desarrollada teoría de valoración de opciones financieras suministra modelos de valoración analítica, que permiten estimar el valor de los derechos de decisión y gestionar de manera óptima las inversiones.

As a result of the foregoing, it is important that these guarantees are suitably quantified to ensure that the distribution of risks among the public promoter and private initiative be fair and socially acceptable. It is necessary to bear in mind that the guarantees provided represent a contingent liability on public accounts that is rarely analysed and appraised in a correct manner and in certain cases the obligation that is generated can be particularly onerous.

In 1990, South Korea guaranteed 90% of the return budgeted by the concessionaire over 20 years for a privately financed motorway between Seoul and the new Incheon Airport. When the motorway opened in 2000, the traffic levels were 50% lower than that forecasted and forced the Korean state to pay tens of millions of dollars every year (Irwin 2004).

It is then understandable that the valuation of the optimum guarantee has to include detailed analysis and quantification of the risk which is difficult to conduct with traditional valuation methods. The very presence of these guarantees makes the project risk variable throughout the entire life of the project and makes it extremely difficult to establish a suitable discount rate at each moment in time.

The only method that allows a valuation of governmental support is the real options theory which allows a precise appraisal of these types of contingent rights.

3. The focus of real options and their application in transport infrastructure concessions

The term "real options" was first coined in 1984 by Stewart Myers to fill the gap that existed between strategic planning and financing. Real options represent a systematic and integrated approach to the valuation of physical assets, using the theory of financial options.

As opposed to the static and restricted analysis prevailing in traditional methods of project valuation, the real option focus provides important advantages and essentially:

- *Introduce rights of decision associated with business investment, considering management response to future events.*
- *The presence of a developed theory of the valuation of financial options provides analytical*

- Sustituye el binomio rentabilidad-riesgo por el trino-
mio rentabilidad-riesgo-flexibilidad, reconociendo el
valor que esta última aporta al proyecto.

La filosofía de las opciones reales tiene tres compo-
nentes de enorme utilidad para los directivos:

- Las opciones son decisiones contingentes. Una op-
ción da el derecho de tomar una decisión en la fe-
cha de ejercicio en función del desarrollo de los
acontecimientos. Si todo ha transcurrido según lo es-
perado, este derecho no tendrá ningún valor, pero
si ha ocurrido algo imprevisto o menos probable, se-
rá algo valioso. Esto significa que el retorno de la op-
ción no es lineal, ya que cambia en función de la
decisión adoptada.
- Las valoraciones de las opciones se corresponden
con las de los mercados financieros, estableciendo
valoraciones que son homogéneas.
- La filosofía de las opciones se puede utilizar para di-
señar y gestionar activamente las inversiones estra-
tégicas. Los retornos no lineales pueden ser un instru-
mento de diseño que ayude a reducir la exposición
a la incertidumbre.

Desde un punto de vista tradicional, cuanto ma-
yor es el nivel de incertidumbre menor es el valor de
un activo. Con el enfoque de las opciones reales, una
mayor incertidumbre puede suponer un valor superior.
Las opciones presentes en las inversiones, permiten
que los directivos reduzcan su exposición a los malos
resultados e incrementen su exposición a los buenos,
modificando su situación frente a la incertidumbre e
incrementando el valor de la inversión.

La tabla 1 siguiente muestra la analogía utilizada en-
tre opciones financieras y reales.

*valuations models which allow an estimation of the
value of the rights of decision and the optimum
management of investments.*

- *Replacement of the return-risk binomial by a
return-risk-flexibility trinomial, acknowledging the
value that this latter factor provides to the project.*

*The real options focus has three components that
are highly useful for management:*

- *Options are contingent rights. An option gives the
right to take a decision at any given time in
accordance with the development of events. If
everything goes as planned, this right will have no
meaning, but if something unexpected or less
probable occurs, it will then be a valuable asset. This
means that the return of the option is not lineal, but
changes in accordance with the decision taken.*
- *The valuations of options may be compared with
those of the financial markets, and uniform
valuations can be established.*
- *The idea of options may be used to design and
actively manage strategic investments. The non-
lineal returns may serve as an instrument of design
that helps reduce exposure to doubt.*

*From a traditional point of view, the greater the level
of doubt, the lower the value of an asset. Under the real
option focus, a greater doubt may well imply a higher
value. The options available in investment allow
management to reduce their exposure to poor results
and increase their exposure to good results, by
modifying their situation with regard to doubt and
increasing the value of the investment.*

*The table 1 shows the analogy between financial
options and real options.*

Tabla 1. Analogía entre opciones financieras y opciones reales / Table 1. Analogy between financial options and real options		
CONCEPTO/CONCEPT	OPCIÓN FINANCIERA/FINANCIAL OPTION	OPCIÓN REAL/REAL OPTION
Activo subyacente <i>Underlying asset</i>	Acción <i>Share</i>	Proyecto de inversión <i>Investment project</i>
Valor activo subyacente <i>Value of underlying asset</i>	Precio acción <i>Share price</i>	VA flujos caja del proyecto <i>Cash flow value of project</i>
Precio de ejercicio <i>Exercise price</i>	Precio de ejercicio <i>Call price</i>	Importe inversión <i>Investment amount</i>
Fecha de vencimiento <i>Expiry date</i>	Fecha de vencimiento <i>Expiry date</i>	Fecha límite para ejercitar la opción <i>Limit date to exercise option</i>
Origen de la aleatoriedad <i>Random source</i>	Aleatoriedad precios acción <i>Random share prices</i>	Aleatoriedad valor proyecto <i>Random project value</i>

Las opciones reales aparecen de una manera natural en los contratos concesionales, a través de las diferentes garantías aportadas por los gobiernos. Al fin y al cabo, el método de las opciones reales aporta herramientas de valoración, pero son los contratos los que regulan los derechos y obligaciones del concesionario.

En los proyectos de infraestructuras de transporte, algunas de las opciones reales que aparecen con más frecuencia son los seguros de cambio, los préstamos participativos, los peajes en sombra, las garantías de tráfico mínimo, las limitaciones del tráfico máximo, la extensión de la concesión, la posible reversión anticipada, el establecimiento de subvenciones, etc.

Estos mecanismos reducen la volatilidad de los flujos de caja, aportando flexibilidad al proyecto y permitiendo una mejor gestión en función del desarrollo de los acontecimientos futuros. El ejercicio de esta serie de derechos representa un valor añadido no capturado por los procedimientos tradicionales de valoración, de tal forma que la eficacia de estas medidas ha estado lejos de su máximo potencial.

4. Ejemplo: valoración de una garantía de tráfico mínimo en una autopista de peaje

El establecimiento de un nivel de tráfico mínimo o garantizado durante alguno o todos los años de la concesión por parte de la Administración, funciona como un "floor" que limita los posibles resultados adversos.

Este tipo de garantía se puede tratar como una opción real de venta europea, en la que el precio de ejercicio al vencimiento será igual al valor mínimo garantizado. El valor de la opción se establece como un derivado del tráfico, que actúa como activo subyacente. Si el tráfico real es superior al mínimo garantizado en la fecha de ejercicio, el valor de la opción al vencimiento será nulo; en caso contrario, el valor de la opción será proporcional a la diferencia entre el tráfico de ejercicio y el real.

4.1. Algunos resultados ilustrativos

A continuación se incluye a modo de ejemplo, la variación de valor que experimenta la concesión "Eje Aeropuerto" en Madrid introduciendo una garantía de tráfico mínimo. Se trata de una concesión de 25

Real options appear in a natural manner in concession contracts, through the different support and guarantees provided by the government. When all is said and done, the real option method provides valuation tools but it is the contract itself that governs the rights and obligations of the concessionaire.

In transport infrastructure projects, some of the real options that appear with greater frequency are exchange rate insurance, participation loans, shadow tolling, minimum traffic guarantees, maximum traffic restrictions, extension of concession, potential early reversal, grants or subsidies, etc.

These mechanisms reduce the volatility of cash flows, add flexibility to the project and allow greater management in accordance with the development of future events. The exercise of these series of rights provides an added value that is not considered by traditional valuation methods, which then implies that the efficiency of these measures has been far removed from their maximum potential.

4. Example: valuation of a guarantee for minimum traffic on a toll motorway

The establishment of a minimum or guaranteed traffic level over some or all of concession period operates as a floor which limits potentially adverse results.

This type of guarantee may be considered as a real option of European sale where the strike or exercise price on expiry will be equal to the minimum guaranteed value. The option value is established as one derived from traffic, which acts as an underlying asset. If the real traffic levels are higher than the minimum guaranteed at the time of exercise, the value of the option on expiry will be null, but in the opposite case the value of the option will be proportional to the difference between the exercise traffic and the real traffic.

4.1. Illustrative results

There follows, by way of example, an indication of the variation in value experienced by the "Airport Axis" concession in Madrid which introduced a minimum traffic guarantee. This is a 25 year concession in which Euros 327.82 million were initially

años de plazo concesional, en la que se invierten inicialmente 327,82 millones de euros. Mediante la realización de un modelo económico financiero de la concesión, se ha determinado el VAN de la misma, la TIR del proyecto y del accionista, realizando un análisis de sensibilidad de estas magnitudes para diferentes variaciones del tráfico respecto al inicialmente previsto (Fig. 4).

Obsérvese, que variaciones relativamente estrechas del tráfico provocan que el proyecto no sea viable o que se produzca un enriquecimiento no razonable del concesionario. Esta circunstancia resulta evidente, si tenemos en cuenta que los proyectos de concesiones están fuertemente apalancados.

Considérese la posibilidad de incorporar al proyecto anterior una garantía de tráfico mínimo anual, que garantiza diferentes porcentajes del mismo. En el gráfico siguiente (Fig. 5.) se muestra el VAN estático del proyecto y el ampliado (VAN estático + valor de las opciones) para diferentes volatilidades del tráfico.

Para un VAN estático de 91,81 M, el garantizar todos los años un 80% del tráfico mínimo supone un VAN ampliado que oscila entre 131,32 y 286,92 M dependiendo de la volatilidad considerada. Como se puede apreciar, la aportación de valor para el proyecto es muy importante.

invested. In accordance with the economic financial model of the concession, the NPV was established for the same together with the internal rate of return (IRR) of the project and the shareholder, conducting an analysis of the sensitivity of these quantities to different variations in traffic with respect to that initially forecasted.

It may be seen that relatively narrow variations in traffic can either make a project unfeasible or produce unreasonable returns for the concessionaire. This factor is evident when taking into account the heavy leverage in concession projects.

Here consideration can be given to the possibility of incorporating an annual minimum traffic guarantee into the project, to guarantee the different percentages of the same. The following graph shows the static and expanded NPV (static NPV + value of options) for different traffic volatilities.

For a static NPV of 91.91 M, the fact of guaranteeing 80% of minimum traffic for every year implies an expanded NPV that varies between 131.32 and 286.92 million Euros depending on the volatility considered. The addition of value to the project can then be seen to be very important.

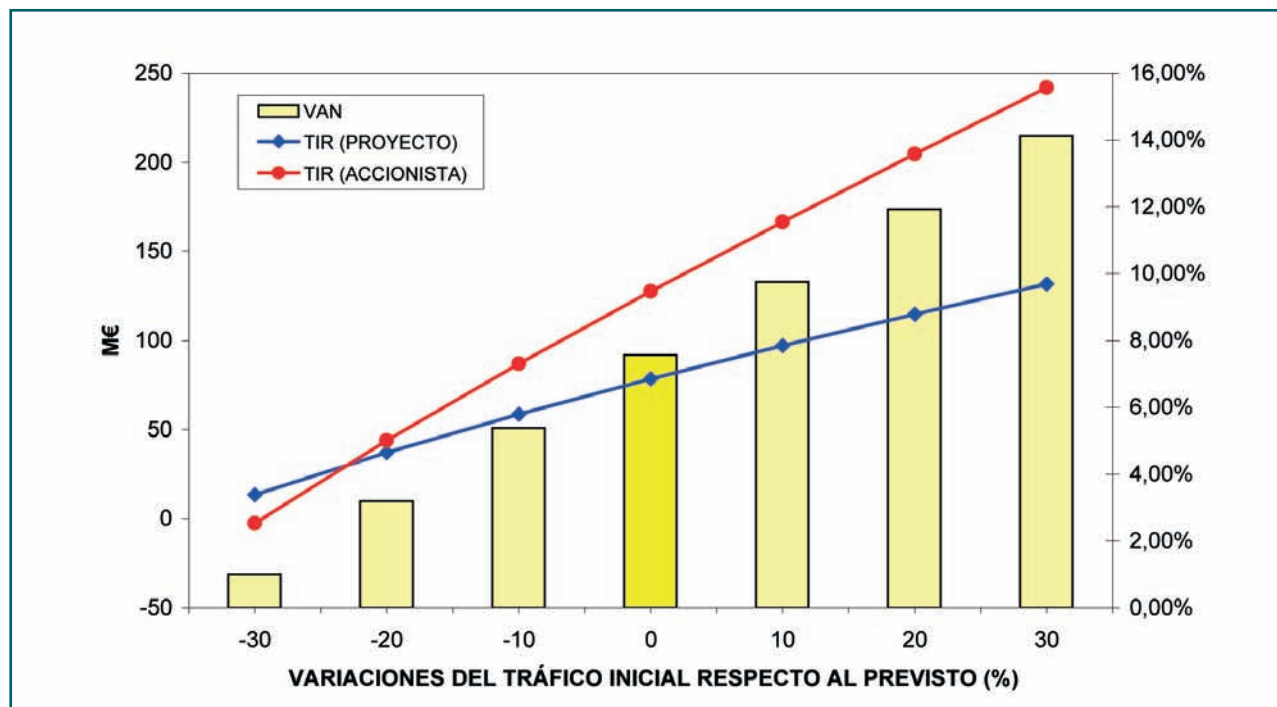
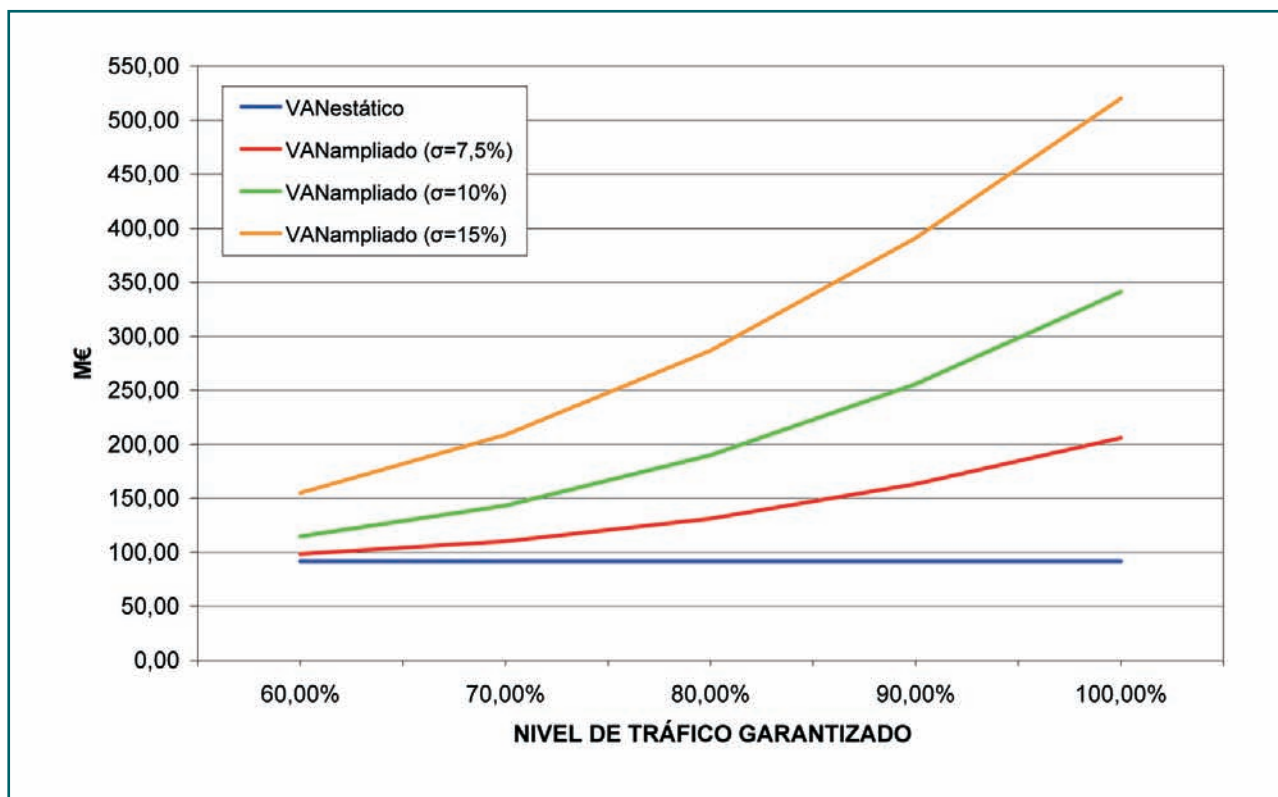


Fig. 4.

Fig. 5.



5. Conclusiones

Los contratos de colaboración público privada posibilitan la entrada del capital privado en la provisión de todo tipo de infraestructuras y servicios públicos. Para que los proyectos planteados sean financierables, es esencial que exista un reparto equitativo de riesgos entre el poder público y la iniciativa privada. La utilización de las opciones reales, permite introducir garantías en los pliegos que favorezcan este reparto de riesgos y su exhaustiva valoración. ♦

5. Conclusions

Public-private partnership contracts allow the entry of private capital for the provision of all types of infrastructure and public services. In order to allow the funding of these projects it is essential that there be an equal distribution of risks between the public sector and private initiative. The use of real options makes it possible to introduce guarantees in the specifications that favour the distribution of risk and a thorough evaluation of the same. ♦

Referencias/References:

–AMRAM, MARTHA y KULATILAKA, NALIN (1999a): Real options. Managing strategic investment in an uncertain world. Harvard Business School Press.
 –BLACK, FISCHER y SCHOLES, MYRON (1973): "The pricing of options and corporate liabilities". Journal of Political Economy, vol. 81, págs.: 637-654.
 –COPELAND, T. Y ANTIKAROV, V. (2001): "Real Options". New York, Texere LLC.
 –DIXIT, AVINASH K. y PINDYCK, ROBERT S. (1994): Investment under uncertainty, Princeton University Press.

–DIXIT, AVINASH K. y PINDYCK, ROBERT S. (1995): "The options approach to capital investment". Harvard Business Review, mayo-junio, págs.: 105-115.
 –FISHER, G. y BABBAR, S. (1996): "Private financing of toll roads". World Bank.
 –IRWIN, TIMOTHY C. (2004): "Government guarantees: Allocating and valuing risk in privately financed infrastructure projects". World Bank.
 –KESTER, W.C., 1984: Today's options for tomorrow growth. Harvard Business Review, vol. 62, nº 2, pp. 153-160.

–MYERS, STEWART C. (1984): "Finance theory and financial strategy". Interfaces, volumen 14, número 1, páginas: 12-137. También publicado bajo el mismo título en 1987 en Midland Corporate Finance Journal, volumen 5, número 1, páginas: 6-13.
 –SAMUELSON, PAUL A. (1965): "Rational theory of warrant pricing". Industrial Management Review, volumen 6, número 1, páginas: 41-50.
 –SMITH, J. E. y NAU, R. F. (1995): "Valuing Risky Projects: Option Pricing Theory and Decision Analysis". Management Science, volumen 41, páginas: 795-816.