



Departamento de Economía
Facultad de Ciencias Sociales
Universidad de la República

Documentos de Trabajo

**Asignación de riesgos en concesiones viales:
Evaluación de la aplicación de mecanismos de mitigación
de riesgos en contratos de concesión en Uruguay**

Andrés Pereyra

Documento No. 20/08
Octubre, 2008

**ASIGNACIÓN DE RIESGOS EN CONCESIONES VIALES:
EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE MECANISMOS DE MITIGACIÓN DE
RIESGOS EN CONTRATOS DE CONCESIÓN EN URUGUAY**

Andrés Pereyra¹

¹ Departamento de Economía - Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República de Uruguay.
e-mail: andres@decon.edu.uy

RESUMEN

Al concesionar infraestructura, se debe asignar al concesionario solo los riesgos que puede manejar. Mitigar los riesgos que no puede manejar debería, teóricamente, disminuir el retorno requerido por el concesionario para participar y aumentar el retorno esperado del Gobierno. En este trabajo se cuantifican estos efectos ante la mitigación de riesgos en un contrato de concesión particular en Uruguay. Se aplican técnicas de simulación sobre distintas hipótesis acerca de la forma en que los agentes aversos al riesgo toman decisiones. En el caso analizado, el impacto de mitigar riesgos al concesionario disminuiría su resultado esperado en aproximadamente 40%, aunque el resultado esperado para el Gobierno aumentaría de forma poco significativa.

Palabras clave: concesiones, manejo de riesgos, análisis de riesgo.

ABSTRACT

In infrastructure franchising, risks must be allocated to the agent that can handle them. To mitigate risks that the concessionaire can not handle with should decrease the return required by the concessionaire and increase the expected return of the Government. In this paper we analyze a particular franchise contract in Uruguay, and we try to measure those effects when risks are mitigated. We use simulation techniques, using different hypothesis about the way risk averse agents take decisions under uncertainty. In the case we analyze, the impact of mitigating risks of the concessionaire diminish its expected result in about 40%, although the expected result of the Government increase in a no significant way.

Keywords: concessions, risk management, risk analysis.

JEL: H54

1. INTRODUCCIÓN

América Latina enfrenta el desafío de superar la brecha en su infraestructura respecto del mundo desarrollado, e incluso respecto de buena parte de los países emergentes. En esta dirección, la participación del sector privado es clave por su aporte de recursos tanto como de eficiencia productiva. En el caso de la infraestructura vial, el instrumento de la concesión de obra pública sigue siendo el instrumento fundamental a ser utilizado.

Los contratos de concesión son la pieza jurídica principal que rige la relación entre el Estado y los privados. Estos contratos establecen las reglas que han de regir en la relación de largo plazo que significa una concesión relativa a infraestructura. Uno de los aspectos relevantes que se determinan en los contratos es la forma en que los distintos riesgos inherentes al negocio de la concesión son asignados entre el Concesionario y el Gobierno. Los concesionarios estarán dispuestos a comprometer inversiones en función de los ingresos asignados, pero habida cuenta del riesgo asumido en el negocio.

La asignación de riesgos en el contrato debe seguir ciertos criterios. El más importante de ellos es que cada riesgo debe ser asignado al agente que está más capacitado para manejarlo. Esto se debe a la relación estrecha que existe entre riesgos e incentivos; en la medida que un cierto agente está sometido a un cierto riesgo, tendrá seguramente el incentivo a manejarlo de la mejor manera posible en función de su propio interés. De esta manera, es normal que al privado se le asignen riesgos como el riesgo construcción pues implica establecer un adecuado incentivo a la eficiencia en la construcción.

Por otra parte, los riesgos que no son pasibles de ser manejados por ningún agente deberán ser diversificados, según indica la teoría financiera. No obstante la economía política de la participación privada recoge la experiencia de las usuales renegociaciones de contratos de concesión, y sugiere que cuanto menos riesgos asume el agente privado, menor es la probabilidad de renegociación futura del contrato. En ese sentido, salvo en los casos en que los riesgos se asocien al establecimiento de un adecuado marco de incentivos, los riesgos que no son manejables por parte del Concesionario no deben ser asignados al mismo.

Un riesgo que ha sido particularmente estudiado para el caso de las concesiones viales es el riesgo de demanda (riesgo que surge por la incertidumbre acerca del tránsito futuro en el peaje). El caso vial tiene la particularidad de que el Concesionario no es capaz de manejar la demanda en tanto la misma tiene la característica de ser una demanda derivada, y por lo tanto asumir este riesgo no le genera incentivo alguno al mejor manejo de la misma. Engel et al. (1997) introducen la idea de que el riesgo de demanda es provocado en lo fundamental por el contrato de concesión de duración fija. Sugieren además, diseñar contratos de tiempo variable que se adecuen a la realización efectiva de la demanda, eliminándose así el riesgo de demanda. Esta idea ha sido llevada adelante en Concesiones viales, al menos en Chile y Uruguay.

Uruguay llevó adelante un pequeño programa de concesiones viales en la década de 1990, el que ha sido sustituido a partir de 2002 por un esquema de participación privada en la construcción, rehabilitación y mantenimiento definida sobre una amplia red de carreteras. Este esquema introduce la figura de un Concesionario que opera en el marco del derecho

privado pero cuya propiedad pertenece indirectamente al Estado, el que contrata la realización de las obras y mantenimientos (contratos CREMA) al sector privado.

En el mencionado contrato de concesión entre el Gobierno y el Concesionario, se introducen una serie de mecanismos de mitigación de riesgos del Concesionario. Estos mecanismos buscan evitar que el Concesionario asuma riesgos que no tengan como contraparte la generación de incentivos adecuados. En particular, se mitiga el riesgo de demanda, siguiendo la idea de Engel et al. (1996) de que el riesgo de demanda no es manejable por el Concesionario. No obstante, la forma de mitigar este riesgo no consiste en hacer variable el plazo de la concesión sino haciendo variable el monto a ser invertido por el concesionario. Pereyra (2007) muestra analíticamente que los mecanismos de hacer el plazo o la inversión variables son equivalentes desde el punto de vista formal.

La cuestión fundamental que aborda este trabajo es la valoración cuantitativa del efecto de mitigar ciertos riesgos para el concesionario. Conceptualmente se define que riesgos deben ser asumidos por el Concesionario y cuales no, y se introducen mecanismos para mitigar estos últimos. De lo que se trata ahora, es de medir el efecto económico que tiene para las distintas partes la mitigación de estos riesgos. La medición de este impacto no puede hacerse sino sobre cada caso concreto; en este trabajo se analiza el Contrato de Concesión entre el Gobierno de Uruguay y el Concesionario de propiedad pública que se encarga de aproximadamente la mitad de la red primaria de carreteras nacionales. El análisis y sus resultados son particulares por definición, pero el método utilizado es aplicable a cualquier otro mecanismo de participación privada que involucre asignación de riesgos al agente privado.

2. LA ESTRATEGIA PARA LA PARTICIPACIÓN PRIVADA

2.1 El esquema de participación privada

En Uruguay se desarrolla en la década de 1990 un moderado programa de concesiones viales que alcanzó a menos del 10% de la red vial principal. Hacia finales del siglo XX el programa se hallaba virtualmente finalizado, relacionándose este hecho a las dificultades regulatorias en el manejo de los contratos de concesión y a que los bajos tránsitos no justificaban la ampliación del número de rutas concesionadas sin la presencia de subsidios públicos de envergadura, los que resultan difíciles de implementar habida cuenta del marco institucional uruguayo y las preferencias de los ciudadanos respecto de la participación privada (Pereyra, 2006).

A partir de 2002, luego de un período en que se detuvieron las concesiones, se lanza un proyecto de concesión de gran envergadura en relación a las reducidas dimensiones relativas del país. Se entregan en concesión 1500 kilómetros de rutas en la red principal, equivalentes a la mitad de dicha red, por un plazo de 18 años, estimándose el gasto a realizarse (inversión, operación y mantenimiento) en más de 550 millones de dólares. La red concesionada está constituida por todo el corredor sur del país (el de mayor tránsito) y por parte de los corredores que unen Montevideo con los principales pasos de frontera con

Argentina y Brasil. Si bien la concesión tiene entre sus cometidos la construcción de obras nuevas, se trata en lo fundamental de un programa de rehabilitación y mantenimiento.

La concesión tiene asignado como recurso para el cumplimiento de sus obligaciones los ingresos producidos por 13 puestos de peajes, el 90% de los existentes en el país. Los ingresos por peajes son complementados por un subsidio fijo del Estado (cuyo monto es independiente del desempeño de otras variables). El concesionario es una empresa privada de propiedad de la Corporación Nacional para el Desarrollo (figura pública de derecho privado). El hecho de que el concesionario sea público en su propiedad dio lugar, de acuerdo a la legislación uruguaya, a que se asignara directamente la concesión a través de un proceso de negociación, sin mediar proceso competitivo de subasta.

El contrato establece que el Concesionario debe realizar un cierto monto de gastos en inversión y mantenimiento durante el período de la Concesión, a cambio de recibir el cobro de los peajes. Dicho gasto se mide en términos de valor actualizado de modo de no incentivar al Concesionario a posponer inversiones necesarias. Se establece entonces que el Concesionario debe realizar gastos por un monto actualizado (valor presente de los egresos, VPE)

Se define al VPE hasta el período n , como:

$$VPE = \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{(1+r)^i}$$

donde:

E_i : egresos correspondientes al mes i de la concesión

r : tasa mensual de descuento igual a 0,7207% (equivalente a 9% anual)

Parece un elemento importante de destacar, que si bien las obligaciones del concesionario incluyen la realización de una serie de obras obligatorias y mantener un cierto nivel de servicio en las rutas, estas obligaciones no están asociadas a penalizaciones específicas por su incumplimiento, siempre que el valor actualizado del gasto realizado se encuentre en los niveles pactados. En definitiva, la variable relevante que indica el cumplimiento con las obligaciones contractuales es el gasto realizado por el concesionario.

El diseño del contrato supone que es posible el control del gasto del concesionario por parte del concedente. Es claro de que de no existir este control adecuado, el concesionario tiene el incentivo de sobredeclarar sus egresos. Por esta razón es que la concesión incorpora un mecanismo de control estricto del gasto que supone la realización de procedimientos competitivos bien definidos y auditados para la contratación de las obras y servicios. De esta manera el concesionario no presta los servicios ni ejecuta las obras, sino que todo es contratado en el mercado local o internacionalmente según el monto de los contratos.

2.2 La negociación inicial

Como se adelantó, la asignación de la Concesión al concesionario de propiedad pública se realizó de forma directa. Esto supuso la negociación de las obligaciones que asumiría el Concesionario a cambio de los recursos asignados (peajes y subsidios). Dadas las características del contrato propuesto, en el cual la principal variable que establece las obligaciones del concesionario es el gasto realizado a lo largo de la concesión, es lógico que la negociación se centrara en establecer el valor actualizado del gasto que el concesionario se compromete a realizar (VPE) a cambio de los ingresos comprometidos por el Gobierno.

El presente trabajo se desarrolla sobre el caso particular de esta Concesión cuya asignación es particular, no obstante lo cual el análisis y metodología son perfectamente replicables a los casos generales en que las concesiones son asignadas mediante subastas a Concesionarios privados. En estos casos, la discusión no se centraría en el gasto que el concesionario se compromete a realizar y que se establecerá mediante negociación, sino en el valor que el oferente esté dispuesto a ofrecer en la subasta para hacerse del contrato de concesión.

3. MECANISMOS DE MITIGACIÓN DE RIESGOS

3.1 Principales riesgos en las concesiones viales

Un aspecto central de los contratos de concesión refiere a la forma en que se asignan los riesgos principales inherentes al negocio. La asignación de riesgos se relaciona directamente al establecimiento de un marco de incentivos adecuado para el desarrollo de las distintas actividades. La teoría financiera indica que cada riesgo debería ser asignado al agente que está mejor capacitado para manejarlo, y en caso de no existir este agente el riesgo debería diversificarse.

Los principales riesgos que deberían manejarse en una concesión vial son el riesgo construcción, riesgo demanda, riesgo tasa de interés y cambiario, sin olvidar los riesgos regulatorio y político.

Riesgo Construcción. El riesgo construcción refiere al riesgo de que los costos de las obras superen los montos estimados en el proyecto. En las obras de infraestructura de transporte este riesgo es especialmente importante debido a que por la extensión de los proyectos, la precisión en estimaciones de costos requieren de importantes recursos, e incluso así es habitual encontrar diferencias importantes una vez se está ejecutando el proyecto.

Riesgo Demanda. Quizá tan importante como el riesgo construcción es el riesgo de demanda. La demanda por una ruta ha probado ser difícil de realizar con precisión para períodos largos como los considerados en una concesión, incluso con la sofisticación de las técnicas econométricas con que se cuenta actualmente, hecho que se agrava aún más en economías inestables sometidas a *shocks* periódicamente, como las latinoamericanas. La incertidumbre acerca de la demanda introduce un riesgo muy importante al concesionario.

Cuando las concesiones son asignadas competitivamente y el concesionario asume el riesgo de demanda se produce muchas veces el fenómeno conocido como la maldición del ganador², que indica que el ganador seguramente sobreestimó la demanda que el proyecto tendrá y muy probablemente la concesión no tenga los recursos suficientes.

Riesgo Tasa de Interés. En proyectos que requieren importante financiamiento, que en general se toma a tasas variables, la incertidumbre acerca de la tasa de interés de mercado introduce un riesgo que denominamos riesgo tasa de interés, y que será tanto mayor cuanto mayor el financiamiento a tasa variable tenga el proyecto.

Asignación de riesgos. En el caso del sector infraestructura vial existe acuerdo en que el riesgo construcción debería asignarse al privado que construye la carretera en tanto es quien puede manejarlo. En cuanto al riesgo de demanda, generalmente se considera que debe asignarse al privado, aunque el caso vial constituye una excepción en la medida que la demanda es derivada y no depende del esfuerzo que el privado haga; en este caso particular no es un riesgo que el privado pueda manejar.

En el caso de los riesgos que no pueden ser manejados por ningún agente, es casi siempre preferible que los mismos sean asumidos por el gobierno y no por el privado, basándose en dos argumentos. El primero proviene de la teoría financiera y refiere a que el privado y el Estado tienen distinto grado de aversión al riesgo; el Estado se puede suponer que es neutro al riesgo, mientras que el privado es averso al riesgo; en este sentido, el costo para el Estado de asumir este riesgo será menor de lo que el privado cobrará por asumirlo. El segundo argumento es de economía política y refiere a que los mayores riesgos asumidos por los concesionarios llevan a que aumente la probabilidad de que se llegue a situaciones en que éstos tengan dificultades económicas que requieran intervención regulatoria, y con un marco regulatorio inadecuado seguramente resulten en procesos de renegociación inconvenientes, especialmente para el Estado³. Por lo tanto, es recomendable en los contratos de concesión asignarle al concesionario los riesgos que éste puede asumir, estableciendo así el incentivo adecuado para que realice el mayor esfuerzo; por otra parte es recomendable que el Estado asuma los riesgos que no es posible manejar por parte del concesionario.

3.2 Los mecanismos de mitigación de riesgo

Basados en las consideraciones anteriores acerca de la asignación óptima de riesgos en los contratos de concesión vial, en la negociación inicial del contrato de concesión entre el Gobierno de Uruguay y el Concesionario de propiedad pública, se planteó introducir mecanismos para mitigar riesgos que no son manejables por el concesionario. De esta forma se esperaba que el concesionario, al disminuir el riesgo asumido, se comprometiera a

² En las subastas de valores comunes los oferentes tienen información incompleta del valor del objeto subastado; el ganador es quien hace la mayor oferta; al ganar percibe que ha sido quien estimó un valor mayor para el objeto; esto automáticamente le transfiere la información de que seguramente sobrestimó el valor del objeto, lo que es una mala noticia; a este hecho se le conoce como maldición del ganador.

³ Las concesiones de carreteras y agua han sido las más propensas a la renegociación, la que ha ocurrido en la mayor parte de los casos en América Latina (Guasch, 2004)

realizar un monto de inversiones mayor al que estaría dispuesto en caso de asumir estos riesgos.

Mecanismo de mitigación de riesgo de demanda. El primer mecanismo propuesto buscaba mitigar el riesgo de demanda asumido por el concesionario. El mecanismo consiste en hacer variable el gasto comprometido por el concesionario (VPE) según la realización efectiva de la demanda.

Sin la aplicación del mecanismo de mitigación de riesgo de demanda, el compromiso de egresos del concesionario es fijo (se acuerda en el contrato); para su estimación se utiliza un modelo financiero que supone ciertos ingresos por concepto de recaudación de peajes. En la medida que este último flujo de ingresos es incierto, el concesionario asume riesgo de demanda en su negocio.

El mecanismo de mitigación de riesgo consiste en ajustar el valor de los egresos comprometidos por el Concesionario (VPE) según la discrepancia entre los ingresos previstos inicialmente y los que se efectivicen. En el contrato de concesión se establece el flujo de ingresos previsto para cada año, el que se compara al finalizar cada año con el ingreso por peajes observado; si la recaudación es menor a la prevista se disminuye el valor de los egresos comprometidos para el año siguiente, mientras que lo contrario ocurre si la recaudación aumenta. De esta manera, el resultado del concesionario se mantiene constante, al compensar las variaciones de ingresos con variaciones similares en los egresos. Al modificarse el valor del egreso comprometido para cada año, se modifica evidentemente también el valor actualizado de los egresos (VPE), que pasa a ser entonces variable a diferencia de la situación en que no se aplica el mecanismo de mitigación de riesgo de demanda.

Mecanismo de mitigación de riesgo tasa de interés. Un segundo mecanismo aplicado refiere a la mitigación del riesgo tasa de interés que asume el Concesionario. El concesionario contrata financiamiento con Organismos Multilaterales de crédito y en el mercado de capitales local a través de la emisión de deuda. En todos los casos la tasa de interés pagada es variable, por lo que la incertidumbre acerca del valor que tendrá la tasa LIBOR durante el período de pago de intereses introduce riesgo al negocio del Concesionario. El mecanismo introducido para mitigar este riesgo al Concesionario se basa en la misma idea que el propuesto para mitigar el riesgo de demanda, y consiste en modificar el compromiso de gasto del concesionario según la variación observada de la tasa de interés de mercado. Se estiman los egresos que el concesionario tendrá que realizar cada año por pago de intereses tomando en cuenta la tasa LIBOR imperante en el momento del contrato. Cada año se observa el verdadero valor de la tasa LIBOR, y si el valor de la LIBOR es superior al valor del período base, se disminuyen los egresos que el Concesionario deberá realizar el año siguiente en un monto equivalente a la diferencia de tasas por los compromisos financieros de ese año. De esta manera se cumple que los incrementos de costos por aumento en las tasas de interés se compensan con disminución de egresos por inversiones. A la inversa ocurre en caso de que las tasas de interés disminuyan respecto a las del año base.

En resumen, el gobierno propone modificar el contrato de concesión introduciendo los mecanismos de mitigación de riesgo del concesionario, esperando que el mismo asuma un compromiso de gasto mayor. El concesionario deberá elegir el monto de inversión al que estará dispuesto a comprometerse en el nuevo contrato, habida cuenta del menor riesgo asumido.

4. LA TOMA DE DECISIONES DEL CONCESIONARIO

Un aspecto relevante a la hora de valorar el impacto que tendrán distintas alternativas de asignación de riesgos en un contrato es la forma en que los distintos agentes toman decisiones bajo incertidumbre. En este trabajo se manejan dos criterios alternativos. El primero tiene su origen en la teoría financiera y se asocia al concepto de *Value at Risk*, mientras que el segundo se relaciona a los conceptos microeconómicos de la teoría de la toma de decisiones bajo incertidumbre, también denominada economía de la información.

4.1 Criterios de la teoría financiera (*Value at Risk*)

Una de las medidas clásicas del riesgo (bancario o de portafolio) es el *Value at Risk* (VAR). El VAR se define como el nivel de pérdidas que hay riesgo de tener con una cierta probabilidad en un horizonte determinado. La información que brinda el VAR de un portafolio de inversiones, puede expresarse de la siguiente manera: en una jornada, hay una probabilidad de 99% de probabilidad de perder menos de 1 MM sobre el portafolio de inversión. El concepto de VAR debe ir necesariamente asociado a la probabilidad de ocurrencia y al horizonte temporal.

El VAR es una medida del riesgo que toma en cuenta los eventos de pérdida dentro de todos los posibles resultados. En la misma lógica, se puede pensar que el agente toma decisiones asumiendo un cierto valor de las pérdidas posibles, o una cierta probabilidad de ocurrencia de casos de pérdida.

En este trabajo consideraremos a los efectos de las estimaciones numéricas un posible criterio de decisión del concesionario, consistente en admitir una probabilidad de pérdida de $x\%$, criterio que se elige en la lógica del concepto tan difundido del *Value at Risk*. Denominamos a este criterio de decisión VAR $x\%$ por su vinculación conceptual con el concepto de VAR.

4.2 Criterios desde la economía de la información

La teoría microeconómica es fundamentalmente una teoría que analiza la toma de decisiones de los individuos, sean estos empresas o consumidores. Para las situaciones en que los individuos toman decisiones sobre hechos inciertos, se desarrollan una serie de teorías acerca de la toma de decisiones, de las cuales la más aceptada es la que desarrollan Von Newman y Morgenstein (1944) como preámbulo de su célebre tratado sobre Teoría de Juegos.

Las decisiones sobre hechos futuros inciertos se analizan como las decisiones sobre loterías. Una lotería se define como una distribución de probabilidad introducida por un ticket de lotería $a = [x, \pi]$, siendo x un vector $[x_1, x_2, x_3, \dots, x_s]$ de valores monetarios asociados a cada estado de la naturaleza $s = 1, 2, 3, \dots, S$ y $[\pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots, \pi_s]$ un vector de probabilidades asociado que cumple $\sum_{s=1}^S \pi_s = 1$.

La cuestión acerca de cómo toma decisiones un individuo en situaciones de incertidumbre es equivalente a la forma en que el individuo valora un ticket de lotería, o lo que es lo mismo, cuánto está dispuesto a pagar por dicho ticket. De acuerdo a lo establecido por Von Newman y Morgenstein, un individuo racional actúa de acuerdo a la hipótesis de la utilidad esperada, que implica suponer que el individuo maximizará su utilidad esperada, la que se expresa como $U(a) = \sum_{s=1}^S \pi_s u$, siendo u la función de utilidad del individuo que indica su utilidad para cada posible estado de la naturaleza.

La forma de la función u muestra el grado de aversión al riesgo del individuo. Si las alternativas del individuo se representan por una variable aleatoria \bar{x} , la utilidad esperada se puede escribir como $U(\bar{x}) = Eu(\bar{x})$; la concavidad de la función u muestra el grado de aversión al riesgo del individuo. Si la función es cóncava el individuo será averso al riesgo, mientras que si la función es convexa el individuo será amante del riesgo.

Existen dos medidas usuales de la aversión al riesgo que son los coeficientes de aversión absoluta al riesgo (CAAR) y de aversión relativa al riesgo (CARR).

$$CAAR_x = \frac{-u''(\bar{x})}{u'(\bar{x})} \qquad CARAR_{\bar{x}} = \frac{-\bar{x} u''(\bar{x})}{u'(\bar{x})}$$

El coeficiente de aversión absoluta al riesgo es una medida mucho más adecuada que las propias derivadas en la medida que no varía si se considera en vez de la función de utilidad u , una transformación monótona de la misma. Cabe recordar que la función u es una función que tiene solamente propiedades ordinales (representa un ordenamiento de las preferencias) y no tiene propiedades cardinales, por lo que cualquier transformación monótona de la misma también representa las mismas preferencias.

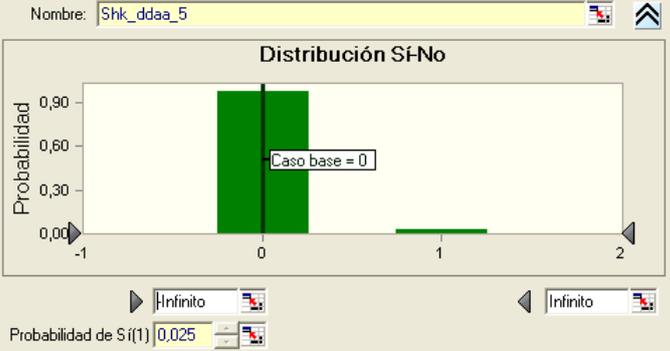
5. ANÁLISIS DE RIESGO

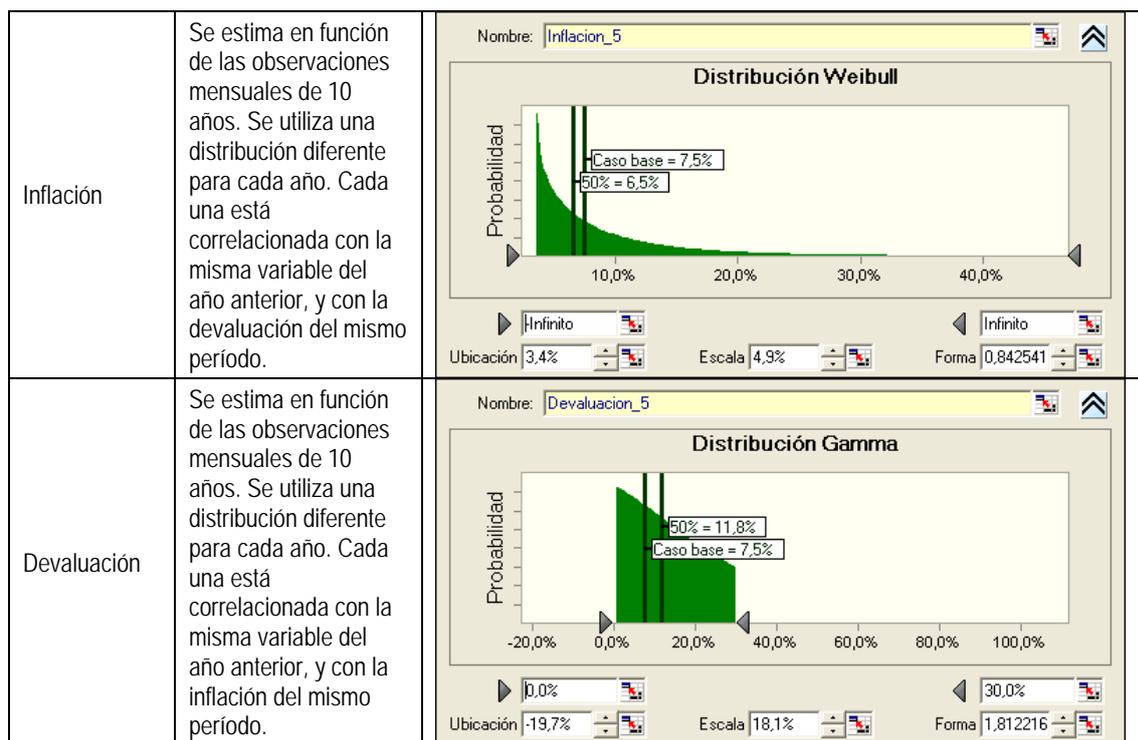
Para tomar en cuenta la incertidumbre existente en el negocio del concesionario se elabora un modelo financiero que toma en cuenta la relación contractual propuesta, se incorpora la incertidumbre existente acerca de ciertas variables claves y se realiza lo que se denomina análisis de riesgo.

Tabla 1. Principales características del modelo financiero	
Ingresos	Recaudación de peajes y subsidios.
Peajes	Primer año se estiman en base a modelo ARIMA. Segundo año en adelante se supone una tasa de crecimiento del tránsito en base a datos históricos, respetando estacionalidad.
	Se supone la posibilidad de que exista un shock de demanda durante la concesión. La forma del shock (profundidad y tendencia de la recuperación) se supone igual a la ocurrida en 2002.
Egresos operativos	Gastos en obras, mantenimiento, asistencia técnica, servicios, gastos de recaudación de peajes y gastos de administración del concesionario.
Financiamiento	El concesionario cuenta con financiamiento de organismos multilaterales a tasa variable, en dólares. Además tiene financiamiento del mercado de capitales en unidades indexadas a tasa fija y en dólares a tasa variable.
Impuestos	El concesionario recibe tratamiento fiscal especial por lo que el IVA no significa un costo y no se considera en el modelo. También reciben tratamiento especial los ingresos por subsidios, que hace que no se pague impuesto a la renta durante la concesión.
Resultado financiero del concesionario	Se ha asumido el compromiso de no distribuir utilidades hasta no repagar el financiamiento asumido con el mercado de capitales. Se supone entonces que no se reparten utilidades hasta el final del proyecto.
	En base a lo anterior, se elige a las disponibilidades financieras al final del proyecto como indicador de resultado del concesionario. Cabe destacar que no se puede utilizar la TIR a tales efectos pues el capital inicial invertido por el concesionario es mínimo (y la TIR es la rentabilidad sobre el capital propio invertido).
Valor presente de los egresos	El contrato indica que el concesionario cumple con el contrato en la medida que realiza gastos por un cierto valor (que se determina como valor presente de dichos egresos). A tales efectos se consideran los egresos por obras, mantenimiento, servicios, asistencia técnica y cobranza de peajes; no se consideran los costos de administración del concesionario.
	Los mecanismos de mitigación de riesgo modifican el valor de los gastos que el concesionario debe realizar. Entonces, el valor presente de los egresos que debe realizar el concesionario, que se fija en el contrato, es luego modificado por la realización efectiva de ciertas variables inciertas.
	El valor presente de los egresos es la variable que mide el resultado del gobierno. Es adecuada la medida en valor presente ya que la tasa de descuento considerada para su cálculo busca reflejar las preferencias intertemporales de la población.

La incertidumbre asumida por el concesionario se incorpora en el modelo a través de suponer que la misma es generada por un cierto proceso estocástico que se determina por el comportamiento de la misma en el pasado, cuando existen datos para ello, o por la mejor información que el analista tenga acerca de la misma.

Tabla 2. Supuestos del Análisis de Riesgo

Variable	Estimación	
Tasa Libor	Distribución empírica de la tasa 180 días registrada mensualmente en 10 años. Se trunca para valores menores a 1%. Se simula una tasa distinta para cada año. Las tasas de cada año están correlacionadas con la del año anterior.	 <p>Nombre: libor_5</p> <p>Distribución Extremo Mínimo</p> <p>Caso base = 5%</p> <p>50% = 5%</p> <p>Más probable: 5%</p> <p>Escala: 2%</p>
Tasa de Crecimiento de la recaudación	Se estima que la recaudación crece según una tasa de largo plazo. Se estima la distribución de probabilidad según opinión de expertos.	 <p>Nombre: Crecim_recauda_5</p> <p>Distribución Triangular</p> <p>Caso base = 2,50%</p> <p>50% = 1,67%</p> <p>Mínimo: -2,00%</p> <p>Más probable: 2,50%</p> <p>Máximo: 4,00%</p>
Existencia de Shock de demanda	Se supone puede existir un shock de demanda que aparte la recaudación de su crecimiento de largo plazo. El shock de demanda, en caso de ocurrir, tendrá una profundidad y recuperación posterior similar a lo ocurrido en la crisis de 2002. La probabilidad de crisis crece con los años, llegando a 30% sobre el final de la concesión.	 <p>Nombre: Shk_ddaa_5</p> <p>Distribución Si-No</p> <p>Caso base = 0</p> <p>Probabilidad de Si(1): 0,025</p>



Utilizando el software de análisis de riesgo Crystall Ball se realizan 5000 simulaciones de las variables de resultado, obteniéndose su distribución empírica. La variable *caja al final del proyecto* (o *resultado financiero*) es la variable de resultado del concesionario; la variable *VPE* es la variable de resultado del gobierno.

Método	Hipercubo Latino. Es un método más robusto que el de Monte Carlo para un número pequeño de simulaciones.
Número de simulaciones	5000 simulaciones.
Correlaciones entre variables	Inflación de un período con la misma variable de período inmediato; coeficiente de correlación = 0,8 Inflación con devaluación de un mismo período; coeficiente de correlación = 0,7

6. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA APLICACIÓN DE LOS MECANISMOS DE MITIGACIÓN DE RIESGO

Las decisiones que tome el concesionario dependerán del nivel de riesgo asumido. En el caso de un concesionario público como el que se analiza en este trabajo, su decisión refiere al Valor Presente de los Egresos (VPE) que estará dispuesto a asumir a cambio de los ingresos asignados. Cuanto menor el riesgo asumido, mayor será el VPE al que estará dispuesto a comprometerse.

Para poder medir la diferencia en VPE que el concesionario está dispuesto a asumir en situaciones de riesgo diferentes hay que imaginar la forma en que el mismo toma decisiones

en condiciones de incertidumbre. Se suponen dos posibles criterios de toma de decisiones, uno basado en el concepto de *Value at Risk* y el otro en la teoría microeconómica de la toma de decisiones bajo incertidumbre.

Si en lugar de un concesionario público se tratara de un concesionario privado, se podría utilizar un procedimiento similar. En ese caso, los distintos perfiles de riesgo serían internalizados por los oferentes en la subasta por la concesión determinando mayores ofertas cuando el riesgo asumido es menor.

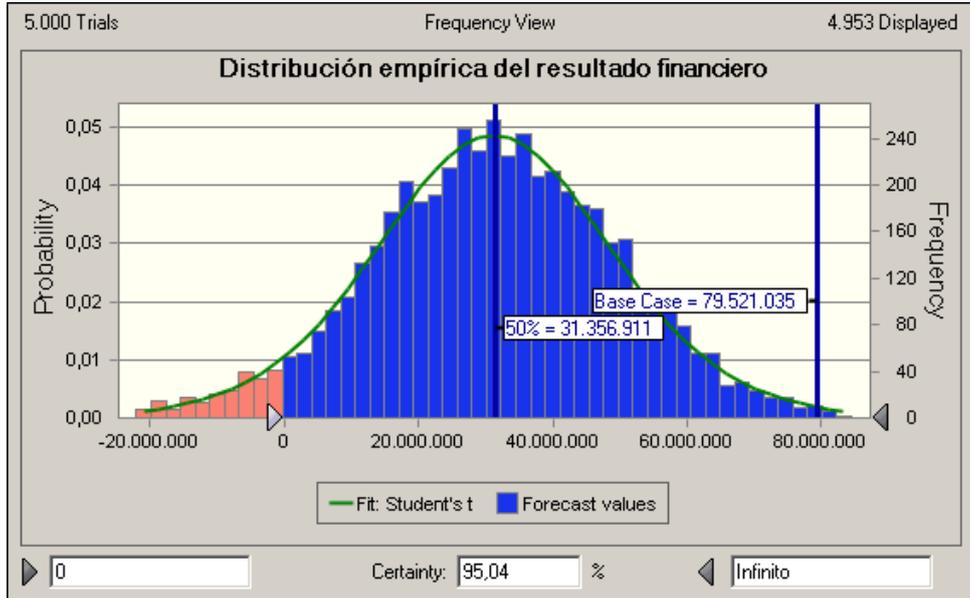
En ambos casos (concesionario público o privado), el criterio de toma de decisiones permite determinar el valor que tiene el negocio para el mismo. Este valor se supone en el caso del concesionario público es el valor por el que se acordará el contrato de concesión, mientras que en el caso privado será el valor a tomar en cuenta para definir la oferta en la subasta.

En caso de que el concesionario no asume riesgo de demanda, cabe la discusión de si el mismo es asumido por el gobierno o si el mismo desaparece. Siguiendo el argumento de Engel et al. (1996), se supone que el riesgo de demanda desaparece en tanto se trata de un riesgo introducido por el contrato. El concesionario no asume riesgo de demanda, con lo que los usuarios -representados por el gobierno- recibirán lo que pagan, pero eso no implica asumir riesgo. En el caso del riesgo tasa de interés, se trata de un riesgo que no es introducido por el contrato, por lo que si el mismo no es asumido por el concesionario, necesariamente es asumido por el gobierno.

6.1 Criterio de Probabilidad de Pérdida Máxima Aceptada 5%

Un primer criterio posible de decisión que se utiliza para simular, se basa en la idea de que el concesionario tomará la decisión del valor presente de las inversiones a comprometer de modo de aceptar una probabilidad de pérdida máxima de 5% (que llamamos VAR5%). Utilizando el modelo de simulación se determina el gasto que el Concesionario comprometerá de modo de obtener un resultado financiero negativo solo en el 5% de los casos. En el escenario en que no existen mecanismos de mitigación de riesgos y el criterio de decisión es el de VAR5%, el valor presente de las inversiones a que el concesionario estará dispuesto a comprometerse (VPE) será 297.7 MM. En este caso el valor esperado del ingreso financiero del concesionario será de 31.4 MM. El Gráfico 1 muestra la distribución empírica del resultado obtenido, donde se confirma que el concesionario tendría pérdidas financieras en un 5% de los casos.

Gráfico 1



Si se incorporan los mecanismos de mitigación de riesgo, y si el concesionario ofreciera el VPE de 297.7 MM, su probabilidad de pérdida financiera se haría nula y su ingreso esperado ascendería a 50.0 MM. En el Gráfico 2 se muestran conjuntamente las distribuciones empíricas del resultado financiero del concesionario que surgen de considerar el mismo VPE en los dos escenarios alternativos (sin y con mecanismos de mitigación de riesgo). Las estadísticas de ambas distribuciones indican que el proyecto será mejor para el concesionario en caso de existir los mecanismos de mitigación de riesgo, confirmándose que existe dominancia estocástica de primer orden.

Gráfico 2

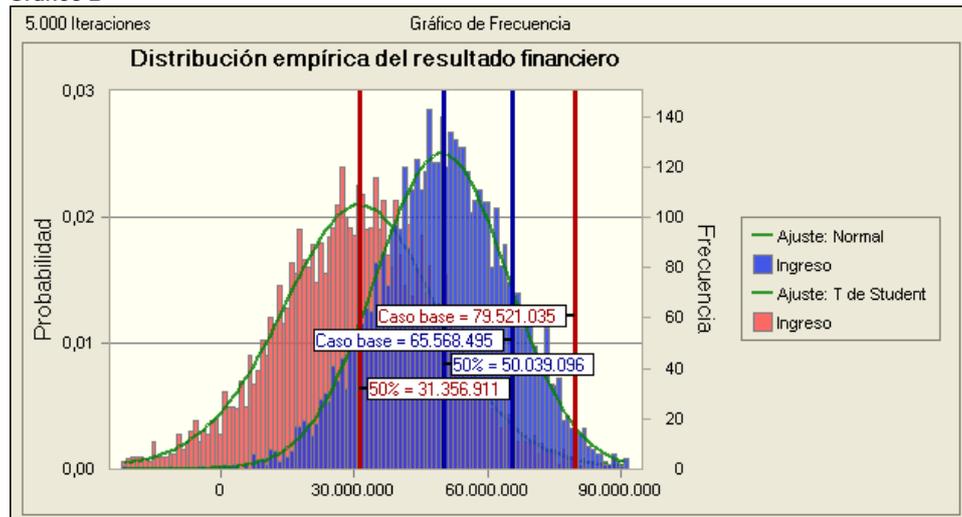
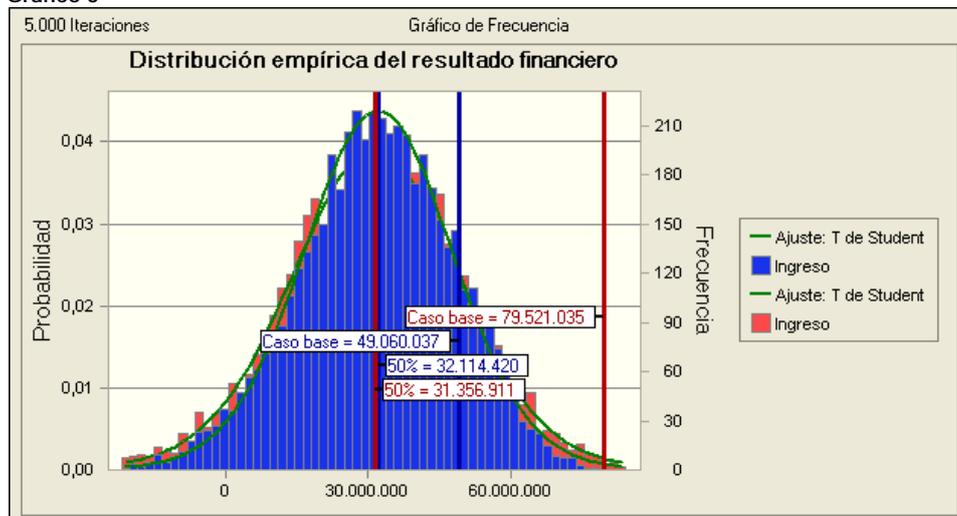


Tabla 4. Estadísticas de la simulaciones – Criterio de decisión VAR5%		
Caso: VPE= 297.7 MM		
	Sin mecanismos	Con mecanismo
Media	31.183.289	49.705.585
Desviación Estándar	19.001.269	14.915.331
Curtosis	3,76	3,31

En caso de aplicarse los mecanismos de mitigación de riesgo, el concesionario estará dispuesto a ofrecer un VPE mayor, de aplicar el mismo criterio de decisión. En este sentido, se estima que el VPE ofrecido será de 307 MM, siendo el resultado financiero esperado de 32 MM.

El Gráfico 3 muestra la comparación de los dos perfiles de riesgo posible (sin y con mecanismo de mitigación de riesgo y con probabilidad de pérdida 5% en ambos casos), observándose la similitud de los perfiles de riesgo. En caso de considerarse un criterio de decisión distinto (VAR10%, VAR20%, VAR30%, etc.) cambiará el VPE que el concesionario estaría dispuesto a comprometer en uno u otro escenario, pero no cambiaría la diferencia entre ambos, habida cuenta de la similitud en los perfiles de riesgo (forma de las funciones de distribución).

Gráfico 3



En resumen, el concesionario estará dispuesto a disminuir su resultado financiero esperado en casi 20 MM (40% del resultado financiero del escenario base) por no asumir los riesgos que mitigan los mecanismos propuestos, siendo de esperar que este guarismo no se modifique en caso de que la probabilidad de pérdida aceptada fuese distinta.

Desde el punto de vista del gobierno es posible medir la ganancia que significa asumir el riesgo mediante los mecanismos de mitigación, teniendo en cuenta en caso de que el concesionario tome el criterio de decisión de VAR5%

Un primer elemento a considerar desde la perspectiva del gobierno es el VPE que el concesionario está dispuesto a comprometerse contractualmente, en cada caso (Tabla 5).

Tabla 5. Estimación del VPE que el concesionario comprometería en el contrato <i>Caso de criterio de decisión VAR5%</i>	
	VPE ofrecido (miles de U\$S)
Con Mecanismos	306.973
Sin Mecanismos	297.666
Diferencia	9.307
%	3,03%

Cabe recordar que al introducirse los mecanismos de mitigación de riesgo, el VPE que efectivamente se realiza se vuelve variable y depende de la realización efectiva de las variables inciertas (demanda y tasa de interés). Por lo tanto, en el escenario sin mecanismos de mitigación de riesgos, el VPE a realizarse es un valor cierto para el gobierno, mientras que en el caso de aplicarse se enfrentará a una distribución empírica de esta variable. En la medida que el gobierno se supone neutro al riesgo, el valor relevante de esta distribución está dado por su media. Desde el punto de vista del gobierno el resultado de aplicar los mecanismos de mitigación de riesgo no puede afirmarse sea significativamente distinto de cero.

Gráfico 4

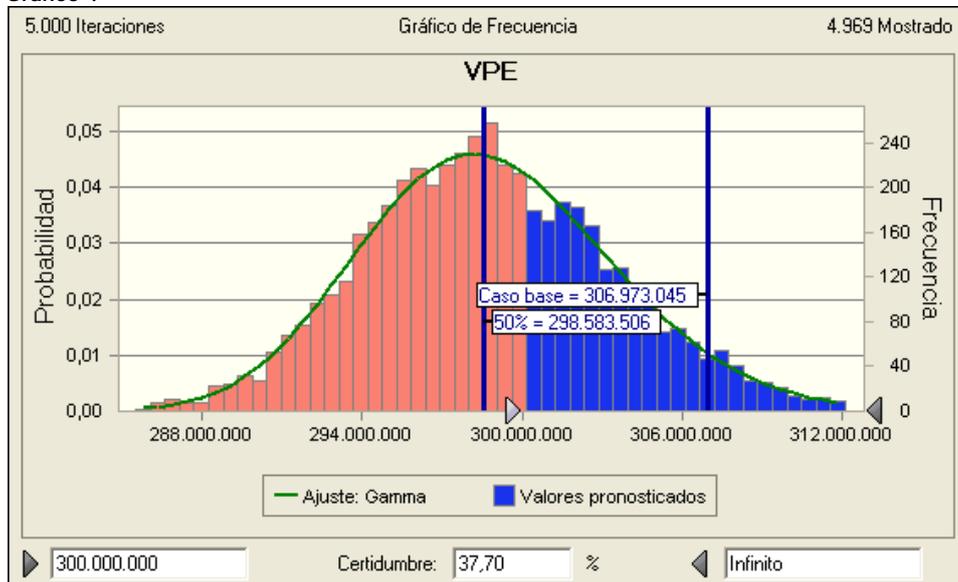


Tabla 6. Comparación de resultados para el gobierno

	Sin mecanismo	Con mecanismo
Variable	VPE en el contrato	Valor esperado del VPE
Valor	297.6	298.6

En resumen, el concesionario estará dispuesto a asumir contractualmente un monto mayor de inversiones (VPE) en la medida que se acepte que dicho monto se pueda ajustar para mitigar parte de los riesgos por él asumidos. En caso de introducirse el mecanismo de mitigación de riesgo, el impacto en el resultado esperado del concesionario es muy significativo (40%). Desde la perspectiva del Gobierno, esta menor ganancia media se traduce en un incremento del monto de inversiones comprometidas contractualmente en una cantidad similar. El Gobierno obtiene inversiones por 297.6 MM de forma segura en el caso de que no haya mecanismos de mitigación de riesgo e inversiones por un monto esperado de 298.6 MM en caso de que éstos últimos sean aplicados. No es posible afirmar que la diferencia entre ambas sea significativa. Esto se debe a que la disminución de la ganancia del Concesionario es un monto relativamente pequeño respecto del monto total de las inversiones previstas y empíricamente no resulta en una variación significativa.

6.2 Comparación según Coeficiente de Aversión Absoluta al Riesgo

El principal defecto que tiene el criterio de decisión del $VARx\%$ es que toma en consideración solamente los valores en que el concesionario pierde dinero, pero ignora aquellos casos en que gana. Para solucionar este inconveniente es que se apela a la teoría microeconómica de la toma de decisiones bajo incertidumbre.

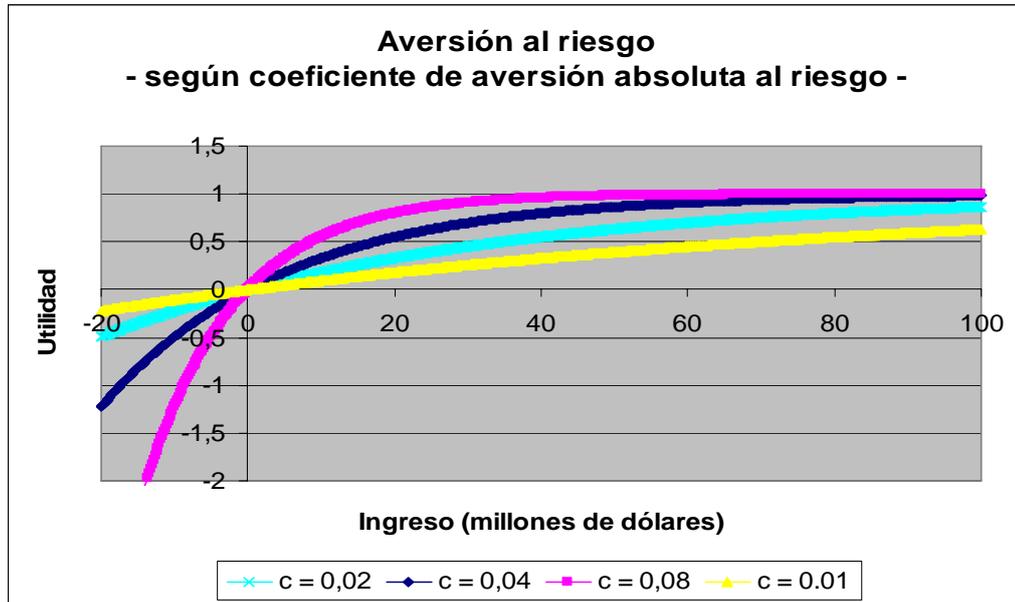
Se supone que el concesionario es averso al riesgo, y que su función de utilidad es del tipo de coeficiente de aversión absoluta al riesgo constante, y por lo tanto tiene la forma funcional siguiente:

$$u(x) = -ae^{-cx}, \text{ siendo } c \text{ el coeficiente de aversión absoluta al riesgo y } a \text{ un escalar}^4.$$

Un concesionario racional tomará decisiones de modo de maximizar su utilidad esperada, y en la medida de que es averso al riesgo ponderará de mayor manera los casos en que existan pérdidas o baja ganancia en relación a aquellos casos en que la ganancias son importantes. En la medida que no se conoce exactamente el coeficiente de aversión absoluta al riesgo de este concesionario, se trabaja en varias hipótesis que se muestran en el Gráfico 5. En el eje de las ordenadas se muestra la utilidad que genera un resultado financiero para el concesionario. Cuanto mayor el coeficiente de aversión al riesgo, mayor es la ponderación de los resultados negativos respecto de aquellos de mayor ganancia.

⁴ La introducción del escalar es a los efectos de la simplicidad y es posible porque la función u puede ser sustituida por una transformación monótona de la misma manteniendo las preferencias que representa.

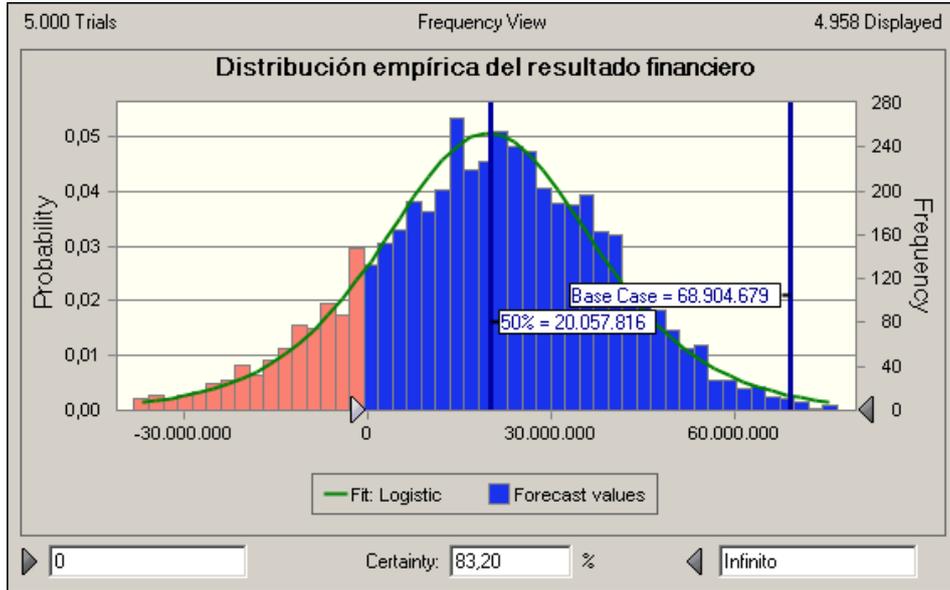
Gráfico 5



Dado el coeficiente de aversión absoluta al riesgo del concesionario, éste tomará la decisión del monto de inversión que estará dispuesto a comprometer dependiendo del riesgo asumido y de modo de que su utilidad esperada sea nula. Se supone que el concesionario estará dispuesto a comprometerse a un VPE que haga su utilidad esperada igual a cero.

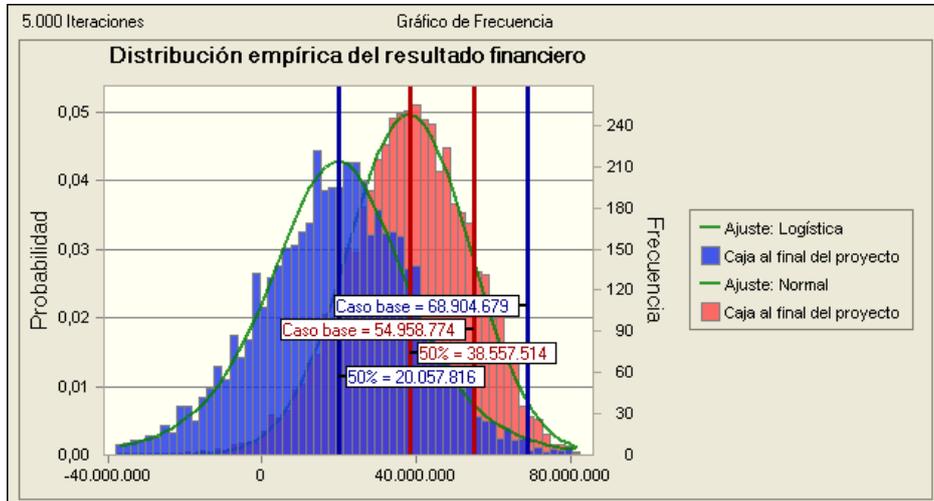
Se analiza en primer lugar el resultado financiero del concesionario para el caso de que el coeficiente de aversión absoluta al riesgo sea 0,08. Dicho resultado financiero del concesionario se mide por la variable Caja al Final del proyecto. El Gráfico 6 muestra la distribución empírica de esa variable cuando no existen mecanismos de mitigación de riesgo. En este caso, el compromiso de inversión que el concesionario estaría dispuesto a asumir (VPE) sería de 304.9 MM. Así, la probabilidad de obtener resultados negativos es de 16%, y el resultado esperado supera los 20 MM.

Gráfico 6



En caso de introducirse los mecanismos de mitigación de riesgo, si el concesionario mantuviese el compromiso de inversión de 304.9 MM, disminuiría su probabilidad de pérdida y aumentaría su utilidad esperada a 38.6 MM. El Gráfico 7 muestra la comparación de los perfiles de riesgo para este compromiso de inversión en los casos de no existir y de introducirse mecanismos de mitigación de riesgo.

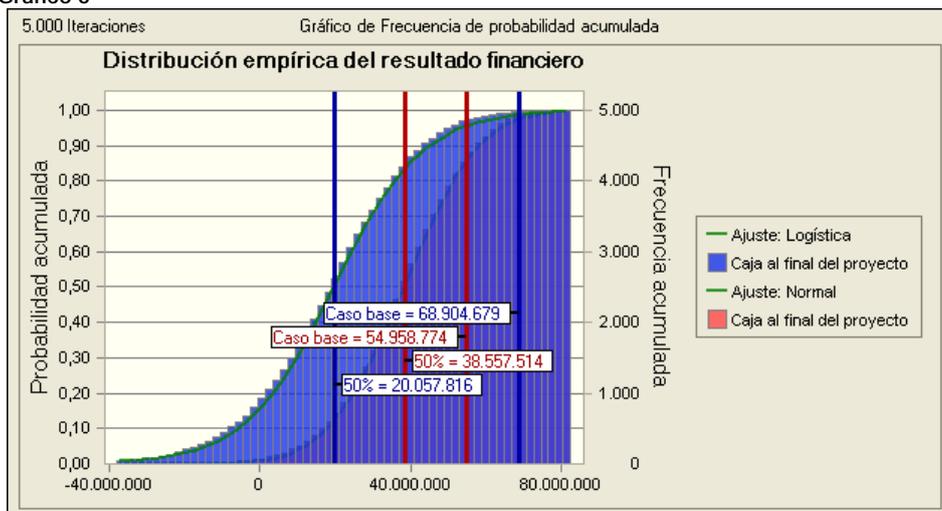
Gráfico 7



Las estadísticas de ambas distribuciones muestran que en el caso de existir mecanismos de mitigación de riesgo el resultado promedio es mayor, además que la distribución aparenta ser menos riesgosa en vista de su menor varianza y mayor apuntamiento. Además el Gráfico 8 que muestra las distribuciones acumuladas del resultado financiero en ambos casos, indica que existe dominancia estocástica de primer orden, lo que confirma que la situación con mecanismo de mitigación de riesgo es mejor para el concesionario, habida cuenta del monto de inversión comprometido.

Tabla 7. Estadísticas de la simulaciones – Criterio de decisión CAAR = 0.08		
Caso VPE= 304.9 MM		
	Sin mecanismos	Con mecanismos
Media	19.262.473	38.110.837
Desviación Estándar	20.453.188	15.865.478
Curtosis	3,61	3,29

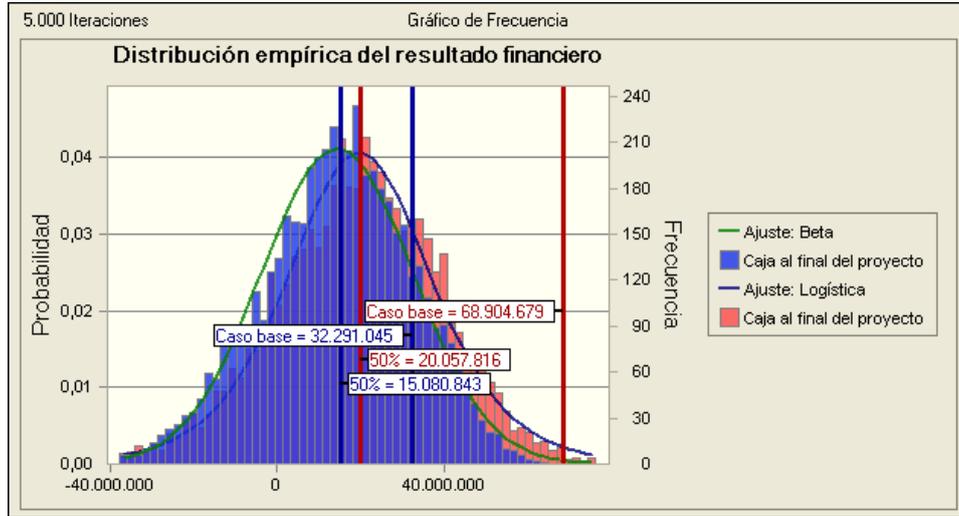
Gráfico 8



Con este resultado es posible afirmar que el concesionario, aplicando el mismo criterio de decisión, estará dispuesto a comprometer un mayor VPE en caso de introducirse el mecanismo de mitigación de riesgo. Suponiendo un coeficiente de aversión absoluta al riesgo de 0,08 y aplicando el criterio de decisión de hacer nula su utilidad esperada, estará dispuesto a asumir inversiones por 315.4 MM, obteniendo un resultado de pérdida en el 20% de los casos, y siendo su resultado financiero esperado 15 MM.

El Gráfico 9 muestra conjuntamente los resultados financieros del concesionario obtenidos siguiendo el mismo criterio de decisión ante dos contratos distintos (con y sin mecanismos de mitigación de riesgo). Los perfiles de riesgo no permiten afirmar que uno sea más riesgoso que el otro (se descarta dominancia estocástica de segundo orden).

Gráfico 9



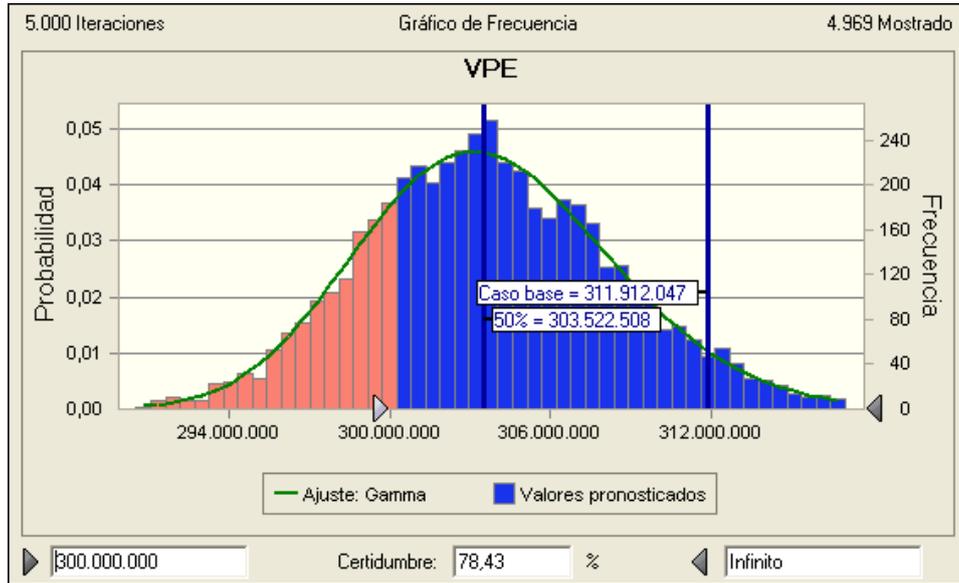
Analizado desde el punto de vista del gobierno (que representa a los consumidores), la aplicación de mecanismos de mitigación de riesgos del concesionario repercute en distintos niveles de inversión posible a ser aceptados contractualmente, habida cuenta de la aversión al riesgo del concesionario. Los resultados empíricos se resumen en la Tabla 8.

VPE (U\$S)	Coeficiente de Aversión Absoluta al Riesgo			
	0,01	0,02	0,04	0,08
Con Ajuste	332.585	323.971	318.803	315.357
Sin Ajuste	323.820	315.207	310.039	304.871
Diferencia	8.764	8.764	8.764	10.487
%	2,64%	2,71%	2,75%	3,33%

Cabe recordar que al introducirse los mecanismos de mitigación de riesgo, el VPE que efectivamente se realiza se vuelve variable y depende de la realización efectiva de las variables inciertas (demanda y tasa de interés). Por lo tanto, en el escenario sin mecanismos de mitigación de riesgos, el VPE a realizarse es un valor cierto para el gobierno, mientras que en el caso de aplicarse se enfrentará a una distribución empírica de esta variable. En la medida que el gobierno se supone neutro al riesgo, el valor relevante de esta distribución está dado por su media. Desde el punto de vista del gobierno el costo de adoptar el mecanismo de mitigación de riesgo tiene un costo que no se puede afirmar sea significativamente distinto de cero, aplicando las mismas consideraciones que en el caso del otro criterio de decisión analizado.

Variable	Sin mecanismo	Con mecanismo
	VPE en el contrato	Valor esperado del VPE
Valor	304.8	303.5

Gráfico 10



Cabe destacar que el orden de los resultados es similar para los distintos coeficientes de aversión al riesgo supuestos. También es de destacarse que el orden de los resultados es similar para los dos criterios de toma de decisiones manejados.

6.3 Caso de concesionario privado

Si el concesionario fuese privado, el valor ganado por el gobierno sería seguramente mayor aún. Se menciona este caso en la medida que las ventajas del mecanismo de mitigación de riesgo no se limitan al caso de un concesionario público.

Si se supone un modelo de subasta de primer precio de sobre cerrado (licitación), con un modelo de valores privados con oferentes simétricos en que se ofrece el contrato de concesión al oferente que comprometa un mayor valor de los egresos (VPE) a realizarse durante la concesión, entonces puede imaginarse cuál es el valor esperado para el gobierno de la oferta ganadora de la siguiente manera:

En primer lugar se estima la mejor estrategia de un oferente, que surge de maximizar la utilidad esperada.

$$b(v) = \frac{n}{n-1}v, \text{ siendo } b \text{ el VPE ofrecido y } v \text{ el valor de la concesión, que depende del riesgo}$$

asumido. Si el número de oferentes es razonablemente grande (mucha competencia por la concesión) el VPE ofrecido tenderá al que se está suponiendo ofrece el concesionario público (el estimado en los párrafos anteriores). Si el número de oferentes es reducido, como suele ocurrir en los casos de las concesiones, la oferta ganadora diferirá del valor de

la concesión para el oferentes en $\frac{n}{n-1}$. En el caso extremo de dos competidores, la oferta será el doble de la valoración del oferente.

En resumen, si en lugar de existir un concesionario público se subastara la concesión, la aplicación de mecanismos de mitigación de riesgos impactaría en el valor de la concesión para cada oferente, y así en la oferta que realice en la subasta. La evaluación realizada en este trabajo es entonces aplicable también al caso más general de existencia de un concesionario privado, siendo el porcentaje de ganancia estimado en el párrafo anterior de aplicación sobre el valor de la oferta ganadora.

7. COMENTARIOS FINALES

El trabajo aborda la medición del impacto de eliminar ciertos riesgos al Concesionario Vial. La medición se realiza sobre un caso particular, y utilizando la herramienta del análisis de riesgo. Se modela la toma de decisiones del Concesionario en varios supuestos, pero siempre suponiendo en lo fundamental que se trata de un agente averso al riesgo. Cabe destacar que se consideran solamente un número limitado de hipótesis acerca de cómo los concesionarios toman decisiones, por lo que las conclusiones no son generales, aunque dan una indicación razonable de que los resultados están determinados fuertemente por las características del negocio y la modelización de la incertidumbre existente, más que por la variación en el criterio en la toma de decisiones bajo incertidumbre del agente privado.

Los resultados indican que la forma de modelar las decisiones del concesionario no modifican sustancialmente los resultados. Estos resultados muestran que el Concesionario estará dispuesto a obtener un resultado esperado sustancialmente menor a cambio de no asumir los riesgos. Este resultado es válido solamente para el caso que se maneja, en tanto refiere al negocio particular analizado. No obstante, la metodología de análisis es aplicable a cualquier caso. En caso de tratarse de concesiones aún no realizadas, la metodología es también aplicable a la determinación del valor de la concesión para un agente privado, determinante de la oferta que podría llegar a realizar en una subasta por la concesión.

8. REFERENCIAS

Crystall Ball. User Manual.

Corporación Vial del Uruguay S.A. <http://www.cvu.com.uy>

Engel, E., Fisher, R. y Galetovic, A. (1997). Highway Franchising: Pitfalls and Opportunities. *American Economic Review* 87 (2).

Engel, E., Fisher, R. y Galetovic, A. (1999). The Chilean Infrastructure Concession Program: Evaluation, Lessons and Prospects for the Future, Documento de Trabajo No. 60. Centro de Economía Aplicada, Universidad de Chile.

Laffont, Jean Jacques (1995). *The Economics of Uncertainty and Information*. The MIT Press.

Pereyra, A. (2006). Articulación público-privada en el financiamiento de la infraestructura de carreteras en Uruguay. Anales del XX Congreso ANPET, Brasilia, noviembre de 2006.

Pereyra, A. (2007). Alternativas en el manejo del riesgo de demanda en concesiones de infraestructura vial. Departamento de Economía – FCS – UDELAR. Documento de trabajo 1/07.

Neumann, John von y Morgenstern, Oskar (1944). Theory of Games and Economic Behavior. Princeton, NJ. Princeton University Press.