

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

**Andrés Pereyra**

Universidad de la República de Uruguay  
Departamento de Economía – Facultad de Ciencias Sociales

## **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.

## **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.

## **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 (1996) 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 (Agencia Nacional de Desarrollo de Uruguay). 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.

La principal característica distintiva – y original – de la concesión mencionada es que se trata de una concesión por valor presente de los egresos. Los antecedentes indican que las concesiones se adjudican a los oferentes que ofrezcan el menor plazo para la realización de las obras, la menor tarifa de peaje, el menor subsidio requerido, o el menor valor presente de los ingresos, sin considerar combinaciones de estos criterios. En estos casos la concesión se termina cuando se alcanza el plazo ofrecido, el plazo determinado o el valor presente de los ingresos, según el caso. Esta concesión finaliza, y ahí radica parte de su originalidad, cuando se alcanza el valor presente de los egresos realizados, el que está establecido en el contrato de concesión (Pereyra, 2005). El contrato establece como meta contractual a ser alcanzada por el concesionario, al valor presente de los egresos (VPE) de 302 millones de dólares. Más específicamente, se establece que la concesión se extingue por alcanzarse la meta contractual cuando el VPE alcance el monto mencionado. Se define al VPE hasta el período  $n$ , como:

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

$E_i$ : egresos correspondientes al mes  $i$  de la concesión

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

## **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, el 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.

## **2.3 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, 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 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.

### **3. 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 macroeconómicos de la teoría de la toma de decisiones bajo incertidumbre, también denominada economía de la información.

#### **3.1 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

perdida de 5%, criterio que se elige en la lógica del concepto tan difundido del Value at Risk. Denominamos a este criterio de decisión VAR5% por su vinculación conceptual con el concepto de VAR.

### 3.2 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. De acuerdo a estos autores, 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).

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

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.

## 4. 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.

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 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 recibe 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. Cae destacar que no se puede utilizar la TIR a tales efectos pues el capital inicial invertido por el concesionario se mínimo (y la TIR es la rentabilidad sobre el capital propio invertido).
Valor presente de los egresos	El contrato indica que 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.

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.
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.
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
Inflación	Se estima en función de las observaciones mensuales de 10 años. Se utiliza una distribución diferente para cada año. Cada una está correlacionada con la misma variable del año anterior, y con la devaluación del mismo período.
Devaluación	Se estima en función de las observaciones mensuales de 10 años. Se utiliza una distribución diferente para cada año. Cada una está correlacionada con la misma variable del año anterior, y con la inflación del mismo período.

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* es la variable de resultado del concesionario; la variable *VPE* es la variable de resultado del gobierno.

## **5. 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 Ingresos (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.

### **5.1 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.

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 1 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.

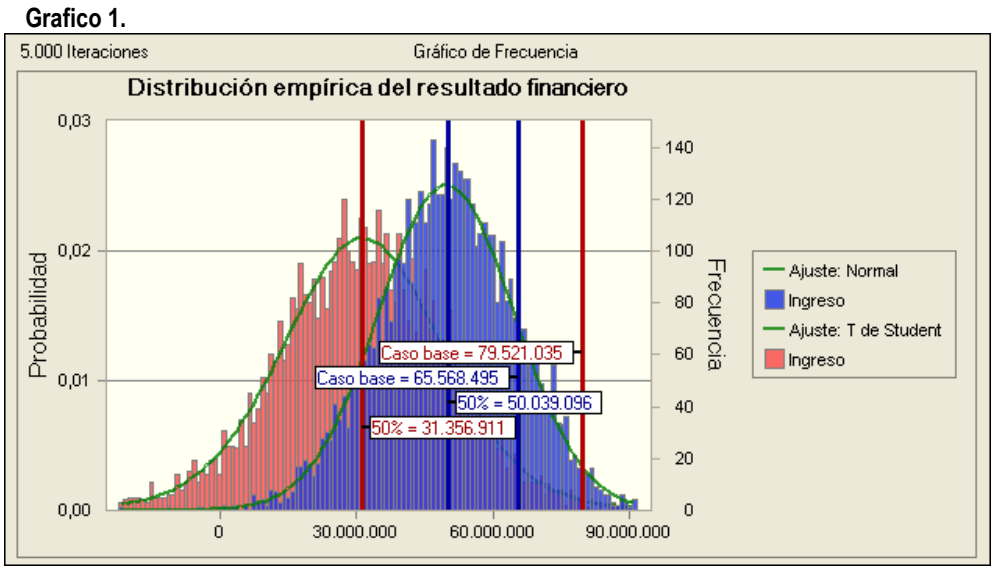


Tabla 3. Estadísticas de la simulaciones – Criterio de decisión VAR5%		
Caso: VPE= 297.7 MM		
	Sin mecanismos	Con mecanismo
Media	31.183.289	49.705.585
Desviación Estándar	19.001.269	14.915.331
Curtosis	3,76	3,31

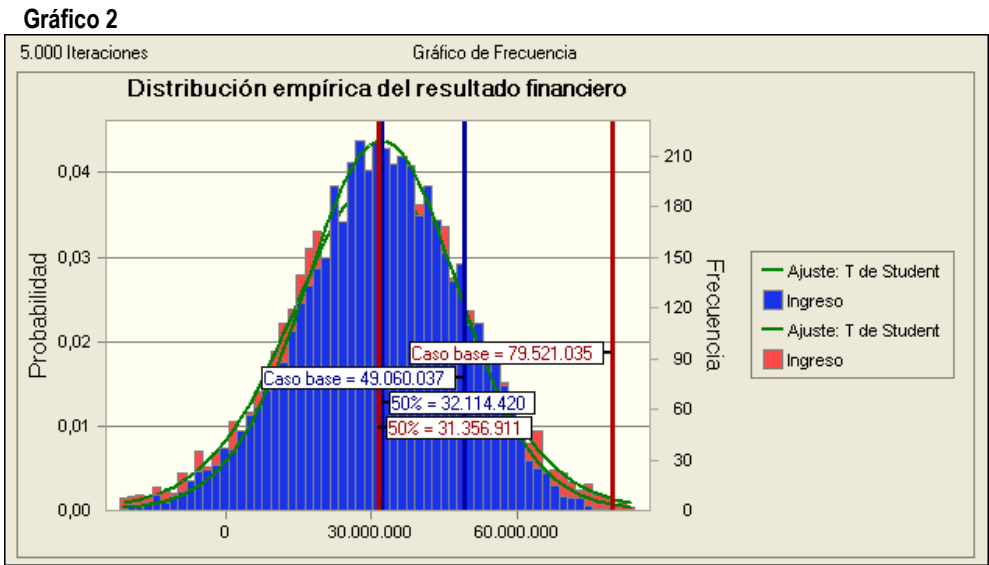
En caso de aplicarse los mecanismos de mitigación de riesgo, el concesionario estará dispuesto a ofrecer un VPE mayor, de aplicar el mismo criterio de decisión. En este sentido, se estima que el VPE ofrecido será de 307 MM, siendo el resultado financiero esperado de 32 MM. El Gráfico 2 muestra la comparación de los dos perfiles de riesgo posible, habida cuenta de la aplicación del mismo criterio de decisión. La gráfica muestra que dichos perfiles son similares, con lo que si el criterios fuese VAR10%, o VAR30%, podría variar el VPE que el concesionario estría dispuesto a comprometer en uno u otro escenario, pero no cambiaría la diferencia entre ambos.

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.

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 4).

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.



<b>Tabla 4. Estimación del VPE que el concesionario comprometería en el contrato</b>	
<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%

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 en una cantidad similar. No obstante, su ganancia esperada no es posible afirmar que será significativamente mayor que en el caso de que no existan mecanismos de mitigación de riesgos. 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.

<b>Tabla 5. Comparación de resultados para el gobierno</b>		
	Sin mecanismo	Con mecanismo
<b>Variable</b>	VPE en el contrato	Valor esperado del VPE
<b>Valor</b>	297.6	298.6

## 5.2 Comparación según Coeficiente de Aversión Absoluta al Riesgo

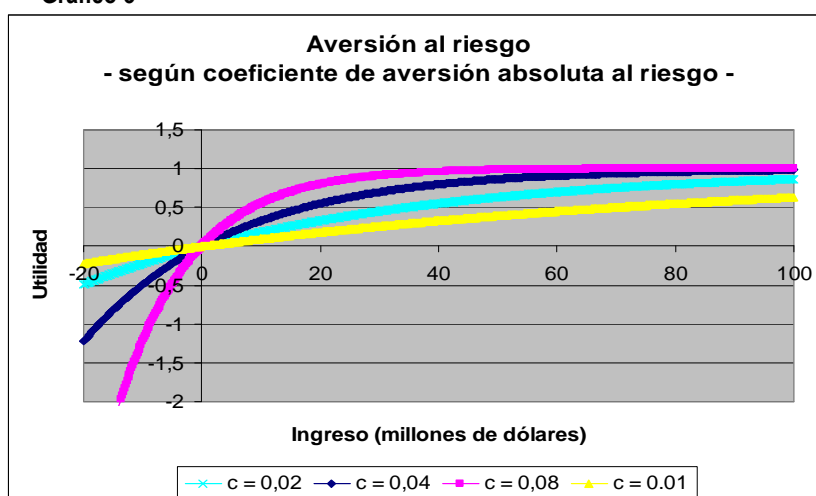
El principal defecto que tiene el criterio de decisión del VARX% es que toma en consideración solamente los valores en que el concesionario pierde dinero, pero ignora

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:  $u(x) = -ae^{-cx}$ , siendo  $c$  el coeficiente de aversión absoluta al riesgo y  $a$  un escalar<sup>1</sup>. 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 3. 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.

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.

**Grafico 3**



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

<sup>1</sup> 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.

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.

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. Las estadísticas de ambas distribuciones muestran que el resultado 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 las distribuciones acumuladas del resultado financiero indican 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 (existe dominancia estocástica de primer orden).

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.

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 6.

<b>Tabla 6. VPE que se aceptaría en el contrato según CAAR</b>				
	Coeficiente de Aversión Absoluta al Riesgo			
VPE (U\$S)	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, 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.

<b>Tabla 7. Comparación de resultados para el Gobierno</b>		
	Sin mecanismo	Con mecanismo
<b>Variable</b>	VPE en el contrato	Valor esperado del VPE
<b>Valor</b>	304.8	303.5

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. 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, pero que este resultado no significará para el gobierno una mejor significativa. 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.

## **7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- 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. The Economics of Uncertainty and Information. The MIT Press, 1995.  
 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.