

ESTUDIO VALOR POR DINERO
“REHABILITACIÓN TRAMO FERROVIARIO
ALGORTA — FRAY BENTOS”



Análisis de Valor por Dinero

Noviembre 2014

Coordinador del Estudio:

- Ec. Adrián Risso, Gerente de Evaluación de Proyectos, Corporación Nacional para el Desarrollo.

Equipo Técnico:

- Ing. Rodrigo Velasco, Gerente de Proyecto, Corporación Nacional para el Desarrollo.
- Cr. César Freire, Gerente de Proyecto, Corporación Nacional para el Desarrollo.
- Ec. Sebastián Albín, Asistente, Corporación Nacional para el Desarrollo.
- Ec. Franco De Crescenzo, Asistente, Corporación Nacional para el Desarrollo.
- Catherine Barzi, Auxiliar, Corporación Nacional para el Desarrollo.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	5
1 INTRODUCCIÓN	8
2 DESCRIPCION DEL PROYECTO	10
3 ESTIMACIÓN DE SOBRECOSTOS Y SOBREPLAZOS.....	13
3.1 Introducción	13
3.2 Revisión de la literatura.....	15
3.3 Evidencias de sobrecostos a nivel nacional.....	18
3.4 Entrevistas a Expertos – Sobrecostos y sobreplazos en obras ferroviarias	18
3.4.1 Resultados relacionados a los sobrecostos y sobreplazos en obras ferroviarias	19
3.5 Estimación de sobrecostos y sobreplazos con datos internacionales.....	20
3.5.1 Análisis de sobrecostos ferroviarios	21
3.5.2 Análisis de sobreplazos ferroviarios	23
3.5.3 Resumen de sobrecostos y sobreplazos.....	26
4 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS FERROVIARIOS.....	27
4.1 Evidencia internacional sobre la identificación de riesgos	27
4.2 Identificación de los principales grupos de riesgos por parte de los expertos.....	30
4.2.1 Selección de principales causas de riesgos.....	31
4.2.2 Análisis de riesgos de menor importancia relativa	34
4.2.3 Probabilidades de ocurrencia e impactos	38
4.3 Revisión de la literatura de asignación de riesgos.....	39
4.3.1 Análisis de la distribución de riesgo a nivel internacional	39
5 ASIGNACIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO.....	47
5.1 Asignación de la matriz contractual.....	48
5.2 Asignación de riesgo total entre retenido y transferido.....	51
5.3 Ponderación de los riesgos retenidos y transferidos.....	54
6 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO PPR	57
6.1 Costo Base.....	58
6.2 Costo de los Riesgos Retenidos y Transferidos.....	60
6.3 Costo Ajustado por Riesgo del Proyecto Público de Referencia	62
7 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO PPP	63
7.1 Estructura del Modelo de Negocio.....	63
7.2 Componentes de costos de la Alternativa PPP.....	64
7.3 Costo Ajustado por Riesgo del Proyecto Público Privado	67
8 RESULTADOS DEL VALOR POR DINERO	68

8.1	Cálculo VpD en términos promedios	68
8.2	VpD con distintas posiciones frente al riesgo.....	69
9	CONCLUSIONES	76
	BIBLIOGRAFIA	78
	ANEXO I Metodología aplicada en la realización de entrevistas a expertos ferroviarios.	82
	ANEXO II Datos de sobrecostos y sobreplazos en obras ferroviarias	91
	ANEXO III Matriz de Distribución de Riesgos preferidos a nivel internacional	95

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe construye un Comparador Público Privado, que busca identificar la existencia de Valor por Dinero (VpD) en la ejecución de obras de reconstrucción y mantenimiento de un tramo de 141,19 kms de vía férrea entre la localidad de Algorta y la ciudad de Fray Bentos a través del esquema de Participación Público Privada (PPP) aprobado en la Ley 18.786. Esta herramienta no elimina las formas de contratación ya existentes, por lo que su aplicación debe ser justificada.

Este proyecto se enmarca en una realidad particular que viene atravesando la infraestructura en Uruguay. Desde el cambio de modelo de negocio del país hacia un sector exportador de *commodities* luego de la crisis de 2002, se ha incrementado fuertemente el tránsito de grandes volúmenes pesados como el caso de la madera deteriorando fuertemente el patrimonio vial existente. Ante estas circunstancias el transporte ferroviario se presenta como una alternativa que brinda mejoras de eficiencia para estos volúmenes de carga.

El proyecto busca rehabilitar 141,19 kms de trazado existente en una obra inicial con un plazo máximo de 24 meses y un período de mantenimiento de 28 años. Para ejecutar este proyecto mediante PPP, se debe probar que presenta Valor por Dinero (VpD). Esto significa que el estado incurre en menores costos por ejecutar el proyecto mediante PPP comparado con la ejecución mediante obra pública tradicional. Un elemento clave en la estimación de VpD es la identificación, valoración y asignación de los riesgos en cada una de las dos opciones, PPP u obra pública tradicional (OPT).

Durante la vida de un proyecto existen una gran cantidad de riesgos asociados, la buena preparación y las correctas acciones de mitigación para enfrentarlos, hacen al éxito o el fracaso de éstos. Uno de los principales riesgos asociados a los proyectos de infraestructura son los sobrecostos y sobreplazos enfrentados en la etapa inicial (planificación y ejecución de obras). Estos dos riesgos se materializan en el hecho de que una construcción termina costando y demorando más de lo que se estimaba originalmente.

Tradicionalmente el Estado a través de la ejecución pública tradicional asume el 100% de los riesgos, por lo que la alternativa del contrato PPP le permite transferir un porcentaje de ese riesgo al sector privado, justificándose en su mayor capacidad para gestionarlo.

Con el objetivo de estimar sobrecostos y sobreplazos, en el presente estudio se relevó literatura internacional y se realizaron entrevistas a expertos en el tema, tanto nacionales como regionales, debido a la ausencia de datos sistematizados de obras ferroviarias en Uruguay. El principio central fue rescatar las opiniones de un grupo de expertos en las etapas de la gestión de riesgos, con el objetivo de discutir sobre la existencia de sobrecostos y sobreplazos, identificar y jerarquizar las causas y aproximar sus valores en obras ferroviarias en Uruguay.

El 90 % de los entrevistados consideró que en promedio siempre existen sobrecostos en las obras ferroviarias en Uruguay, mientras el 100 % manifestó que existen sobreplazos.

Asimismo, de la evidencia empírica internacional se identificó que en dichos proyectos el nivel promedio de los sobrecostos es del 40,5%, mientras que el de sobreplazos es del 90%.

Adicionalmente, se evaluó qué porcentaje del riesgo de sobrecosto y sobreplazo queda retenido en manos del Estado y cuanto es transferido al privado, si el proyecto se ejecuta bajo la modalidad PPP. Se determinó que el 25% del riesgo de sobrecosto es retenido por el Estado, mientras que el 75% restante es transferido al privado, bajo la lógica de que el riesgo lo gestiona quien tiene mayor capacidad para asumirlo. Para el caso de sobreplazos, el 43% del riesgo total queda retenido en manos del sector público, transfiriéndose el resto al privado.

Con la asignación de riesgos completa se puede estimar el valor presente de costo del Proyecto Público de Referencia (PPR) y del Contrato PPP, durante un escenario de 30 años de vida del proyecto. En caso del PPR, el costo base oscila desde USD 163.356.284 en la alternativa técnica más barata hasta USD 188.048.158 en la alternativa más cara suponiendo un financiamiento a través de emisión de bonos del tesoro nominados en Unidades Indexadas a 20 años, a una tasa de 4,35% anual. Respecto a las alternativas de mayor importancia se encuentran la de durmientes de madera nueva con un PPR de USD 179.558.671 y de durmientes de hormigón con riel soldado con un PPR de USD 188.048.158.

En cuanto al riesgo, en la alternativa PPR, la totalidad del valor del riesgo queda absorbido por la Administración Pública, y en valor presente en el caso de la alternativa de durmientes de madera nueva el costo del riesgo es de USD 89.955.575 mientras en la alternativa de durmientes de hormigón con riel soldado asciende a USD 93.913.853. En síntesis, el valor presente del costo total de Proyecto Público de Referencia ajustado por riesgo (suma del costo base más el costo de los riesgos), es de USD 269.514.246 en la alternativa con durmientes de madera nueva y de USD 281.962.011 en la alternativa con durmientes de hormigón con riel soldado.

En el caso del Contrato PPP, el costo que enfrenta el Estado es la suma de: 1) el pago por disponibilidad durante la vida del contrato con lo que logrará que el privado financie, construya y explote la infraestructura manteniendo un estándar determinado previamente; 2) el valor del riesgo retenido por la Administración Pública; 3) los costos de administración del contrato PPP; 4) IRAE pagado al Estado por la Sociedad de Propósito Específico (este monto debe ser restado del costo del Proyecto PPP). El pago por disponibilidad proviene del modelo financiero estimado en el estudio de Factibilidad y asciende en valor actual a USD 267.661.417 en la alternativa de durmientes de madera nueva y alcanza los USD 281.057.513 en la alternativa de durmientes de hormigón con riel soldado. Asimismo el costo del riesgo retenido, el cual asume el Estado en la alternativa PPP es de USD 25.291.865 en la alternativa de durmientes de madera nueva mientras asciende a USD 26.413.626 en la alternativa de durmientes de hormigón con riel soldado (el resto del riesgo es transferido a manos del privado). Por otra parte, el IRAE pagado al estado por la Sociedad de Propósito Específico es en valor presente de USD 34.288.538 en la alternativa en madera nueva y de USD 36.164.700 en la alternativa de durmientes de hormigón. En cuanto al costo de administración del contrato, éste ya está incorporado en el pago por disponibilidad. Tomando en cuenta los cuatro componentes de la alternativa PPP, el costo ajustado por riesgos e impuestos en valor

presente asciende a USD 258.664.745 en la alternativa en durmientes de madera nueva y a USD 271.306.440 en la alternativa de durmientes de hormigón con riel soldado.

Consecuentemente el proyecto “Rehabilitación del tramo ferroviario Algorta Fray Bentos” genera un Valor por Dinero de USD 10.849.501 en la alternativa de durmientes de madera nueva y de USD 10.655.572 en la alternativa de durmientes de hormigón con riel soldado, si se ejecuta por la modalidad de Contrato de Participación Público Privado, por lo que es recomendable realizarlo a través de esta vía. Estos resultados se determinaron bajo hipótesis de certidumbre.

Por último, para incorporar incertidumbre en las estimaciones se realizaron simulaciones de Monte Carlo tomando distribuciones estimadas de sobrecostos, de sobreplazos y de distribución de riesgos. La distribución de probabilidad del Valor por Dinero nos muestra los valores promedios de cada alternativa expresados en el párrafo anterior. En esta situación se estaría asumiendo una posición ante el riesgo de sobrecostos y sobreplazo neutral.

Dado que el Estado es un administrador de recursos públicos, asumimos que es averso al riesgo, por lo que ejecutar este proyecto por la alternativa PPP genera para la sociedad un Valor por Dinero cercano al determinado por el percentil 0,95, es decir, en torno a USD 87.206.696 en la alternativa de durmientes de madera nueva en caso de que los sobrecostos sean mayores al 40,5% esperado. Asimismo en el caso de la alternativa de durmientes de hormigón con riel soldado asciende a USD 89.830.949 en el caso de aumentos de sobrecosto mayores a los estimados al percentil 0,95. La explicación radica en que un agente más averso al riesgo tolera menos sobrecostos y sobreplazos cuanto más alejados de los niveles esperados se encuentren, por lo que la parte de este riesgo que es transferida es mayor, ahorrando más recursos con la transferencia de riesgo posibilitada por elegir la alternativa PPP.

1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente informe es construir un Comparador Público Privado, que permita identificar, o no, la existencia de Valor por Dinero (VpD) en el proyecto “Rehabilitación del tramo ferroviario entre Algorta y Fray Bentos”, ejecutado bajo la modalidad de Participación Público Privado.

La Ley Número 18.786 publicada en el Diario Oficial el 19/08/2011, de Participación Público Privada (PPP) aporta al Estado una herramienta de inversión en materia de infraestructura. Las PPP son una alternativa para la provisión y financiamiento de infraestructuras públicas, entendiéndose el término “provisión” en un sentido amplio, esto es incluyendo el diseño, construcción, financiación, operación y mantenimiento de dichas infraestructuras. Ahora bien, la aparición de la herramienta PPP no sustituye ninguno de los mecanismos de inversión existentes. Por tanto, antes de realizar un proyecto mediante este mecanismo es necesario evaluar si dicha modalidad de ejecución es la más apropiada.

Esta Ley en su artículo 16 establece que *“con carácter previo a la iniciación del procedimiento de contratación, la Administración Pública contratante deberá contar con un documento de evaluación en que se ponga de manifiesto la viabilidad y la conveniencia del proyecto en cuestión. Dependiendo de las características de cada proyecto, la evaluación previa podrá separarse en estudios de pre-factibilidad, estudios de factibilidad y estudios de impacto. El documento de evaluación deberá incluir, entre otros aspectos, un análisis comparativo con formas alternativas de contratación que justifiquen en términos técnicos, jurídicos, económicos y financieros, la adopción de esta fórmula de contratación. En particular, se deberá mostrar que el modelo de contratación propuesto es el que permite al Estado obtener el mayor «Valor por Dinero»”*.

El estudio del Comparador Público Privado, o VpD, se encuentra dentro de los estudios previos a realizarse si se desea ejecutar la modalidad PPP. La metodología de dicho documento consiste en definir una medida numérica que cuantifica la ganancia, para el sector público, de realizar un proyecto de infraestructura y servicios a través de un esquema de Participación Público-Privada, en comparación con un esquema de obra pública tradicional. El VpD se define como el valor presente del costo total neto de un Proyecto Público de Referencia (PPR) ajustado por riesgo y por ingresos de terceras fuentes, menos el costo total del proyecto PPP.

El presente documento aplica dicha metodología y justifica cuál de las dos alternativas, obra pública tradicional o contrato PPP, es la más eficiente para la ejecución de este proyecto. La metodología se encuentra sistematizada y explicada en la “Guía Metodológica del Comparador Público-Privado para esquemas de Participación Público-Privada en Uruguay”.¹

El capítulo 2 presenta una descripción del proyecto tanto desde su racionalidad económica como de sus alternativas técnicas. En el capítulo 3 se estiman los valores de sobrecostos y sobreplazos que serán utilizados para el cómputo del Valor por Dinero. En el capítulo 4 se identifican los riesgos y en el capítulo 5 se asignan los mismos de acuerdo al criterio de distribución que se obtuvo mediante la definición de una matriz de riesgos del proyecto. En

¹ http://www.mef.gub.uy/ppp/documentos/guia_valor_dinero.pdf

base a estos riesgos, en los capítulos 6 y 7 se estiman los costos de las alternativas PPR y PPP, respectivamente. En el capítulo 8, se estima el Valor por Dinero y su distribución. Finalmente, en el capítulo 9 se presentan las principales conclusiones del estudio.

2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

Como uno de los principales aspectos que ha impulsado el análisis de la posibilidad de rehabilitar la ferrovía se encuentra la situación actual que experimenta la infraestructura del transporte. Impulsado por el crecimiento económico, el uso de la misma se ha intensificado notablemente. En efecto, la economía uruguaya ha presentado un importante crecimiento económico originado en parte por el sector agropecuario. En el periodo 2000-2013 el PIB creció a una tasa promedio anual del 3,21%, si se parte desde 2002 esta tasa sube a 5,18%. En este contexto se produce un gran cambio estructural en el sector agrícola con la soja como líder. Como forma de ver el impacto que ésta ha tenido en la infraestructura, se destaca que mientras que en el año 2000 la producción de soja fue de 27.600 toneladas, en 2012 se contaba con 2.764.700 toneladas. Esto implica un crecimiento en volumen físico del 46,8%, promedio anual, que debió ser transportado.

Esta situación ha impactado considerablemente sobre la infraestructura vial. En este sentido, el sistema ferroviario se piensa como una alternativa, funcionando como una válvula de escape que aliviaría la carga que debe soportar la estructura vial. De la misma manera se pretende que, de ser factible, este proyecto se una a otras iniciativas que apuntan a la rehabilitación del sistema ferroviario uruguayo.

El proyecto involucra directamente a la localidad de Algorta, ubicada al norte de Río Negro (en el límite con Paysandú), con Fray Bentos, capital de Río Negro, abarcando un tramo cuya extensión es de 141,19 kms. Sin embargo, la zona de influencia es significativamente más amplia que el departamento involucrado, debido a que a través de Algorta se pueden realizar conexiones con otras vías importantes. Por un lado, existen conexiones con Paysandú y Salto, donde la red se conecta con Argentina. Por otro lado, presenta conexiones con Rivera y Tacuarembó hacia el norte del país posibilitando a estos departamentos el transporte de mercancía hacia Fray Bentos con destino a la exportación.

En el estudio de factibilidad se evalúan seis alternativas de rehabilitación: 1) Vía sobre durmiente de madera; 2) Vía sobre durmiente de hormigón con riel embridado; 3) Vía sobre durmiente de hormigón con barra larga soldado; 4) Vía sobre durmiente de madera con reutilización del 20% de los durmientes existentes; 5) Vía sobre durmiente de madera con reutilización del 33% de los durmientes existentes; 6) Vía sobre durmiente de madera con reutilización del 50% de los durmientes existentes.

La alternativa 1 consta de 20 cm de subbalasto dispuestos sobre la plataforma existente. Entre la capa de subbalasto y la plataforma se introduce una lámina impermeabilizante o geotextil. Encima de la capa de subbalasto se dispone una capa de balasto, cuyo espesor mínimo sea de 15 cm y sobre ella se colocan durmientes de madera con una separación entre los mismos de 0,6 m.

La alternativa 2 resulta similar a la alternativa 1 pero en lugar de durmientes de madera, se colocan durmientes de hormigón con la misma separación.

La alternativa 3 es similar a la presentada anteriormente, la única diferencia es que el riel se suelda a todo lo largo y por lo tanto no es necesario colocar bridas. Si se opta por la barra larga soldada, es necesario disponer aparatos de dilatación en las estructuras y aparatos de vía.

La alternativa 4 es similar en lo estructural a la alternativa 1 ya que utiliza durmientes de madera y el mismo tipo de rieles y balasto. Sin embargo, plantea la reutilización del 20% de los durmientes existentes.

En el caso de la alternativa 5, el tipo de rehabilitación es similar a la alternativa anterior pero implica la reutilización de un 33% de los durmientes, en lugar del 20%. Es de notar que esta alternativa requiere reutilizar 77.655 durmientes con un mayor riesgo de no encontrar durmientes en buenas condiciones que en la alternativa anterior e implicando mayores costos de mantenimiento.

Finalmente, la alternativa 6 es similar a las dos anteriores solo que implica una reutilización del 50% de los durmientes existentes, esto es utilizar 117.660 durmientes existentes. Nótese que el riesgo de encontrar menos durmientes en buenas condiciones es aun mayor aquí.

Para lograr estos objetivos y dependiendo de las alternativas que se estén considerando será necesario realizar las siguientes obras.

- Suministro y recambio de rieles
- Suministro y recambio de durmientes
- Colocación de sujeciones de vías
- Suministro y reposición de balasto
- Colocación de desvíos

La alternativa que representa un menor nivel de inversión inicial es la que involucra la reutilización del 50% de los durmientes, la cual representa un costo de inversión de USD 91.537.189, mientras que la propuesta más cara es la de durmientes de hormigón con riel soldado que implica una inversión en obras de USD 109.422.279.

Asimismo los rubros que tiene mayor peso en el nivel de inversión dependen de las alternativas consideradas. En el caso de la alternativa 1 que plantea un recambio de todos los durmientes el principal rubro son los rieles que ponderan un 16,5% seguido de los durmientes de madera con 11,8%. Sin embargo, en el caso de las alternativas en hormigón (2 y 3), son los durmientes los que se encuentran en primer lugar con 19,7% y 19,6% respectivamente seguido por los rieles nuevos con 15,7% y 15,6% respectivamente. En el caso del recambio parcial de durmientes (alternativas 4, 5 y 6) los rieles tienen un mayor peso, 17,3%, 17,9% y 18,7% respectivamente, seguido de la capa de 50 cm y luego el suministro y descarga de balasto.

Esto apunta básicamente a considerar el precio de los rieles y los durmientes en las alternativas que implican un recambio total de durmientes. Mientras que las alternativas parciales apuntan a los rieles como el principal costo seguido por la plataforma de balasto.

Como valor medio de mantenimiento anual se emplea el valor de USD 3.000 por kilómetro de vía en las tres primeras alternativas. En las alternativas que implican reutilización de durmientes este costo es mayor. En el caso de las alternativas que reutilizan el 20%, el 33% y el

50% de los durmientes se supone un incremento en el costo de mantenimiento del 5%, 10% y 15% respectivamente, debido al recambio de durmientes.

Los pagos por disponibilidad asociados a cada una de las alternativas varían entre USD 15,7 millones en el caso de la alternativa 6, que implica la reutilización del 50% de los durmientes existentes, hasta USD 18,3 millones en la alternativa 3, que implica la utilización de durmientes de hormigón con riel soldado.

3 ESTIMACIÓN DE SOBRECOSTOS Y SOBREPLOZOS

3.1 Introducción

El ciclo de vida de un proyecto de construcción se podría segmentar en dos grandes etapas, la fase temprana (planeación), antes del inicio de las obras, y la etapa final, la ejecución de las obras. La diferencia entre lo que se estima antes de comenzar las obras, y lo que sucede al terminar la misma es habitualmente diferente debido a una gran cantidad de causas. Esto muestra la necesidad de implementar una buena etapa de planeación de los proyectos para evitar asumir costos que originalmente no estaban pensados.

La lógica subyacente a esto es que los niveles de incertidumbre comienzan a decrecer a medida que la vida del proyecto avanza (anteproyecto, proyecto ejecutivo, obras). De esta manera, mientras se dedica mayor tiempo y recursos en la realización de estudios con mayor profundidad, previo a la realización de las obras, la incertidumbre comienza a reducirse. Si bien a nivel de prefactibilidad² están definidos varios aspectos del proyecto, como es la superficie del mismo, las cantidades aproximadas de insumos requeridos y una estimación de los costos en recursos, el hecho de no contar con el proyecto ejecutivo impide tener una confección detallada del rubrado de la obra para su presupuestación final.

La diferencia entre la estimación previa, de costos y tiempo de obra, y lo que insume finalmente un proyecto, se conoce como sobrecostos y sobreplazos. El período de estimación refiere a la etapa donde la identificación del proyecto existe, las características y dimensiones se encuentran definidas, pero aún no existe el desarrollo del proyecto ejecutivo. Es decir, parte de la incertidumbre está asociada a la inexistencia de una detallada definición de las obras en lo que refiere a su diseño y especificaciones concretas, asumiéndose una gran cantidad de riesgos.

En un esquema de PPP una de las principales ventajas es la distribución de los riesgos para que éstos sean administrados por el agente más capaz, dado sus características y su experiencia. Los sobrecostos y sobreplazos son identificados en la literatura como los dos principales riesgos de las obras públicas tradicionales que son total o parcialmente transferidos al sector privado en un proyecto PPP. Consecuentemente, su cuantificación será necesaria para identificar el valor monetario del riesgo que asumiría el Estado, si realizara el proyecto bajo la obra pública tradicional, o el que deja de asumir por ejecutar el proyecto mediante PPP. Esta magnitud será parte del valor presente del costo del proyecto público de referencia (PPR), necesario para la evaluación de si existe, o no, Valor por Dinero. El PPR corresponde a la alternativa de provisión pública de la infraestructura con exactamente la misma calidad que puede ser provista por la alternativa PPP³. Posteriormente se deberá calcular cuánto de ese riesgo es transferido al privado en un esquema de PPP, siendo ésta una proporción del riesgo total de sobrecosto y sobreplazo calculado anteriormente.

² A nivel teórico se define que en la etapa de prefactibilidad se realiza una estimación de los costos del proyecto sin contar aún con un diseño ejecutivo. En la siguiente etapa, en la cual se confecciona un estudio de factibilidad se dispone de un diseño ejecutivo.

³ Por mayor detalle de esta definición ver Guía Metodológica del Comparador Público-Privado para esquemas de Participación Público-Privada en Uruguay.

Cabe aclarar que la definición de sobrecosto y sobreplazo adoptada y la forma de cuantificarlos está relacionada con el tipo de contrato que se pretende licitar. En este caso, como se mencionó anteriormente, el contrato propuesto consiste en el diseño, construcción, financiación y mantenimiento (*DFBM*) de la obra ferroviaria. Esto implica que al momento de ofertar el privado no contará con un diseño ejecutivo. Por tanto, el sobrecosto y el sobreplazo estimados corresponden a las diferencias entre lo efectivamente ocurrido y lo que se estimó previo a la etapa de diseño.

Un aspecto central en el estudio de la valoración de sobrecostos y sobreplazos son las fuentes para obtener información estadística acerca de estos riesgos. Las fuentes de información usualmente utilizadas son: datos históricos nacionales, taller de riesgos, estudios referenciales y evidencia empírica internacional. La primera técnica requiere de la existencia de datos históricos de sobrecostos y sobreplazos en la realidad nacional, al menos una muestra de 25 o 30, lo que es inusual en un país pequeño donde no se suelen ejecutar proyectos con estas características. La segunda se aplica cuando no existe información estadística suficiente y consiste en un grupo de expertos que identifican y valoran los riesgos. Finalmente, si ninguna de las dos técnicas anteriores es posible se puede recurrir a las referencias internacionales para el mismo sector, en este sentido se puede recurrir a la evidencia empírica internacional y a los estudios realizados sobre la temática.

En el caso del proyecto en estudio, si bien se relevó información histórica acerca de sobrecostos y sobreplazos de obras ferroviarias, no se registran antecedentes de obras de gran porte desde hace muchos años. Tampoco se encuentran datos sistematizados de dichas obras. El único antecedente cercano que existe actualmente es la obra de rehabilitación del tramo ferroviario entre Pintado y Rivera pero no se encuentra finalizada.

Asimismo en Uruguay la masa crítica de conocimiento disponible en obras de rehabilitación ferroviaria no es suficiente para la dinámica que requiere un taller. Es por ello que se resolvió recurrir a literatura internacional sobre el tema y complementarla con entrevistas a expertos seleccionados tanto nacionales como regionales involucrados desde el sector público, empresas privadas, operadoras, ingenieros de obras y expertos provenientes de la academia.

El procesamiento de la información proveniente de la literatura junto con los aportes de los expertos nos permite llegar a un valor esperado de sobrecostos y sobreplazos para la rehabilitación del tramo Algorta – Fray Bentos.

El presente capítulo se organiza de la siguiente forma: En la siguiente sección se realiza una revisión de la literatura internacional respecto a la existencia de sobrecostos y sobreplazos a nivel general, y señalando las especificidades para el caso de obras ferroviarias. Posteriormente se indica la situación en que se encuentra Uruguay respecto a este tipo de información para el caso de obras de dicho tipo. En la sección 4 se analizan las principales conclusiones que se obtuvieron de la realización de 11 entrevistas a expertos ferroviarios en cuanto a la existencia de sobrecostos y sobreplazos. Finalmente, la quinta sección analiza la evidencia empírica internacional relacionada con sobrecostos y sobreplazos en obras ferroviarias y se realiza una justificación de la relevancia de utilizar esta información en la estimación del Valor por Dinero para el proyecto ferroviario en estudio.

3.2 Revisión de la literatura

A nivel internacional existe una amplia literatura desarrollada en torno a la problemática de sobrecostos y sobreplazos. En la mayoría de los estudios realizados se confirma la existencia de los mismos. En este sentido se señalan los trabajos de Flyvbjerg et al. (2002, 2003 y 2004), Merewitz (1973), Kain (1990), Pickrell (1990), Shamris y Flyvbjerg (1997) y Singh (2010) los cuales arriban a dicha conclusión.

Como señala Singh (2010), los sobrecostos reducen la eficiencia de los recursos económicos restringiendo el potencial de crecimiento y la competitividad de la economía. Asimismo, en la mayoría de los proyectos, los fondos provienen de los impuestos y quienes los pagan tienen derecho a saber cuán eficiente está siendo utilizado el dinero.

En el estudio realizado por la empresa KPMG (2013) se señala que en la India las causas de mayor impacto que generan sobrecostos en proyectos ferroviarios son los cambios en el diseño, la elaboración de un informe de proyecto inadecuado y la suba en los precios de los materiales más allá de lo proyectado (ver Tabla 1). A su vez, las causas que generan un mayor impacto de sobreplazos en proyectos ferroviarios son el traspaso de sitio, los retrasos en aprobaciones regulatorias y los cambios en el alcance o diseño del proyecto.

Tabla 1: Razones de sobrecostos y sobreplazos en proyectos ferroviarios de India

Razones	Sobrecostos	Sobreplazos
<i>Cambios de diseño</i>	Alto	Alto
<i>Informe detallado del proyecto inadecuado</i>	Alto	
<i>Precios de insumo por encima de los proyectado</i>	Alto	
<i>Retraso en aprobaciones regulatorias</i>		Alto
<i>Disponibilidad del terreno</i>	Bajo	Alto
<i>Cambio del alcance</i>	Moderado	
<i>Localización y conectividad del sitio del proyecto</i>	Moderado	
<i>Relación con otros proyectos</i>		Moderado
<i>Recursos inadecuados</i>		Moderado
<i>Débil planeación</i>	Bajo	
<i>Altos costos de salvaguardas ambientales</i>	Bajo	
<i>Pobre selección del consultor</i>	Bajo	
<i>Incremento de los costos financieros</i>	Bajo	
<i>Sorpresas geológicas</i>		Bajo
<i>Baja supervisión</i>		Bajo
<i>Disputas contractuales</i>		Bajo

Fuente: Elaboración propia en base al estudio realizado por KPMG (2013)

Algunos estudios como los de Morris y Hough (1987), Arvan y Leite (1990), Gaspar y Leite (1990) y Ganuza (2007) atribuyen el sobreplazo y los sobrecostos a problemas de información imperfecta y restricciones técnicas. Es decir, debido a técnicas imperfectas de estimación y a la falta de datos, los costos estimados de un proyecto terminan siendo diferente a los reales.

Cabe señalar que si los errores son debidos a malas técnicas o falta de datos, entonces, se debería esperar que los sobrecostos fueran tan probables como los subcostos.

Otra rama de la literatura señala que el incremento de los costos se debe a factores políticos. Estudios como los de Wachs (1989), Kain (1990), Pickrell (1990), Morris (1990), Flyvbjerg et al. (2002) y Flyvbjerg et al. (2004) argumentan que a nivel político se subestiman los costos y se exageran los beneficios para hacer que los proyectos sean vendibles. Sin embargo, esta explicación tampoco es suficiente. Por un lado, una vez que un proyecto está aprobado podría suceder que se pidieran más fondos para terminar en tiempo. En este sentido Singh (2010) señala que los políticos tienen interés en mostrar que los proyectos se completan a tiempo.

En los proyectos ferroviarios financiados por el Banco Mundial que se sistematizaron en el presente informe se señalan como causas frecuentes de sobrecostos en orden de importancia: 1) El impacto de la inflación sobre el costo de los insumos, 2) procesos devaluatorios, 3) Inadecuadas estimaciones de los costos locales, 4) las pobres condiciones del suelo, 5) retrasos en la fecha de inicio, 6) Cambios en el cronograma de construcción.

En el estudio realizado por Flyvbjerg et al. (2002), se hace una amplia selección de 258 casos de proyectos de infraestructura del transporte construidos entre 1927 y 1998. Los proyectos incluidos refieren a tres tipos diferentes: 1) ferroviarios (alta velocidad, urbanos y convencionales entre ciudades), 2) puentes y túneles, y 3) viales (carreteras y autopistas). Los autores segmentan la muestra entre proyectos de EEUU y Europa. Si bien no encuentran diferencias significativas a nivel agregado, sí existen diferencias cuando se comparan cada uno de los distintos tipos de proyectos.

Tabla 2: Proyectos de infraestructura del transporte

Tipo Proyecto	Numero casos	Promedio Sobrecosto
Ferrovianos	58	44,7%
Puentes y túneles	33	33,8%
Viales	167	20,4%
Total	258	27,6%

Fuente: Tomado de Flyvbjerg B, Holm MS y Buhl S. (2002)

Los autores mencionados anteriormente concluyen que los sobrecostos son algo que históricamente ha existido, y no tiende a reducirse con el tiempo, a pesar de la existencia de la lógica del ensayo y error, y de que las técnicas de estimación hayan mejorado. Del mismo estudio se desprende que el aumento de costos parece ser más pronunciado en los países en desarrollo que en América del Norte y Europa. En este mismo sentido, Lee (2008) señala en su estudio realizado en Corea que el 100% de los proyectos ferroviarios presentan sobrecostos, el máximo de los mismos es de un 50%.

A continuación, en Tabla 3, se presentan las causas de los sobrecostos y la explicación de los mismos según el trabajo realizado por Cantarelli et al. (2010). Dichos autores concluyen que las causas se pueden dividir en cuatro categorías: técnicas, económicas, psicológicas y políticas.

Tabla 3: Causas de sobre costos encontradas en la literatura internacional

Categoría	Causas	Estudio
Técnica	Errores de previsión, incluyendo aumentos de precios, mal diseño de proyectos, y estimaciones incompletas. Cambios en el alcance. Incertidumbre. Inapropiada estructura organizacional. Inadecuado proceso de toma de decisiones. Inadecuado proceso de planeamiento.	Morris (1990), Nijkamp and Ubbels (1999), Lee (2008), Fouracre et al. (1990), Mansfield et al. (1994), Kaliba et al. (2008), Mackie and Preston (1998), Wachs (1987, 1989), Hall (1980), Bruzelius et al. (2002), Pickrell (1992)
Económica	Subestimación deliberada debido a: - Falta de incentivos - Falta de recursos - Uso ineficiente de los recursos - Proceso de financiación específica - Pobre financiación / gestión de contratos - Comportamiento estratégico	Pickrell (1992), Wachs (1987, 1989) Odeck (2004), Mansfield et al. (1994) Hall (1980), Morris (1990), Bruzelius et al.(2002), Arvan and Leite (1990)
Psicológica	Sesgo de optimismo entre los funcionarios locales. Sesgo cognitivo de las personas. Actitudes cautelosas hacia el riesgo.	Pickrell (1992), Kahneman and Lovallo (1993), Fouracre et al. (1990), Mackie and Preston (1998)
Política	Subestimación deliberada de costos. Manipulación de las previsiones. Información privada.	Nijkamp, Bruzelius et al. (2002) Wachs (1987, 1989), Auditor General of Sweden (1994), Arvan and Leite (1990)

Fuente: Tomado de Cantarelli et al. (2010)

Respecto los sobreplazos, Singh (2010) señala que los mismos tienen importantes implicaciones a nivel económico y político, debido a esto la ciudadanía tiene que esperar por la provisión de los bienes y servicios públicos más de lo necesario. Además, al igual que en el caso de los sobre costos, los sobreplazos reducen la eficiencia de los recursos económicos disponibles, limitando el potencial de crecimiento y reduciendo la competitividad de la economía.

Castella y Westcott (2013) señalan una serie de 20 razones por las cuales un proyecto ferroviario puede tener sobreplazos en el Reino Unido: una larga historia de retrasos, dividir el proyecto en dos fases, ampliación del financiamiento, consultas al público, expropiaciones y traslado de personas, demoliciones, túneles, estudios arqueológicos, regeneración, aprobación del parlamento, ecología, puentes (las vías en puentes cuestan 10 veces más que las vías en terreno plano), franquicias y horarios, rapidez en la ejecución (Según David Cameron China es más rápido que Inglaterra debido al sistema democrático de este último), presiones de los activistas, traslado de cementerios, contingencias, salud y seguridad en el trabajo, colocación de rieles.

Sadi A. Assaf y Sadiq al-Hejji (2005) investigan sobre el fenómeno del sobreplazo en grandes proyectos de infraestructura en Arabia Saudita a través de la metodología de encuestas a referentes del área. Se realiza una muestra de 57 individuos, compuesta por contratistas, dueños de proyectos y consultores, a quienes se les aplica un cuestionario. El estudio arroja que el 70% de los proyectos (públicos y privados) analizados habían sufrido algún tipo de sobreplazos. En esta investigación los autores logran identificar una gran cantidad de causas de sobreplazos, a las que ponderan según un nivel de ocurrencia y su grado de severidad.

Un estudio hecho por Bromilow (1969) para 309 proyectos australianos realizados durante los años 1964-1967, encuentra que sólo 37 (12%) del total cumplió su tiempo estimado de finalización, demostrando que un número significativo cae en sobreplazos.

Es importante destacar que la existencia de sobreplazos en las obras es una causante directa de sobre costos, materializándose económicamente en el presupuesto final. Sin embargo, en los proyectos de infraestructura pública, el sobreplazo genera intrínsecamente un costo social, éste refiere a la penalización que sufre la sociedad por no contar con la infraestructura disponible en el momento previsto.

3.3 Evidencias de sobre costos a nivel nacional

A nivel nacional, no existen antecedentes de obras ferroviarias de gran porte de reciente finalización. Dichas obras se remontan muchas décadas atrás y no existen registros de estudios previos o estimaciones iniciales de costos.

Asimismo, la única obra de gran porte que se está realizando en la actualidad es la rehabilitación del tramo ferroviario Pintado Rivera en el marco del FOCEM I. Actualmente se encuentra en ejecución, por lo tanto, no se puede corroborar la existencia de sobre costos o sobreplazos.

Como se analizó anteriormente, cuanto más tarda una obra en su realización a lo que originalmente estaba previsto, mayores son las probabilidades de un incremento en los costos, hay una mayor exposición a la variación en el precio de los recursos (materiales y mano de obra) no prevista, además de otros factores que puedan afectar dichos costos. Sin perjuicio de esto, plazos mayores a los estimados en la finalización de obras públicas, también genera un costo adicional para la sociedad independientemente del valor real de la obra. Este costo se refiere a la pérdida de beneficio incurrida por toda la sociedad por no contar a tiempo con la infraestructura planeada (sobreplazo). En el caso de las vías férreas, no contar a tiempo con las vías rehabilitadas genera que el sector productivo no disponga de una nueva alternativa de transporte y no se vea beneficiado por probables reducciones de costos en las cadenas logísticas lo que genera mayor ineficiencia en los servicios brindados. Esta situación genera que la sociedad en su conjunto asuma un costo indirecto por tener un sistema ferroviario que no logra cumplir adecuadamente los objetivos para los que fue creado.

En el caso del proyecto en análisis, el Estado se asegura que hasta tanto la obra no esté terminada no se realizarán pagos al privado. De esta manera todo sobre costo asociado al mayor tiempo que insuman las obras será asumido por el privado. De la misma forma se puede ver este punto como un ahorro que tiene el Estado al no pagar mientras la infraestructura no esté disponible en el momento previsto, independientemente de que el costo del sobreplazo siga existiendo mientras no se cuente con la infraestructura a tiempo.

3.4 Entrevistas a Expertos – Sobre costos y sobreplazos en obras ferroviarias

Debido la casi nula disponibilidad de información histórica y que ésta no resulta adecuada a efectos de inferir los valores de sobre costos y sobreplazos en la obra pública tradicional es que

se llevaron a cabo una serie de entrevistas con expertos para valorar sobrecostos, sobreplazos y cuantificar riesgos. El principio central es rescatar las opiniones de un conjunto de expertos en planificación, supervisión y ejecución de obras ferroviarias, con el objetivo de discutir sobre la existencia de sobrecostos y sobreplazos, identificar y jerarquizar las causas y aproximar sus valores en obras ferroviarias en Uruguay.

Con el mencionado objetivo fueron entrevistados 11 expertos nacionales e internacionales representantes de los sectores tanto públicos como privados y de la academia, no solamente vinculados al área de obras ferroviarias, sino también operadores y gestores en áreas relacionadas al transporte de grandes volúmenes. La modalidad de entrevistas permite al entrevistado expresarse con total libertad respecto a aspectos que pueden ser conflictivos y polémicos como para ser planteados en una dinámica de taller. Los expertos responden en base a su experiencia y conocimiento previo brindando casos concretos y sugiriendo referentes en el área y materiales de consulta.

El detalle de la metodología aplicada para la entrevista, así como la lista de expertos entrevistados se encuentra en el Anexo I.

3.4.1 Resultados relacionados a los sobrecostos y sobreplazos en obras ferroviarias

En esta sección se exponen las magnitudes de sobrecostos y sobreplazos asignados por los expertos para el caso de la construcción de obras ferroviarias. A partir de dichas opiniones se podrá obtener un valor promedio de los mismos.

El 90% de los entrevistados consideró que en promedio siempre existen sobrecostos mientras el 100% de los entrevistados consideró que en promedio siempre existen sobreplazos en las obras ferroviarias en Uruguay. Esto nos lleva a concluir que la probabilidad de ocurrencia de sobrecostos es de 0,9 mientras en la de sobreplazos es 1.

De los 11 expertos entrevistados, solo 7 de ellos manifestaron la posibilidad de poder estimar subjetivamente el valor del sobrecosto esperado en la rehabilitación de ramales ferroviarios. Las respuestas obtenidas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4: Sobrecostos promedio en obras ferroviarias en Uruguay

	Sobrecosto esperado
Observación 1	8%
Observación 2	25%
Observación 3	11%
Observación 4	30%
Observación 5	10%
Observación 6	20%
Observación 7	5%

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas a expertos

Dado que no es posible conocer la distribución poblacional que genera los datos de sobrecostos y que el tamaño muestral dificulta aproximar directamente, a partir de un histograma, la verdadera distribución de probabilidad de los datos, se procedió a evaluar el

promedio de la muestra y mediante prueba de hipótesis considerar si se encuentra dentro de un rango de variables determinados con la evidencia empírica internacional disponible.

El sobrecosto promedio se encuentra en 16% con un valor mínimo esperado en promedio de 5% y un desvío estándar de 9%.

Al igual que para los sobrecostos, se analizaron las respuestas relacionadas a sobreplazos proporcionadas por los entrevistados. En este caso solamente 4 de los 11 expertos entrevistados brindaron, de acuerdo a su experiencia, un valor esperado de sobreplazos en obras ferroviarias en Uruguay.

Tabla 5: Sobreplazos promedio en obras ferroviarias en Uruguay

	Sobreplazo esperado
Observación 1	12%
Observación 2	100%
Observación 3	25%
Observación 4	20%

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas a expertos

El sobreplazo promedio se encuentra en 39% con un valor mínimo esperado en promedio de 15% y un desvío estándar de 41%.

3.5 Estimación de sobrecostos y sobreplazos con datos internacionales

Como fue mencionado anteriormente, no existen suficientes datos a nivel nacional sobre proyectos ferroviarios de forma de obtener estimaciones estadísticamente significativas sobre el nivel de sobrecostos y sobreplazos. Por otro lado, el número de expertos en obras ferroviarias tampoco es suficiente como para tener una estimación significativa de estos indicadores. De hecho se debe señalar que solo algunos de los entrevistados se decidieron a dar un valor de sobrecosto o sobreplazos mientras que un alto porcentaje de ellos no respondió a la pregunta.

De esta manera se decidió recurrir a la evidencia empírica internacional, obteniendo una muestra relacionada con proyectos ferroviarios financiados por el Banco Mundial y una serie de proyectos ferroviarios recogidos y analizados en artículos académicos que incorporan proyectos de diferentes partes del mundo.

En las Tablas 60, 61 y 62 del Anexo II se encuentran recopilados los datos relacionados a sobrecostos o sobreplazos y en la Tabla 63 se presenta una tabla resumen. De esta manera se cuentan con 56 datos de sobrecostos y 33 datos de sobreplazos en obras ferroviarias a nivel internacional.

3.5.1 Análisis de sobrecostos ferroviarios

La Tabla 6 presenta las estadísticas básicas de los sobrecostos ferroviarios. Como se puede apreciar, para una muestra de 56 proyectos el promedio fue de 40,52% con una desviación estándar de 38,20%.

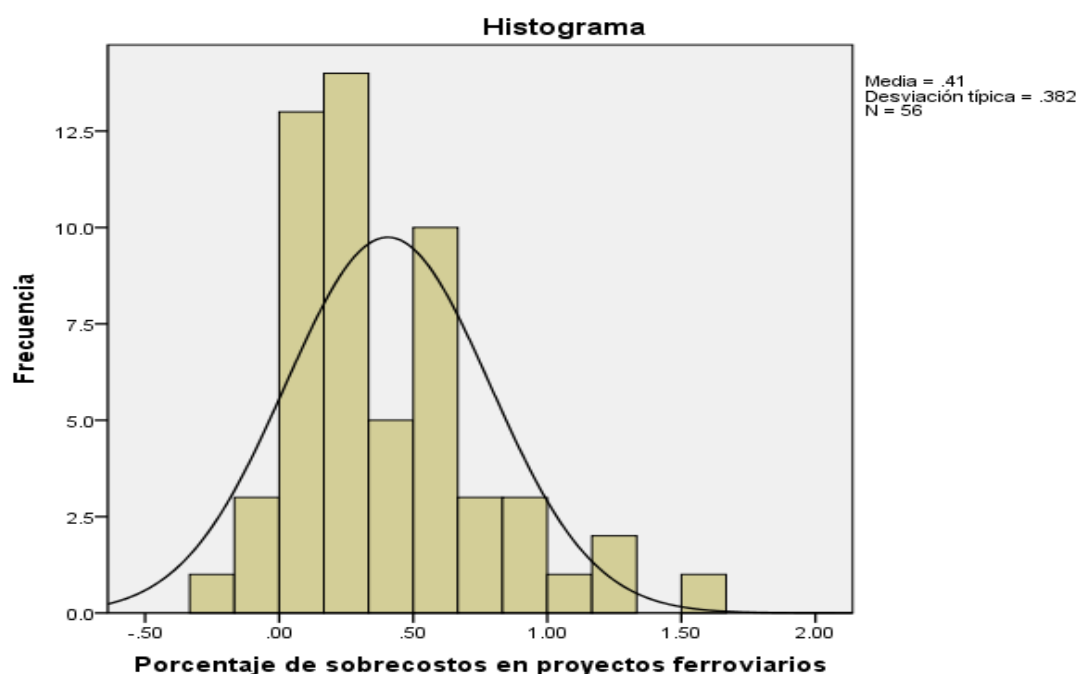
Tabla 6: Estadísticos de Sobrecostos ferroviarios

Tamaño de la muestra (N)	56
Media	40,52%
Desv. típ.	38,20%
Mediana	27,50%
Moda	60,00%
Mínimo	-28,00%
Máximo	164,00%
Asimetría	1,095
Curtosis	1,340

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos a nivel internacional.

El Gráfico 1 muestra el histograma de los sobrecostos y una función de densidad normal ajustada a la muestra. Si bien no es un requisito del manual del Valor por Dinero, se consideró oportuna la realización de una serie de pruebas estadísticas para darle más soporte a los datos a ser utilizados en las simulaciones de Monte Carlo del Valor por Dinero.

Gráfico 1: Histograma y Densidad normal de los sobrecostos en obras ferroviarias



Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos

En primer lugar se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) considerando como hipótesis nula que los datos muestrales siguen una distribución normal con media 40,52% y desviación estándar de 38,20%. La Tabla 7 muestra un estadístico Z de K-S de 1,095 cuya significación es

0,182. Al ser este valor mayor al 5% de significación no se puede rechazar la hipótesis de normalidad y por tanto se puede considerar una distribución normal, la cual luego será útil para realizar simulaciones de Monte Carlo del Valor por Dinero aplicando la distribución probabilidad de sobrecostos en obras ferroviarias aquí estimada.

Tabla 7: Test de Kolmogorov-Smirnov sobre la normalidad de los datos

N		56
Parámetros normales (a),(b)	Media	40,52%
	Desviación típica	38,20%
Diferencias más extremas	Absoluta	14,63%
	Positiva	14,63%
	Negativa	-9,16%
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,095
Sig. asintót. (bilateral)		0,182

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos. (a) La distribución de contraste es la normal. (b) Se han calculado a partir de los datos.

Posteriormente se calcularon los intervalos de confianza de la muestra para los diferentes niveles de significación, los resultados se presentan en la Tabla 8. El objetivo aquí es investigar si los porcentajes mencionados por los expertos entran dentro del intervalo. Como fue mencionado solo 7 sobre 11 entrevistados arriesgaron a dar un porcentaje de sobrecostos, mientras que los demás declinaron dar un valor. El promedio de estos valores fue de 15%, muy por debajo de los valores del intervalo de confianza, y solo uno de los entrevistados mencionó un valor que se encuentra en el intervalo a un nivel de significación del 1% (ver Tabla 8).

Tabla 8: Intervalo de confianza para distintos niveles de significación

Nivel de significación	Intervalo de confianza	
$\alpha=0,01$	26,90%	54,14%
$\alpha=0,05$	30,29%	50,75%
$\alpha=0,10$	31,98%	49,06%

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos.

Este resultado muestra una percepción de los expertos más optimista respecto a los datos reales a nivel internacional. Como se mencionó anteriormente, dado que la muestra de expertos es insuficiente, aquellos que mencionaron un porcentaje de sobrecostos fueron aún menos y parecería existir un sesgo optimista respecto a lo que muestra la evidencia empírica a nivel internacional, se decidió utilizar los datos internacionales que además permiten aplicar una distribución normal y realizar simulaciones de Monte Carlo del Valor por Dinero.

Tabla 9: Prueba de Normalidad por grupos

Variable de agrupación =EE.UU.	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
1 = "EE.UU."	0,137	27,000	0,200	0,952	27,000	0,246
2 = "Resto del Mundo"	0,215	29,000	0,001	0,824	29,000	0,000

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos.

Por otro lado, considerando que en los datos internacionales existe una muestra grande de proyectos ferroviarios realizados en EE.UU. se decidió realizar dos pruebas adicionales. La

primera prueba resumida en la Tabla 9 es una prueba de normalidad discriminando la muestra en dos grupos, aquellos proyectos de EE.UU. y aquellos del resto del mundo. Los resultados muestran que si bien la muestra de datos de EE.UU. es normal, el caso del resto del mundo no llegaría a ser aceptada como normal.

Debido a esto, para probar que las medias de ambas muestras son similares se procedió a realizar el test U de Mann-Whitney. Este test nos permitiría estudiar si no se cometen sesgos al incluir en una muestra global una submuestra mayor de datos de EE.UU.

Tabla 10: Test de Mann-Whitney

Variable de agrupación =EE.UU.	N	Rango promedio	Suma de rangos
1 = "EE.UU."	27	28.69	774.50
2 = "Resto del Mundo"	29	28.33	821.50
Total	56		
U de Mann-Whitney	386.500		
W de Wilcoxon	821.500		
Z	-0.082		
Sig. asintót. (bilateral)	0.935		

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos.

Como se puede apreciar en la Tabla 10 el estadístico Z de la prueba Mann Whitney es -0,082 y la significación es de 0,935, muy superior al 0,05 y por tanto estadísticamente no se cometería un sesgo en la estimación del promedio de sobre costo considerando las dos sub muestras o por mencionarlo de otra forma, EE.UU. no tendría un comportamiento medio distinto al resto del mundo en cuanto al promedio de sobre costos.

3.5.2 Análisis de sobreplazos ferroviarios

La Tabla 11 presenta las estadísticas básicas de los sobreplazos ferroviarios. En este caso la muestra de sobreplazos fue inferior a la de sobre costos pero sigue siendo mayor de 30, lo cual permitiría hacer simulaciones de Monte Carlo, tal cual se prevé en el manual del Valor por Dinero.

Tabla 11: Estadísticos de Sobreplazos ferroviarios

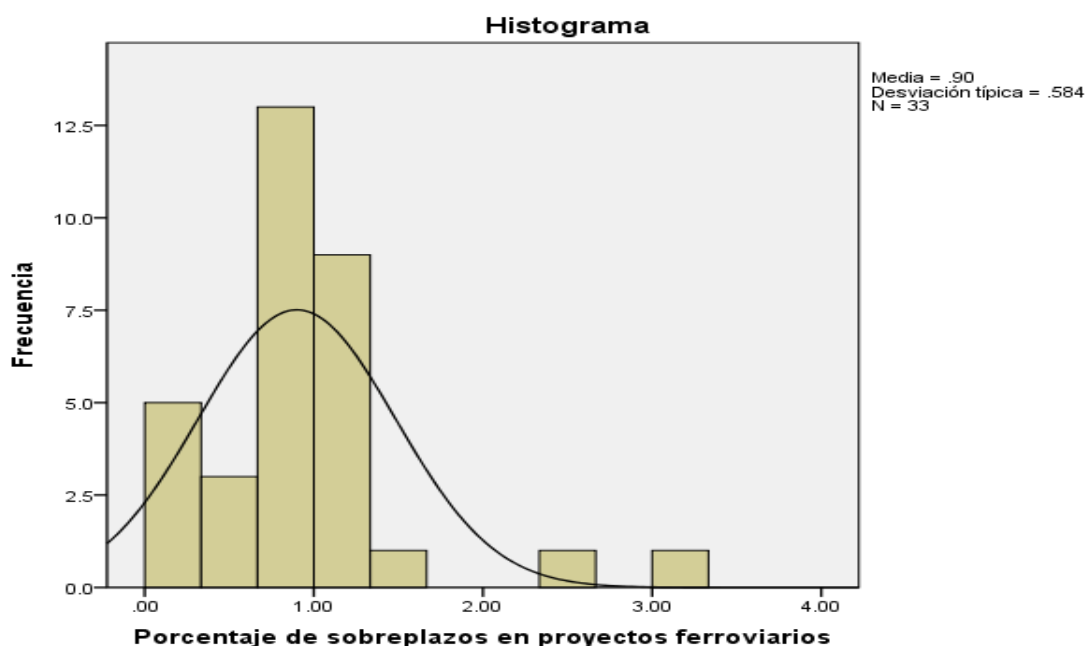
Tamaño de la muestra (N)	33
Media	89,97%
Desv. típ.	58,42%
Mediana	77,00%
Moda	75,00%
Mínimo	10,00%
Máximo	300,00%
Asimetría	1,879
Curtosis	5,147

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos a nivel internacional.

Como se puede apreciar, para una muestra de 33 proyectos el promedio de sobreplazos fue de 89,97% con una desviación estándar de 58,42%.

El Gráfico 2 muestra el histograma de los sobreplazos y una función de densidad normal ajustada a la muestra. A los efectos de poder usar estos datos se realizaron una serie de pruebas estadísticas.

Gráfico 2: Histograma y Densidad normal de los sobreplazos en obras ferroviarias



Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos

Nuevamente, para el caso de los sobreplazos se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) considerando como hipótesis nula que los datos muestrales siguen una distribución normal con media 89,97% y desviación estándar de 58,42%. La Tabla 12 muestra un estadístico Z de K-S de 0,914 cuya significación es 0,374. Al ser este valor mayor al 0,05 de significación no se puede rechazar la hipótesis de normalidad y por tanto se puede considerar una distribución normal, la cual luego será útil para realizar simulaciones de Monte Carlo relacionadas con la probabilidad de sobreplazos en obras ferroviarias.

Tabla 12: Test de Kolmogorov-Smirnov sobre la normalidad de los datos

N		33
Parámetros normales (a),(b)	Media	89,97%
	Desviación típica	58,42%
Diferencias más extremas	Absoluta	15,91%
	Positiva	15,91%
	Negativa	-12,24%
Z de Kolmogorov-Smirnov		0.914
Sig. asintót. (bilateral)		0.374

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos. (a) La distribución de contraste es la normal. (b) Se han calculado a partir de los datos.

Posteriormente se calcularon los intervalos de confianza de la muestra para los diferentes niveles de significación, al igual que lo realizado para el caso de sobrecostos, los resultados se presentan en la Tabla 13. De esta forma se pretende investigar si los valores mencionados por los expertos entran dentro del intervalo. Solamente 4 de 11 contestaron un porcentaje de sobreplazos. Los restantes entrevistados, si bien reconocían la existencia de éstos, no dieron una estimación. El promedio de estos valores fue de 39%, muy por debajo de los valores de los intervalos de confianza presentados en la Tabla 13. Solamente uno de los entrevistados mencionó un valor que entraría en todos los intervalos presentados.

Tabla 13: Intervalo de confianza para distintos niveles

Nivel de significación	Intervalo de confianza	
$\alpha=0,01$	62,12%	117,82%
$\alpha=0,05$	69,26%	110,68%
$\alpha=0,10$	72,74%	107,20%

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos.

Se observa por parte de los expertos una percepción muy optimista acerca de los sobreplazos con respecto a los datos reales recabados a nivel internacional. Como se mencionó anteriormente la muestra de expertos es insuficiente, aquellos que mencionaron un porcentaje de sobreplazos fueron aún menos y parecería existir un sesgo optimista respecto a lo que muestra la evidencia empírica a nivel internacional. Por ello se decidió utilizar los datos internacionales ya que cuentan con un respaldo estadístico que permitiría aplicar la función de distribución normal y realizar simulaciones de Monte Carlo sobre el Valor por Dinero.

Por otro lado, considerando que en los datos internacionales existe una muestra grande de proyectos ferroviarios realizados en EE.UU. se decidió realizar dos pruebas adicionales. La primera prueba resumida en la Tabla 14 es una prueba de normalidad discriminando la muestra en dos grupos, proyectos pertenecientes a EE.UU. y proyectos del resto del mundo. Los resultados muestran que los datos de EE.UU. solo serían normales al 1% de significación, mientras que el resto del mundo se comportaría de forma normal.

Tabla 14: Prueba de Normalidad por grupos

Variable de agrupación =EE.UU.	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
1 = "EE.UU."	0,193	24,000	0,021	0,830	24,000	0,001
2 = "Resto del Mundo"	0,224	9,000	0,200	0,911	9,000	0,322

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos.

A continuación se procedió a probar que las medias de ambas muestras son estadísticamente similares a través de la aplicación del test U de Mann-Whitney. Esta prueba nos permitiría estudiar si no se cometen sesgos al incluir en una muestra global, una submuestra con mayor cantidad de datos de EE.UU.

Como se puede apreciar en la Tabla 15 el estadístico Z de la prueba Mann Whitney es -1,092 y la significación es de 0,275, superior al 0,05 y por tanto estadísticamente no se cometería un sesgo en la estimación del promedio de sobreplazos considerando las dos sub muestras, o por

mencionarlo de otra forma, EE.UU. no tendría un comportamiento medio distinto al resto del mundo en cuanto al promedio de sobreplazos.

Tabla 15: Test de Mann-Whitney

Variable de agrupación =EE.UU.	N	Rango promedio	Suma de rangos
1="EE.UU."	24	18,13	435,00
2="Resto del Mundo"	9	14,00	126,00
Total	33		
U de Mann-Whitney	81,000		
W de Wilcoxon	126,000		
Z	-1,092		
Sig. asintót. (bilateral)	0,275		

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos.

3.5.3 Resumen de sobrecostos y sobreplazos

Se aprecia que para los expertos existe una probabilidad de tener sobrecostos y sobreplazos muy alta, siendo esta última la mayor. Asimismo, se detecta que la percepción del porcentaje de sobreplazos también es mayor que la de sobrecostos. Esto coincide con los datos internacionales ya que en obras ferroviarias también los sobreplazos (89,97% en promedio) son mayores que los sobrecostos (40,52% en promedio). Sin embargo, la percepción de los expertos tiene un sesgo optimista en ambos casos respecto a los datos reales.

Como se mencionó anteriormente, dado que la muestra de expertos es insuficiente, aquellos que mencionaron un porcentaje de sobrecostos y sobreplazos fueron menos aún y parecería existir un sesgo optimista respecto a lo que muestra la evidencia empírica a nivel internacional, se decidió utilizar los datos internacionales. Al ser una muestra mayor de 30, como menciona el manual de Valor por Dinero, se podría aplicar una distribución normal y realizar simulaciones de Monte Carlo para estimar la distribución de probabilidad del Valor por Dinero.

4 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS FERROVIARIOS

En el presente capítulo se realiza el análisis de los riesgos en proyectos ferroviarios y en particular del proyecto Algorta-Fray Bentos. Los resultados obtenidos aquí serán un insumo para el cálculo del Valor por Dinero y se espera sean de aporte para la realización del contrato.

Este capítulo se organiza de la siguiente manera. A continuación se presenta la evidencia internacional sobre riesgos asociados a proyectos y en particular a proyectos ferroviarios. En la segunda sección se realiza un análisis de los riesgos identificados y evaluados por los 11 expertos entrevistados según la metodología explicada en el Anexo I. En la tercera sección se realiza un análisis de la forma en que se prefieren asignar los riesgos a nivel internacional, señalando los resultados para el caso de proyectos ferroviarios.

4.1 Evidencia internacional sobre la identificación de riesgos

Vasallo et al. (2012) señalan que de acuerdo al Banco Mundial, la asignación de riesgos en contratos de concesión debería realizarse de acuerdo a dos criterios:

- i. El riesgo debería ser asignado al actor que está en mejores condiciones de manejarlo y gestionarlo.
- ii. El riesgo debería ser asignado al actor que pueda soportar mejor el riesgo o lo pueda compartir con terceras partes a bajo costo.

Como señalan Marques y Berg (2010) la asignación imperfecta de riesgos constituye una de las primeras causas en los fracasos de la participación del sector privado o como señala Murphy (2008) de su éxito cuando se hacen adecuadamente.

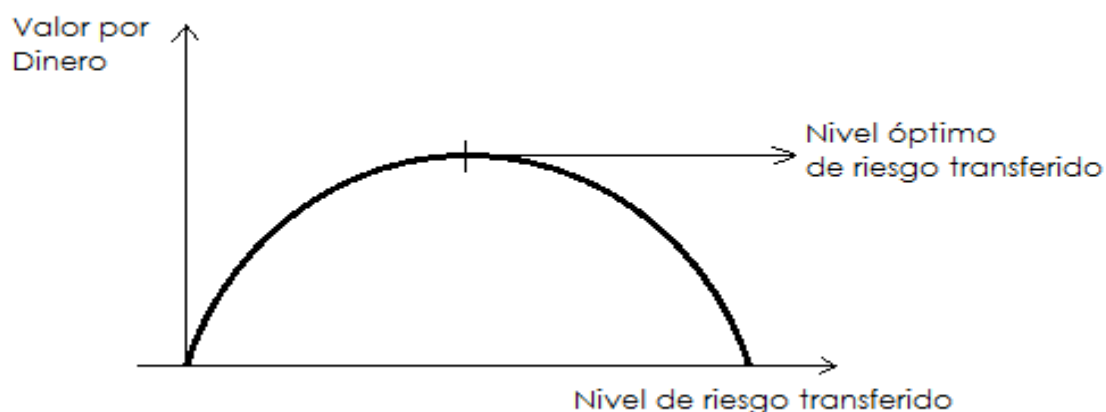
Cuando el riesgo asignado al privado es muy alto, el costo financiero del proyecto se vuelve significativo y amenaza en última instancia la factibilidad del proyecto. Una adecuada asignación de riesgos en un proyecto PPP requiere encontrar un correcto balance entre los riesgos retenidos por el gobierno y aquellos transferidos al sector privado. Demasiado riesgo retenido por el sector público no alentaría al sector privado a desempeñarse adecuadamente, además de significar un costoso presupuesto público en el futuro. Por otro lado, demasiado riesgo transferido al sector privado podría hacer que el proyecto no fuera factible desde un punto de vista financiero.

Grimsey y Lewis (2004) afirman que bajo obra pública tradicional todos los riesgos son tomados por el gobierno, tanto aquellos en los que es eficiente como en los que no. Transferir algunos riesgos al sector privado, aquellos en que es más eficiente, puede reducir los costos al gobierno. El esquema PPP busca alcanzar la “mejor” distribución de riesgos entre el sector privado y el sector público. Sin embargo, se debe considerar lo que señalan Cooper et al. (2005). Ellos remarcan que una distribución de riesgos inapropiada puede crear nuevos riesgos o llevar al fracaso del proyecto como señalan Ng y Loosemore (2007).

Marques y Berg (2010) mencionan que existe un nivel óptimo de riesgo transferido, donde la relación depende de la combinación específica de riesgos como se observa en el Gráfico 3. Por

otra parte, Ng y Loosemore (2007) indican que cuando el proyecto PPP tiene una duración mayor a 35 años, el sector privado tiende inevitablemente a pedir una prima de riesgo mayor a los efectos de compensar los riesgos desconocidos involucrados en un periodo tan grande. De la misma forma las instituciones financieras y los demás proveedores tenderán a hacer lo mismo.

Gráfico 3: Relación Valor por Dinero y nivel de riesgo transferido al sector privado



Fuente: Tomado de Marques y Berg (2010)

Carpintero y Petersen (2014) estudian la experiencia reciente en cinco proyectos ferroviarios que aplicaron el procedimiento PPP. Desde el punto de vista de la construcción de la infraestructura y provisión del servicio la experiencia podría considerarse exitosa. Vasallo et al. (2012) señalan que España se ha caracterizado tradicionalmente por desear transferir riesgos considerables al sector privado. Sin embargo, la recesión ha ayudado a identificar ciertas deficiencias en la forma en que los riesgos han sido asignados.

Ng y Loosemore (2007) señalan que investigaciones recientes indican que en los proyectos PPP las prácticas de manejo de riesgo han sido altamente variables, intuitivas, subjetivas y poco sofisticadas y en este contexto realizan consideraciones sobre una distribución efectiva de riesgos entre el sector público y privado.

Higton y Clark (2005) exploran la efectividad de la PPP para mejorar los activos ferroviarios y señalan que estos no son una panacea pero pueden tomarse algunas lecciones aprendidas para llegar a un proyecto satisfactorio. Primero, incluso en el mejor caso de privatización o PPP, es improbable evitar la necesidad de subsidio significativo. Segundo, el costo de fondeo será más grande para una PPP que para el público, ya que muchos gobiernos pueden pedir préstamos más baratos que el sector privado. Tercero, hay que recordar que el sector privado no dona dinero al sistema ferroviario, él invierte y espera un retorno sobre la inversión que esté de acuerdo con los riesgos que toma. Cuarto, si el sector público no tiene fondos, una PPP puede ser la única manera de llevar adelante un proyecto, en cuyo caso los clientes necesitan aceptar cualquier desventaja económica, política y cultural que se pueda percibir con este

cambio. El contrato de PPP ferroviario debe ser claro, sin ambigüedades y comprehensivo, evitando agregados con posterioridad a la firma a no ser que sea absolutamente esencial.

Dehornoy (2012) estudia 27 proyectos de PPP ferroviarias encontrando que la optimización del manejo del riesgo se explica por dos tendencias: 1) los proyectos se han movido desde sistemas autónomos, integrados a sub-sistemas con interfaces complejas con otras redes o subsistemas; 2) En segundo lugar, el riesgo moral, los contratos incompletos y los comportamientos estratégicos crean un incentivo para que los concesionarios hagan proyecciones demasiado optimistas lo cual explica el porqué de que la mayoría de las concesiones ferroviarias que se basan en el tráfico fallen.

Con el objetivo de encontrar un balance en la distribución de riesgos entre el sector público y privado y reducir los tiempos y costos del contrato y el proceso de negociación se han realizado varios estudios sobre la distribución de riesgos preferida por los actores en diferentes países. Ke et al. (2010) realizan un estudio mediante el método de Delphi para China encontrando que en este país el riesgo de expropiación y nacionalización sería el único distribuido totalmente al sector público. El sector privado tendría la mayor parte de los riesgos pertenecientes al proyecto propiamente dicho (riesgo financiero, finalización de las construcción, cambios en la construcción u operación, retrasos en los suministros, riesgo tecnológico, sobrecostos operativos, riesgos de organización y coordinación, cambios del inversor privado). En China se señalan varios riesgos que deberían ser compartidos en iguales proporciones entre los públicos y privados, dentro de estos se encuentran los riesgos de fuerza mayor, la tasa de interés, el tipo de cambio, la inflación y los cambios en la demanda del mercado. Las razones señaladas indican que ninguna de las partes está en condiciones de manejar por si solos esos riesgos. Se resalta que en este país ningún riesgo fue señalado como distribuido totalmente al sector privado, lo cual marca una diferencia con países como Inglaterra. Se señala que las causas de esto pueden deberse a una creencia en China de que la mayoría de los problemas vienen del gobierno o de la percepción de que el sistema legal o bancario todavía no está maduro.

En cambio en Inglaterra la percepción es diferente, según Bing et al. (2005) la mayoría de los riesgos en proyectos PPP, especialmente aquellos riesgos a un nivel medio deberían ser distribuidos al sector privado. De esta forma el sector privado debería quedarse completamente con el riesgo del alto costo financiero, volatilidad de la tasa de interés, riesgo de organización y coordinación, clima, medioambiente, disponibilidad financiera, condiciones geotécnicas, ingresos operacionales por debajo de las expectativas. En su mayoría el sector privado debería quedarse con riesgos relacionados a los cambios de diseño de último momento, volatilidad de la tasa de inflación, crisis de equipo, influencia de eventos económicos, nivel de demanda del proyecto, diferentes métodos de trabajo y cambios en la regulación industrial. El sector público en el Reino Unido debería quedarse con el riesgo de expropiación/nacionalización, un pobre proceso de toma de decisiones públicas, oposición política, compra del terreno o disponibilidad de sitio e inestabilidad del gobierno.

El cuadro presentado en el Anexo III es una matriz de asignación preferida de riesgos que recoge la evidencia a nivel internacional. El propósito de incluirla en el presente estudio es a efectos de ilustrar las preferencias que se han manifestado en diferentes contextos y apreciar

que en algunos puntos no existen acuerdos entre los expertos sobre quién debe afrontar determinado riesgo. Si bien parece haber una tendencia a transferir al privado la mayoría de los riesgos en construcción y operación y retener o compartir aquellos de tipo político, social, no existe unanimidad en la preferencia por transferir o retener claramente estos riesgos.

4.2 Identificación de los principales grupos de riesgos por parte de los expertos

Como se menciona en el Anexo I sobre la metodología de entrevistas, se realizaron 11 entrevistas expertos a quienes se les pidió que identificaran los riesgos que creían que iban a estar relacionados con el proyecto ferroviario Algorta-Fray Bentos y que estimaran tanto la probabilidad de ocurrencia como su impacto.

Como se describió anteriormente, en la etapa de jerarquización de causas, se jerarquizaron 9 conjuntos de causas de riesgo de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia e impacto. La idea de la entrevista es la de seleccionar las más relevantes para posteriormente ver sus causas en profundidad.

Los 9 grupos de riesgos definidos son los siguientes:

1. Terreno y área
2. Diseño
3. Construcción
4. Financiero
5. Contratante
6. Sociopolíticos
7. Mercado
8. Demanda
9. Fuerza mayor

Los entrevistados dieron su probabilidad de ocurrencia e impacto para cada grupo de riesgo. A continuación se muestran los resultados de cada grupo de acuerdo al cálculo del Índice de Importancia. Este índice se define como la proporción de la sumatoria total del múltiplo de la probabilidad de ocurrencia por el impacto definido por cada entrevistado para cada grupo de riesgo.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del estudio.

Tabla 16: Matriz Ocurrencia-Impacto de los grupos de riesgo

		IMPACTO				
		DESPRECIABLE	MINIMO	MODERADO	SEVERO	CRITICO
OCURENCIA	MUY BAJO					
	BAJO			1 - 2	9	
	MODERADO			3 - 5 - 7 - 8	4 - 6	
	ALTO					
	MUY ALTO					

Fuente: Elaboración propia en base a las entrevistas realizadas

Aunque ningún conjunto de riesgos se considera con probabilidad alta o muy alta ni impacto crítico, hay dos conjuntos de riesgos que tienen un impacto severo y probabilidad de ocurrencia moderada. Estos grupos son: financiero y sociopolítico.

4.2.1 Selección de principales causas de riesgos

En el siguiente apartado se analizan las causas de riesgos en los grupos de mayor probabilidad de ocurrencia o impacto de forma de definir una matriz de riesgos a asignar entre los agentes públicos y privados involucrados.

A continuación se detallan las causas de riesgos para los grupos considerados más importantes: Financiero, Sociopolíticos, Contratante, Fuerza Mayor. Se decidió a la luz de los resultados unir las causas de demanda y mercado debido a que en las entrevistas muchos expertos observaron similitudes entre los dos grupos.

RIESGO FINANCIERO

Tabla 17: Causas de riesgo financiero

Causas	Aclaración
Variaciones en el tipo de cambio.	El tipo de cambio fluctúa de manera desfavorable afectando el costo de los insumos importados necesarios para el proyecto.
Dificultades de financiación del contratista.	El contratista demora en conseguir la liquidez que le permita iniciar o continuar con los trabajos.
Fluctuación de tasas de interés.	No permite obtener financiamiento a tasas bajas y genera complicaciones en los pagos en caso de financiamiento a tasas variables.
Refinanciamiento o financiamiento adicional.	Refinanciamiento o necesidades adicionales suelen ser más caras y reducen el Valor por Dinero.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la opinión de los expertos, el riesgo financiero se encuentra fuertemente influenciado por la disponibilidad de agentes que deseen financiar este tipo de proyectos a nivel privado así como de problemas de refinanciamiento en caso de necesidades adicionales.

Los prestamistas internacionales pueden no estar dispuestos a invertir sin garantía soberana. Para el caso de los privados a nivel local encuentran complicaciones en financiar este tipo de proyectos tanto por la falta de experiencia en obras ferroviarias en el país como en el desarrollo de proyectos PPP, por tal motivo prefieren concentrarse en financiamiento al consumo.

El mecanismo de pago mediante Pago por Disponibilidad atenta contra la obtención de financiamiento abundante y barato porque el contratista debe finalizar la obra para empezar a cobrar, no hay anticipos ni adelantos y este aspecto aumenta el riesgo de la etapa de obra y es cobrado por el financista.

Las fluctuaciones en los precios de insumos y el tipo de cambio pueden generar necesidades adicionales de financiamiento, pero esta causa opera más como riesgo de mercado.

RIESGO SOCIOPOLÍTICO

Tabla 18: Causas de riesgos sociopolíticos

Causas	Aclaración
Conflictividad laboral o gremial.	Se producen frecuentes interrupciones debido a conflictos de carácter gremial.
Cambios en las regulaciones gubernamentales y en las leyes.	Se producen cambios en la legislación que afectan el avance de los trabajos.
Cambios en la estructura impositiva que afecta el proyecto.	Se producen aumentos de impuestos, creación de impuestos nuevos o caídas de exoneraciones pactadas.
Resistencia de vecinos de centros poblados.	Se generan actitudes hostiles al proyecto por parte de residentes de centros urbanos por donde pasa la vía.

Fuente: Elaboración propia

Los riesgos sociopolíticos de acuerdo a la opinión de los expertos se encuentran relacionados a los peligros de posturas sindicales y gremiales más que por los cambios impositivos y regulaciones legales.

Existen dos aspectos de riesgos sociopolíticos que fueron contemplados en las entrevistas. Uno es la posible resistencia de determinadas localidades a la instalación del ferrocarril. Esto resulta más probable en las zonas de Young y Fray Bentos que son centros urbanos más desarrollados y acostumbrados a vivir sin el ferrocarril. Se debe contemplar en el proyecto un trabajo muy intenso con las comunidades afectadas así como una adecuada planificación de las obras adicionales de acondicionamiento de pavimentos y adyacencias urbanas.

Otra posibilidad a evaluar es que determinadas partes de las vías podrían encontrarse ocupadas por asentamientos. Además, resulta clave (aunque no están incorporados al proyecto) la construcción de los desvíos tanto hacia la Planta de Celulosa de UPM como a la Terminal de M'Bopicuá, de forma no solamente de garantizar la intermodalidad y brindar un servicio puerta a puerta sino también, amortiguar los efectos sobre la Ciudad de Fray Bentos.

El segundo aspecto consiste en resistencias tanto al proyecto como a la modalidad de contratación por parte de agentes sindicales y gremiales. Específicamente las gremiales tanto empresariales como sindicales del transporte de carga por camión pueden generar una fuerte oposición al proyecto, éstos cuentan con un amplio poder de lobby.

Asimismo, la resistencia gremial puede ser interna desde la propia AFE y se puede reflejar en resistencias a cumplir las labores del contratante. Es importante que el equipo de supervisión de la obra tenga carácter exclusivo para la misma y no se destine a atender emergencias o descarrilamientos en otros tramos de la red generando una pérdida de horas de dedicación a la supervisión de la obra en el sitio.

RIESGO CONTRATANTE

Los principales riesgos del contratante hacen referencia a la etapa de supervisión de la obra. Debido a que el personal en AFE dedicado a la infraestructura ferroviaria es muy escaso, éste debe cumplir tareas de emergencia en la red habilitada a causa de descarrilamientos

frecuentes. Para ello se deben organizar operativos para retirar los trenes de las vías y volverlos a encarrilar.

Tabla 19: Causas de riesgos del contratante

Causas	Aclaración
Retraso en realizar las inspecciones y ensayos necesarios.	La supervisión de obra demora la ejecución de ensayos de aceptación de las obras.
Retraso en habilitaciones de organismos competentes.	Algunos organismos públicos o privados no habilitan los permisos en los plazos esperados.
Retraso en la recepción final.	La recepción final de la obra se ve afectada por demoras del contratante o a problemas atribuibles al contratista.
Demora en la adjudicación del contrato.	El contrato no se suscribe en la fecha programada y retrasa el inicio del proyecto.
El contratante retrasa los pagos al contratista.	Retraso en los pagos de certificados, solicitudes de acopio o adelantos financieros.
Demoras en la aprobación de los materiales a utilizar en la obra.	Aprobación fuera de plazo.
Suspensión de obras por decisión del contratante.	El contratante decide unilateralmente suspender las obras.
Las multas por retraso no son efectivas.	Las multas por retraso no son lo suficientemente significativas y claras como para que el contratista se preocupe por el cumplimiento del plazo.
Falta de comunicación y coordinación entre el contratante y las otras partes.	La comunicación entre el contratante, la supervisión y el contratista provoca conflictos que atrasan la marcha de la obra.
Lentitud en la toma de decisiones del contratante durante alguna o todas las etapas de proceso.	El contratante demora sus decisiones dilatando o interrumpiendo la marcha de algunas o todas las tareas.
Ineficiente supervisión de la obra.	La dirección de la obra carece de la idoneidad necesaria y demora o equivoca sus decisiones.
Demora en la aprobación del diseño de obra.	El contratante demora el análisis y la aprobación del diseño de obra.
Cambios en las especificaciones o ampliaciones de obra.	Órdenes de cambio de diseño durante la obra.
Captura del inspector o autoridad.	El contratista consigue que el regulador flexibilice los requerimientos contractuales y sea permisivo en las tareas de supervisión y órdenes de cambio.

Fuente: Elaboración propia

Esta ausencia de controles hace que el contratista se pueda ver motivado a tener conductas no apropiadas en estos tipos de obras. Por ello se requiere una supervisión de obra rigurosa y permanente en el sitio. El personal encargado de dicha supervisión debe trabajar en exclusividad y no deberá ser asignado a cubrir tareas ajenas a la supervisión de las obras de rehabilitación en dicha red.

La no existencia de un equipo capacitado y dedicado en exclusividad puede tener como consecuencia suspensiones en la supervisión de obra, lentitud en la toma de decisiones, demora en aprobaciones de materiales, demoras en la aprobación del diseño de obras junto con cambios en las especificaciones de la misma.

FUERZA MAYOR

Tabla 20: Causas de riesgo de fuerza mayor

Causas	Aclaración
Efectos del clima (temperatura, lluvia, etc.) en actividades de construcción.	El clima afecta el desarrollo de la obra más allá de lo contemplado en los pliegos de condiciones.
Catástrofes naturales.	Inundaciones, mareas, tempestades.
Conflictos armados, inseguridad.	Aunque la probabilidad de guerras es muy baja el aumento de la inseguridad tanto marítima como terrestre puede atentar contra el proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Los efectos climáticos son los más significativos en materia de fuerza mayor y deben ser previstos tanto en los pliegos como en el *timing* de las obras. Es importante el momento de inicio de las obras para evitar los periodos más lluviosos.

Cabe resaltar que las vías se encuentran sobre tierra y no existe balasto actualmente. Además, el suelo de Fray Bentos presenta inconvenientes para su manipulación debido a que es arenoso y limoso. Esto ante eventos de lluvia o inundaciones puede tener consecuencias mayores en la etapa de obras respecto a una obra ferroviaria en otras zonas del territorio nacional.

4.2.2 Análisis de riesgos de menor importancia relativa

En el siguiente apartado se verifican las causas de los grupos de riesgo de menor importancia relativa de acuerdo a los resultados de las entrevistas a expertos.

Estos grupos de riesgo deben ser calificados para determinar una adecuada asignación de los mismos entre el sector público y privado.

Los grupos de riesgo a analizar en el siguiente apartado son: demanda y mercado, construcción, terreno y área.

DEMANDA Y MERCADO

Tabla 21: Causas de riesgo de demanda y mercado

Causas	Aclaración
Variación en las condiciones macroeconómicas.	Aumento de la demanda del sector que provoca un mayor costo de oportunidad para las empresas constructoras y por tanto presiona al alza el precio de las ofertas en las licitaciones.
Falta de competencia entre oferentes.	El proceso de licitación sólo logra convocar a un reducido número de operadores calificados interesados en participar en el proyecto y de esta forma no se maximizan los beneficios de la competencia.
Aumento del precio de los insumos.	El precio de los insumos necesarios para la construcción de las obras del proyecto aumenta debido a contingencias macroeconómicas.
Escasez o retraso en la entrega de materiales de construcción en el mercado.	La falta de algunos materiales retrasa o detienen tareas críticas.

Causas	Aclaración
Materiales fuera de especificación.	Algunos materiales no cumplen con las especificaciones del contratante y deben ser cambiados.
Escasez de equipos.	Falta de disponibilidad de equipamiento propio o de alquiler.
Escasez de mano de obra.	Se dificulta la contratación del personal necesario para realizar los trabajos.
Baja productividad de la mano de obra.	El personal contratado para la obra no posee las habilidades necesarias o no está incentivado para realizar los trabajos.
Dificultades de adquisición de medios de transporte.	Problemas para la adquisición e importación de vagones, locomotoras y otros vehículos.
Disminución de niveles de carga.	Caída de niveles de carga por razones macroeconómicas o intrínsecas a los modelos de negocio.
Monopsonio.	Único o muy pocos clientes para el medio de transporte.
Ausencia de integración intermodal.	Falta de coordinación y acción conjunta con otros medios de transporte.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las principales determinaciones de los expertos se destacan tres causas de riesgos: aumento de precios de los insumos, escasez o retraso en la entrega de materiales de construcción, materiales fuera de especificación. Asimismo se mencionó que es clave la integración intermodal para que el desarrollo del ferrocarril sea rentable.

No se manifestaron mayores inconvenientes por dificultades de demanda, mano de obra o equipos.

El aumento del precio de los insumos puede verse influenciado por la coyuntura internacional, un ejemplo de ello es la evolución del precio del hierro utilizado en los rieles. En el caso de los durmientes de madera, la escasez de madera dura, que actualmente se importa desde Paraguay, puede provocar una falta del material o un deterioro en la calidad y durabilidad de los mismos si se recurre a maderas menos nobles. El cambio en la calidad de la madera repercute en un mayor deterioro y necesidad de recambio de los durmientes. Este problema se vería mitigado en el caso del uso de durmientes de hormigón producidos localmente.

Es importante que se destinen recursos a inspecciones en origen antes de traer los materiales. Especialmente en lo referente a rieles, se debe asegurar que mantenga el nivel de soporte de cargas por eje y la trocha sea la correcta. En el caso de los durmientes deben tener las especificaciones técnicas o el tratamiento químico necesario para asegurar su calidad.

Los retrasos en la entrega de materiales pueden darse tanto a nivel de rieles como a nivel de durmientes, sean tanto de madera u hormigón. Los rieles están sujetos a la coyuntura de los países exportadores, por ejemplo en el caso de Ucrania donde el conflicto armado provocó el corte de los envíos de rieles para la CFU en el proyecto Rivera-Pintado. Por otra parte los durmientes de madera que vienen de Paraguay están sujetos a frecuentes contingencias climáticas adversas que se dan en su traslado desde Paraguay y el norte argentino hacia nuestro país que suelen retrasar la llegada de los mismos. Este problema podría no ser mitigado con la producción local de durmientes de hormigón si la planta productora de durmientes de hormigón no puede mantener un ritmo acelerado de producción que permita la colocación de los durmientes de acuerdo al cronograma de obras originalmente estimado para la rehabilitación del tramo en estudio.

Es importante recalcar que el proyecto actual no contempla la construcción de desvíos ferroviarios hacia la Terminal Logística de M´Bopicuá ni Montes del Plata, siendo estos los principales clientes potenciales del emprendimiento. Fue manifestada por varios expertos la necesidad de contemplar estos desvíos para que el proyecto funcione, de lo contrario el costo del transporte por ferrocarril será superior al costo de transporte por camión debido a las necesidades de sucesivas cargas y descargas.

Asimismo, estos desvíos permiten mitigar riesgos sociales y ambientales permitiendo que los trenes cargados no ingresen a la Estación Fray Bentos y atraviesen toda la ciudad. Se evitaría que los insumos para las plantas de celulosa pasen por Fray Bentos y esta estación se transformaría simplemente en un centro de abastecimiento de combustibles para locomotoras o de reparación de vagones.

Por otra parte, es importante que funcione plenamente la línea que conecta Algorta con Tres Árboles y Piedra Sola para hacer efectiva la circulación con el resto de la red ferroviaria. Esto permitiría transportar desde mayores distancias como Rivera o Tacuarembó, lo que aumentaría la rentabilidad del proyecto.

Igualmente es clave que durante la operativa se complementen los servicios de transporte por ferrocarril con modalidades logísticas que optimicen el servicio en una lógica de entrega “puerta a puerta” en la medida de lo posible. Es por ello que la construcción de los desvíos directos hacia la Planta de UPM y la Terminal Logística de M´Bopicuá resultaría clave.

CONSTRUCCIÓN

Tabla 22: Causas de riesgo de construcción

Causas	Aclaración
Errores durante la construcción que implique rehacer trabajos.	Alguno de los trabajos realizados por el contratista no cumple con las especificaciones de diseño y debe ser realizado nuevamente.
Los métodos de construcción implementados por el contratista resultan inadecuados.	Los métodos de construcción elegidos por el contratista no dan los resultados esperados y deben ser cambiados.
Retrasos en la ejecución del trabajo de los subcontratos.	Los subcontratistas no cumplen con los plazos y cronograma acordados.
Conflictos y cambio frecuente de subcontratistas debido a su ineficiencia.	El contratista debe cambiar alguno de sus subcontratistas por falta de cumplimiento. Los planes de trabajo de las subcontrataciones entran en conflicto, entre sí o con el cronograma principal, ocasionando un problema al conjunto de la obra.
Retraso en la fabricación de materiales especiales.	Materiales o piezas especiales se demoran provocando la paralización o enlentecimiento de la obra.
Roturas de equipos o maquinaria.	Se produce el fallo de equipos críticos cuya reparación o sustitución es lenta o compleja.
Bajo nivel de capacitación de los operadores de equipos.	Los operadores del contratante no tienen la habilidad necesaria.
Baja productividad y eficiencia de los equipos.	Los equipos del contratante están obsoletos o no son los adecuados para el trabajo.
Nacionalidad de los trabajadores.	Trabajadores de diferentes nacionalidades provocan conflictos culturales.
Conflictos personales entre los trabajadores.	La relación entre los trabajadores provoca frecuentes conflictos interpersonales que complican el avance de la obra.
Daños a terceros o en servicios	Eventos que impactan en la prestación de servicios públicos en el

Causas	Aclaración
públicos.	área y/o generan daños a terceros.
Accidentes durante la construcción.	Se producen accidentes de una magnitud tal que afectan el desarrollo de la obra.

Fuente: Elaboración propia

Cuando se evaluaron los riesgos de construcción los expertos manifestaron inquietud por dificultades en las reparaciones de las maquinarias en caso de roturas de equipos debido a que las mismas son importadas y no se dispone de servicio técnico adecuado. Es importante que los encargados de operarlas sean debidamente capacitados tanto en su manejo como en la reacción y cuidados para prevenir y atender posibles accidentes. Otra situación que puede darse con frecuencia alta es retrasos o problemas con el trabajo de los subcontratos.

Asimismo, los daños a terceros o en servicios públicos pueden darse especialmente en una vía cerrada y que atraviesa multiplicidad de caminos vecinales bajo jurisdicción departamental. Es importante la adecuación de la vía y de los tramos de los caminos cercanos a ella para asegurar la circulación segura por esos trayectos.

Por otra parte, los servicios públicos pueden verse afectados en lugares donde la vía férrea atraviesa centros poblados de importancia como en Young o Fray Bentos. En este caso el diseño del proyecto debe contemplar estas situaciones y agregar su costo.

TERRENO Y ÁREA

Tabla 23: Causas de riesgo de terreno y área

Causas	Aclaración
Se retrasa la entrega del terreno o sitio de obra al constructor.	El lugar donde debe construirse la obra no está disponible en el momento en que el constructor debe ejecutar los trabajos.
Efectos de las condiciones del subsuelo no previstas, (tipo de suelo, napas de agua, elementos extraños) o existencia de tendidos de servicios.	Aparecen nuevos elementos no previstos en el diseño original que cambian o retrasan los procedimientos de construcción o las soluciones previamente seleccionadas.
Ambiental.	Aspectos ambientales preexistentes requieren intervenciones de mitigación.

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la traza de la vía es preexistente y la faja de dominio público ya se encuentra definida no es necesario realizar expropiaciones, por lo tanto el riesgo de terreno y área se reduce a los costos extra que se generan ante condiciones del suelo, subsuelo o ambientales no previstas en la etapa de diseño.

En el caso particular del tramo Algorta Fray Bentos es probable, de acuerdo a los expertos, que el limo existente en esa zona genere dificultades para el asentamiento de la vía y se requiera incorporar bases cementadas, por otra parte, la zona está sujeta a cursos de agua inestables en determinadas situaciones climáticas que modifican el suelo existente durante las obras. En síntesis el efecto de lluvias y anegamientos se amplifica por las características del suelo donde se trabaja.

4.2.3 Probabilidades de ocurrencia e impactos

De acuerdo a los porcentajes de probabilidad de ocurrencia e impacto determinados por los expertos en promedio se obtuvieron los resultados que se aprecian en la Tabla 24. Se identificaron probabilidades de ocurrencia e impacto para los 9 conjuntos de riesgos lo que determina un vector de ponderadores de riesgos para el proyecto.

Tabla 24: Ponderadores de riesgos

Conjunto de riesgos	Ocurrencia	Impacto	Importancia	Ponderador
Terreno y área	15,2%	20,6%	3,13	3,08%
Diseño	10,4%	30,6%	3,18	3,13%
Construcción	26,4%	28,4%	7,50	7,39%
Financiero	38,4%	41,6%	15,95	15,72%
Contratante	38,5%	38,8%	14,90	14,69%
Sociopolítico	40,9%	49,2%	20,12	19,84%
Mercado	42,3%	37,1%	15,71	15,48%
Demanda	39,0%	34,1%	13,28	13,10%
Fuerza Mayor	19,1%	40,2%	7,67	7,56%

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de las entrevistas a expertos.

De acuerdo a la Tabla 24, los riesgos sociales, políticos, gremiales (sociopolítico), financiero, del contratante y de demanda y mercado son los que tienen un mayor impacto en los sobrecostos y sobreplazos de este tipo de obras.

En un segundo plano se encuentran los riesgos de fuerza mayor (clima), construcción y finalmente los de menor impacto serían los de diseño y terreno y área.

Asimismo incorporamos una probabilidad de ocurrencia mínima y máxima así como el impacto mínimo y máximo determinado por los expertos, como se puede apreciar en la Tabla 25. Esta será de utilidad en la estimación de la distribución de probabilidad del Valor por Dinero.

Tabla 25: Intervalos de evaluación de probabilidades de ocurrencia e impactos

Conjunto de riesgos	Ocurrencia			Impacto		
	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
Terreno y área	2,5%	15,2%	40,0%	2,5%	20,6%	50,0%
Diseño	2,5%	10,4%	35,0%	7,5%	30,6%	80,0%
Construcción	13,0%	26,4%	35,0%	7,5%	28,4%	50,0%
Financiero	13,0%	38,4%	90,0%	7,5%	41,6%	80,0%
Contratante	2,5%	38,5%	100,0%	7,5%	38,8%	80,0%
Sociopolítico	2,5%	40,9%	90,0%	10,0%	49,2%	80,0%
Mercado	6,0%	42,3%	65,0%	10,0%	37,1%	80,0%
Demanda	13,0%	39,0%	65,0%	7,5%	34,1%	80,0%
Fuerza Mayor	2,5%	19,1%	60,0%	2,5%	40,2%	80,0%

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de las entrevistas a expertos.

4.3 Revisión de la literatura de asignación de riesgos

A los efectos de la posterior asignación de riesgos para el proyecto en estudio, además de considerar la opinión de los expertos detallada en la sección anterior, se realizó una revisión de la literatura internacional que aborda la temática de causas de riesgos en grandes proyectos de infraestructura.

Recurrimos a 16 documentos en los cuales se analizaron diferentes tipologías y asignaciones de riesgos a nivel de contratos. La bibliografía consultada se detalla a continuación, en Tabla 26.

Tabla 26: Lista de estudios recopilados para el análisis de distribución preferida de riesgos

Nombre del documento	Marco geográfico de referencia
Role of public private partnerships to manage risks in public sector projects in Hong Kong.	Hong Kong
Public private partnership projects in Singapore: Factors, critical risks and preferred risk allocation from the perspective of contractors.	Singapur
VFM and Risk Allocation Models in Construction PPP Projects.	Reino Unido
Risk Allocation in Public-Private Partnership Infrastructure Projects: Comparative Study.	China
La distribución de riesgo en el contrato de concesión de infraestructura de transporte – sector vial – como consecuencia de la expedición de la ley 1150 de 2007 – años 2009 y 2010-.	Colombia
Public-Private Partnerships for Tollway Construction and Operation: Risk Assessment and Allocation from the Perspective of Investors.	Malasia
Public Private Partnership projects in Greece: Risk ranking and preferred risk allocation.	Grecia
El financiamiento de la infraestructura: Propuestas para el desarrollo sostenible de una política sectorial.	Chile
Risk Allocation in Toll Highway Concessions in Spain. Lessons from Economic Recession	España
PPP projects in transport : Evidence from light rail projects in Spain.	España
Risk assessment and allocation in the UAE construction industry.	Emiratos Árabes Unidos
Risk allocation in the Melbourne City Link Project.	Australia
Risk allocation in the private provision of public infrastructure.	Australia
Evaluating the risks of public private partnerships for infrastructure projects.	Internacional
National Treasury of South Africa: PPP Manual.	Sudáfrica
Department of Treasury and Finance – Victoria.	Australia

Fuente: Elaboración propia en base a la literatura relevada

4.3.1 Análisis de la distribución de riesgo a nivel internacional

La bibliografía consultada ha arrojado como resultado que la asignación de riesgo, sin tener en cuenta criterios de división geográfica, mantiene un patrón de asignación. Se definen los riesgos dentro de 6 grandes grupos:

- Sociopolíticos
- Construcción
- Operativos
- Legales
- Económicos y de mercado
- Otros

Los resultados se presentan en la matriz de distribución preferida de riesgos del Anexo III. Aquí se realiza un estudio más detallado y por grupo, en donde se decidió en una primera instancia, para un mejor análisis, considerar a los riesgos compartidos como divididos 50% para cada una de las partes.

Mientras los riesgos sociopolíticos son asignados mayormente al sector público, existen excepciones en lo relacionado a eventos económicos, normativos e impositivos. Por otra parte, en construcción la mayoría de los riesgos son asignados al sector privado con la excepción de los riesgos de disponibilidad de terrenos y cambios tanto en diseño como en metodologías de construcción atribuibles a la contratante.

Los riesgos legales no tienen una clasificación clara en la literatura y de los 16 casos estudiados solamente activos del propietario e insolvencia del concesionario son suficientemente abordados pero con asignaciones diferentes.

Los riesgos económicos y de mercado se encuentran más divididos al momento de definir criterios de asignación. Posteriormente existen riesgos puntuales que no se encuentran agrupados en una categoría específica y que son analizados de forma independiente.

RIESGOS SOCIOPOLÍTICOS

Tabla 27: Asignación preferida de los riesgos sociopolíticos a nivel internacional

CAUSA DE RIESGO SOCIOPOLÍTICO	Cantidad de casos donde se asignó a:			Total casos estudiados	% Asignación*	
	Público	Privado	Compartido		Público	Privado
Fin de la concesión por parte del Gobierno	4	0	0	4	100%	0%
Expropiación y Nacionalización	5	1	1	7	79%	21%
Oposición Política	3	0	2	5	80%	20%
Bajo apoyo político	2	0	1	3	83%	17%
Cambio en las leyes	4	1	5	10	65%	35%
Corrupción, soborno	2	0	3	5	70%	30%
Inestabilidad gubernamental	3	0	2	5	80%	20%
Retrasos Permisos y aprobaciones del proyecto	4	1	5	10	65%	35%
Influencia de eventos económicos	1	2	1	4	38%	63%
Cambios en las prácticas industriales	1	2	3	6	42%	58%
Cambios impositivos	3	2	1	6	58%	42%
Oposición pública del proyecto	0	0	1	1	50%	50%

Fuente: Elaboración propia en base a la literatura analizada. *Se supone que la asignación compartida se divide 50 y 50 entre sector público y privado

Las causas más abordadas en la literatura consultada son los cambios en las leyes y los retrasos que puedan surgir en los permisos y la aprobación del proyecto. Aunque en la mitad de los casos el riesgo es compartido, las soluciones de esquina son ampliamente mayoritarias a retenerlo por el Estado.

Los más claros en ser retenidos por el sector público son los de expropiación y nacionalización junto con la finalización de la concesión por iniciativa del gobierno. Los casos relacionados a inestabilidad política, apoyos políticos a nivel de gobierno u oposición junto con sobornos y corrupción son mayormente retenidos por el sector público aunque en cierta medida una parte menor se transfiere al sector privado.

Por otra parte, eventos económicos relacionados a cambios impositivos, cambios en prácticas industriales o influencia de eventos económicos se encuentran compartidos pero con cierta tendencia a asignarlos al sector privado.

RIESGOS CONSTRUCCIÓN

Tabla 28: Asignación preferida de los riesgos de construcción a nivel internacional

CAUSA DE RIESGO CONSTRUCCIÓN	Cantidad de casos donde se asignó a:			Total casos estudiados	% Asignación*	
	Público	Privado	Compartido		Público	Privado
Disponibilidad de financiamiento	0	7	0	7	0%	100%
Diseño inapropiado	0	10	1	11	5%	95%
Insolvencia de los subcontratistas	0	3	0	3	0%	100%
Baja Calidad	0	8	0	8	0%	100%
Seguridad del sitio	0	2	0	2	0%	100%
Disponibilidad de mano de obra	0	4	0	4	0%	100%
Disponibilidad de insumos	0	3	0	3	0%	100%
Condiciones del terreno/geológicas	1	6	1	8	19%	81%
Disponibilidad del terreno	7	3	1	11	68%	32%
Cambios en el diseño	5	2	0	7	71%	29%
Cambios en la construcción	4	3	0	7	57%	43%
Disputas laborales y paros	0	3	0	3	0%	100%
Uso del terreno	2	0	0	2	100%	0%
Residuos, desperdicios	0	2	1	3	17%	83%
Sobre costos de construcción	0	14	1	15	3%	97%
Sobre plazo de construcción	0	7	1	8	6%	94%
Terminación de la construcción	0	7	0	7	0%	100%
Altos costos financieros	1	2	0	3	33%	67%
Técnicas ingenieriles no probadas	0	4	1	5	10%	90%
Protección de objetos geológicos e históricos	0	2	0	2	0%	100%
Cambio de alcance del proyecto	0	0	1	1	50%	50%

Fuente: Elaboración propia en base a la literatura analizada. *Se supone que la asignación compartida se divide 50 y 50 entre sector público y privado.

Los riesgos más potentes abordados en la etapa de construcción corresponden a sobrecostos (15 casos), diseño inapropiado y disponibilidad de terreno (11 casos respectivamente), sobreplazo de construcción, baja calidad de la construcción, condiciones geológicas del terreno (8 casos respectivamente). Solamente disponibilidad de terreno se asigna mayoritariamente al

sector público mientras los otros son asignados prácticamente en su totalidad al sector privado.

Entre los riesgos menos abordados, los cambios en diseño y cambios en la construcción se asignan de forma compartida probablemente dependiendo si la causa que lo origina proviene de errores o modificaciones del sector privado, o a solicitudes y cambios estratégicos, o de política provenientes del sector público.

El resto de los riesgos son poco abordados y generalmente se asignan en su totalidad al sector privado.

RIESGOS OPERATIVOS

Tabla 29: Asignación preferida de los riesgos operativos a nivel internacional

CAUSA DE RIESGO OPERATIVO	Cantidad de casos donde se asignó a:			Total casos estudiados	% Asignación*	
	Público	Privado	Compartido		Público	Privado
Sobrecostos operativos	0	10	0	10	0%	100%
Falla del operador	0	4	0	4	0%	100%
Calidad de la operación	0	5	0	5	0%	100%
Alto costo de mantenimiento	0	10	0	10	0%	100%
Frecuencia del mantenimiento	0	5	0	5	0%	100%
Baja productividad operativa	0	3	0	3	0%	100%
Riesgos de activo residuales	1	4	0	5	20%	80%
Condiciones de las instalaciones	0	3	0	3	0%	100%
Riesgos organizacionales	0	3	0	3	0%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a la literatura analizada. *Se supone que la asignación compartida se divide 50 y 50 entre sector público y privado.

De acuerdo a la literatura, los riesgos operativos se asignan en su totalidad al sector privado. Los dos más mencionados son riesgo de sobrecostos de operación y riesgo de altos costos de mantenimiento con 10 casos respectivamente. El 100% de los casos los asignan al sector privado.

El resto de los riesgos hacen referencia a inconvenientes de productividad y fallas operativas que se asignan en su totalidad al sector privado.

RIESGOS LEGALES

Tabla 30: Asignación preferida de los riesgos legales a nivel internacional

CAUSA DE RIESGO LEGAL	Cantidad de casos donde se asignó a:			Total casos estudiados	% Asignación*	
	Público	Privado	Compartido		Público	Privado
Responsabilidad por terceros	0	1	0	1	0%	100%
Activos del propietario	0	2	1	3	17%	83%
Insolvencia del concesionario	1	1	0	2	50%	50%

Fuente: Elaboración propia en base a la literatura analizada. *Se supone que la asignación compartida se divide 50 y 50 entre sector público y privado.

Este grupo de riesgos muestra muy pocos casos evaluados. Igualmente son riesgos de importancia alta a nivel de proyecto porque su impacto es crítico tanto en eventuales daños a

terceros durante las obras o el funcionamiento como por las consecuencias negativas que pueden darse ante la insolvencia del concesionario. El caso de insolvencia del concesionario se estudia en dos casos, uno de ellos es el de Sudáfrica, que lo asigna al sector privado, y el otro en Hong Kong, que lo asigna al sector público.

RIESGOS DE MERCADO Y ECONOMICOS

Tabla 31: Asignación preferida de los riesgos de mercado y económicos a nivel internacional

CAUSA DE RIESGO DE MERCADO Y ECONOMICO	Cantidad de casos donde se asignó a:			Total casos estudiados	% Asignación*	
	Público	Privado	Compartido		Público	Privado
Ingresos insuficientes	1	6	0	7	14%	86%
Fluctuaciones de los costos de los insumos (debido al Gobierno)	4	1	0	5	80%	20%
Fluctuaciones de los costos de los insumos (debido al sector privado)	0	4	1	5	10%	90%
Cambios en las tarifas	1	3	1	5	30%	70%
Cambios en la demanda del mercado	2	5	5	12	38%	63%
Riesgos inflacionarios	0	2	9	11	41%	59%
Tasa de interés	0	4	6	10	30%	70%
Tipo de cambio/Cotización del dólar	1	3	3	7	36%	64%

Fuente: Elaboración propia en base a la literatura analizada. *Se supone que la asignación compartida se divide 50 y 50 entre sector público y privado.

En la siguiente clasificación se agrupan los riesgos económicos y de mercado de acuerdo a la literatura. Entre los más evaluados se encuentran, demanda con 12 casos, inflación con 11 casos y tasa de interés con 10 casos. Estas clasificaciones dependen en gran medida de la propia economía de los países donde se desarrollan los proyectos, puede haber países donde la tasa de interés tenga una influencia relativa mayor o menor que el tipo de cambio dependiendo de la coyuntura. En este estudio el tipo de cambio es valorado solamente en 7 casos. Estos riesgos son mayormente compartidos entre el sector público y el privado seguramente debido a las dificultades que presenta el privado para poder gestionarlos por sí solo.

Asimismo se distingue entre aumentos de precios de los insumos dependiendo si éste es provocado por dinámicas del sector privado en el mercado o medidas del sector público. Por otra parte el riesgo de cambios en las tarifas se asigna en su mayoría al sector privado.

OTROS RIESGOS

Tabla 32: Asignación preferida de otros riesgos a nivel internacional

CAUSA DE OTROS RIESGOS	Cantidad de casos donde se asignó a:			Total casos estudiados	% Asignación*	
	Público	Privado	Compartido		Público	Privado
Fuerza mayor	2	0	11	13	58%	42%
Climáticos	2	2	5	9	50%	50%
Ambiental/Contaminación	0	4	1	5	10%	90%
Tecnología	0	1	1	2	25%	75%
Crisis Económica	0	0	1	1	50%	50%

Fuente: Elaboración propia en base a la literatura analizada. *Se supone que la asignación compartida se divide 50 y 50 entre sector público y privado.

En la siguiente categoría residual, los riesgos más evaluados corresponden a contingencias climáticas y riesgos de fuerza mayor. Los dos son mayoritariamente compartidos entre las partes lo que requiere una clara definición de qué implican esos riesgos para definir quién se hace cargo en cada situación particular que pueda darse.

Asimismo, el riesgo ambiental y el riesgo tecnológico son asignados al sector privado.

La Tabla 33 muestra una matriz de distribución preferida de riesgos en base a 16 estudios, resumiendo aquellos que han sido considerados como relevantes en el proyecto ferroviarios objeto de estudio tanto por los expertos entrevistados como aquellos señalados en la literatura internacional. La mayoría de estos riesgos se han presentado como insumo en el taller de asignación de riesgos que posteriormente se realizó y que se analiza en el siguiente capítulo.

Esta matriz muestra lo que fue señalado anteriormente, en primer lugar no existe una única opinión acerca de quién debería cargar con un riesgo determinado. Por otro lado, también se aprecia cierta preferencia a nivel internacional de transferir al sector privado aquellos riesgos que se relacionan con las etapas de construcción y operación (en el presente estudio entendido como mantenimiento) y una preferencia por retener o compartir aquellos riesgos de tipo político o social. Finalmente, en aquellos de mercado o económicos existe una tendencia a compartirlos o transferirlos al privado.

Tabla 33: Matriz de Distribución de Riesgos preferidos – resumen de aquellos riesgos que han sido detectado como relevantes al proyecto ferroviario

Factor de Riesgo		HK	SIN	INGLA	CHINA	COL	MALAS	GRE	CEPAL	OCDE	ESP1	ESP2	EAU	AUS1	AUS2	INTER	SUD	VIC(AUS)	% Público	% Privado
Político	Fin de la concesión por parte del Gobierno									PUB	PUB					PUB	PUB		100%	0%
	Cambio en las leyes			COM	PUB					PUB	COM		COM	COM	PUB	PRI	COM	PUB	63%	38%
	Retrasos Permisos y aprobaciones del proyecto		COM		PUB		PUB	PUB	COM	PUB	COM			COM		COM		PRI	38%	63%
	Oposición pública del proyecto		COM																50%	50%
Construcción	Disponibilidad de financiamiento		PRI	PRI	PRI	PRI	PRI							PRI				PRI	0%	100%
	Diseño inapropiado	PRI	PRI	PRI						PRI	PRI		COM	PRI	PRI	PRI	PRI	PRI	5%	95%
	Insolvencia de los subcontratistas								PRI					PRI			PRI		0%	100%
	Disponibilidad de mano de obra		PRI	PRI								PRI	PRI						0%	100%
	Disponibilidad de insumos		PRI	PRI								PRI							0%	100%
	Condiciones del terreno/geológicas	PRI	PRI	PRI	COM	PRI			PUB							PRI		PRI	19%	81%
	Cambios en el diseño	PRI		PRI								PUB	PUB		PUB	PUB		PUB	71%	29%
	Disputas laborales y paros	PRI											PRI					PRI	0%	100%
	Sobrecostos de construcción	PRI	PRI	PRI		PRI	PRI	PRI	PRI	PRI	PRI	COM		PRI	PRI	PRI	PRI	PRI	3%	97%
	Sobreplazos de construcción		PRI	PRI		PRI	PRI	PRI	PRI			COM		PRI					6%	94%
	Tecnología	COM	COM	PRI	PRI									PRI			PRI	PRI	14%	86%
Operativos	Sobrecostos operativos	PRI	PRI	PRI	PRI	PRI			PRI			PRI		PRI		PRI	PRI		0%	100%
	Calidad de la operación											PRI		PRI		PRI	PRI	PRI	0%	100%
Legal	Responsabilidad civil de terceros			PRI															0%	100%
	Insolvencia del concesionario	PUB															PRI		50%	50%
Mercado	Fluctuaciones de los costos de los insumos					PRI			COM							PRI	PRI	PRI	10%	90%
	Cambios en la demanda del mercado	COM	PRI	PRI	COM	PRI			COM	PUB	PRI	PUB		COM		PRI	COM		38%	63%
Económicos	Tasa de interés	COM	COM		COM	PRI	PRI	COM	COM						PRI	COM	PRI		30%	70%
	Tipo de cambio/Cotización del dólar	COM			COM	PRI			PUB				COM		PRI		PRI		36%	64%
Otros	Fuerza mayor	COM	COM	COM	COM	COM			COM	PUB	COM			COM	PUB	COM	COM	COM	58%	42%
	Ambiental/Contaminación/Manejo de residuos	COM	PRI	PRI						PRI	PRI								10%	90%
	Quiebra del proyecto									COM	PUB								75%	25%

PUB	<i>Sector Público</i>										
		Hong									
		HK	Kong	CHINA	China	GRE	Grecia	ESP	España	INTER	Internacional
COM	<i>Compartido</i>	SIN	Singapur	COL	Colombia	CEPAL	Cepal	EAU	Emiratos Árabes	SUD	Sudafrica
PRI	<i>Sector Privado</i>	INGLA	Reino Unido	MALAS	Malasia	OCDE	Ocde	AUS	Australia	VIC	Victoria (Australia)

Referencias: 1) Shen et al. (2006) "Role of public private partnerships to manage risks in public sector projects in Hong Kong", International Journal of Project management; 2) Hwang et al. (2013) "Public private partnership projects in Singapore: Factors, critical risks and preferred risk allocation from the perspective of contractors", International Journal of Project management; 3) Li et al. (2005), "The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK", International Journal of Project management; 4) Ke et al. (2010), "Preferred risk allocation in China's public-private partnership (PPP) projects", International Journal of Project Management; 5) Torres (2013) La distribución de riesgos en el contrato de concesión de infraestructura de transporte (sector vial) como consecuencia de la ley 1150 de 2007 años 2009 y 2010; 6) Santoso et al. (2012), Public-Private Partnerships for Tollway Construction and Operation: Risk Assessment and Allocation from the Perspective of Investors, Journal of Construction in Developing Countries; 7) Rouboutsos y Anagnostopoulos (2008), Public Private Partnership projects in Greece: Risk ranking and preferred risk allocation. Construction Management and Economics; 8) Carpintero y Petersen (2014), PPP projects in transport: Evidence from light rail projects in Spain, Public Money & Management; 9) CEPAL (2012), El financiamiento de la infraestructura, propuestas para el desarrollo sostenible de una política sectorial; 10) Vasallo et al. (2013), Risk Allocation in Toll Highway Concessions in Spain, Lessons from Economic Recession, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board; 11) El-Sayegh (2008), Risk assessment and allocation in the UAE construction industry, International Journal of Project Management; 12) Arndt (1998), Risk allocation in the Melbourne City Link Project, Journal of Project Finance; 13) Ng y Loosemore (2006), "Risk allocation in the private provision of public infrastructure", International Journal of Project Management; 14) Grimsey y Lewis, (2004), Public Private Partnerships; 15) National Treasury of South Africa (2004), Sudafrica Public-Private Partnership Manual-Module 4: PPP Feasibility Study, pp. 63-66; 16) Victorian Department of Treasury & Finance (2001), Partnerships Victoria: Risk Allocation & Contractual Issues, pp. 178-191.

5 ASIGNACIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO

Además de tener identificados los riesgos de un proyecto, es necesario determinar si dichos riesgos serán transferidos al sector privado o si serán retenidos por la administración bajo la modalidad de PPP. Como fue mencionado, esto es necesario para cuantificar el costo del proyecto PPP.

Con el fin de determinar esta transferencia o retención de riesgos se realizó un taller para discutir acerca de que riesgos o causas serán transferidas al sector privado en el proyecto de PPP ferroviario “Algorta – Fray Bentos” y cuales quedarán bajo la órbita Pública.

La dinámica del taller tuvo dos instancias, una primera etapa introductoria y una segunda etapa donde se analizaron y asignaron los riesgos.

En primer lugar el moderador presentó una descripción básica del proyecto junto con los resultados de la evaluación financiera y socioeconómica realizada en el estudio de factibilidad. También se agregó una representación de las diferentes alternativas de construcción junto con sus ventajas y desventajas en diferentes aspectos. Posteriormente se indicó la metodología de Valor por Dinero y se presentaron los datos de sobrecostos y sobreplazos en obras ferroviarias provenientes de la literatura internacional. Finalmente se explicó la importancia de una adecuada asignación de riesgos en proyectos de este tipo y se brindó información de literatura internacional sobre la formas de asignar diferentes riesgos a nivel internacional.

La segunda etapa consistió en la presentación a los asistentes de una matriz contractual de riesgos. Los mismos fueron definidos en las etapas anteriores y en dicha matriz se detallaba la definición de cada riesgo junto con una descripción para su asignación entre riesgos retenidos por el contratante o transferidos al contratista. La misma se realizó por consenso de todos los asistentes con derecho a voto generando algunas modificaciones en las definiciones y descripciones de los riesgos.

En esta segunda etapa se realizó un ejercicio de asignación donde los participantes vertieron sus opiniones y realizaron consultas al moderador sobre las definiciones. Recordemos que hasta ahora, mediante literatura internacional y entrevistas con expertos, solamente se había discutido acerca de las causas de sobrecostos y sobreplazos pero no de una matriz global de riesgos. Dicha matriz proviene de la experiencia internacional y de las opiniones de los expertos entrevistados. El objetivo del taller es obtener una matriz de riesgos que sea insumo para el futuro contrato del proyecto ferroviario.

La asignación es el insumo para calcular la distribución de riesgos entre el PPR y el PPD cuando se realiza el cálculo de Valor por Dinero. Para ello se calculó en base a la literatura internacional y las entrevistas con expertos el nivel de impacto y la probabilidad de ocurrencia de los riesgos evaluados.

Con los objetivos descriptos se reunieron 7 representantes de las distintas dependencias del Estado vinculados a la implementación de este proyecto PPP. Los órganos del Estado representados fueron: Administración de Ferrocarriles del Estado (AFE), Ministerio de

Economía y Finanzas (MEF), Oficina de Planeamiento y presupuesto (OPP) y Corporación Nacional Para el Desarrollo (CND).

En la Tabla 34 se presentan los participantes que asistieron al taller.

Tabla 34: Lista de participantes al taller de Asignación de Riesgo

PARTICIPANTE	DEPENDENCIA	CARGO /ÁREA
Ing. Carlos León	AFE	Gerente de infraestructura de AFE
Ec. Ma. Pía Zinola	MEF	Unidad de PPP del MEF
Ec. Alexis Gerschuni	MEF	Unidad de PPP del MEF
Ec. Magdalena Viera	OPP	SNIP OPP
Ec. Gonzalo Balseiro	OPP	Coordinador técnico de SNIP OPP
Cr. César Freire	CND	Gerente de Proyecto de CND
Ing. Rodrigo Velasco	CND	Gerente de Proyecto de CND

Fuente: Elaboración propia

5.1 Asignación de la matriz contractual

A continuación se detallan los resultados del taller junto con los comentarios pertinentes. Todos los resultados y las conclusiones fueron obtenidos en consenso por parte de todos los integrantes.

Los riesgos evaluados por los asistentes se definen a continuación:

1. Retrasos en el inicio de la obra

Implica que la obra no se inicia en tiempo debido a permisos.

2. Obtención de financiamiento

Se refiere a la no obtención del financiamiento apropiado. Por tal motivo el privado no puede obtener fondos suficientes para comenzar el proyecto, lo cual implica retrasos.

3. Diseño inapropiado

El diseño de ingeniería establecido por el privado para el proyecto puede ser inadecuado, lo que puede generar la realización de obras adicionales o complementarias.

4. Cambios en el diseño y alcance del proyecto

Solicitudes por parte del sector público de cambios en el alcance y diseño de la obra posterior a la aprobación.

5. Sobrecostos construcción y mantenimiento

Implica aumento de costos debido a incrementos en las cubicaciones de los materiales, insumos, mano de obra y especificaciones de diseño.

6. Sobreplazo de construcción

Aumento en los costos debido a atrasos en la ejecución de las actividades y programas.

7. Afectación a terceros

Obligaciones generadas con terceros afectados durante la obra que pueden generar procesos judiciales desfavorables en el futuro.

8. Geológico

Se refiere a errores o alcance de los estudios previos sobre las características geológicas, generan mayores costos debido a la aparición de elementos no previstos.

9. Incremento de precios de insumos

El precio de los insumos necesarios para las obras o la operación del proyecto aumentan por encima de lo previsto en la oferta.

10. Arqueológico

Durante la realización de la obra se encuentran restos arqueológicos que interfieren con el normal desarrollo de la construcción del proyecto.

11. Ambiental

Daños por efectos ambientales generados durante la construcción o el mantenimiento, no previstos o no mitigados correctamente.

12. Riesgo de administración y operación

Contingencias generadas por la operación y/o administración de la infraestructura

13. Disponibilidad de nivel de servicio

Se da cuando no se logra alcanzar un nivel de servicio y calidad para el proyecto acorde con las exigencias del contrato.

14. Aumento de costos de mantenimiento debido a mayor demanda

Implica que la demanda es diferente a la estimada aumentando las necesidades de mantenimiento.

15. Ingreso

Implica que los ingresos son diferentes a los estimados debido a la demanda.

16. Falta de conectividad

Implica que el tramo no se conecta con los puntos finales de destino de los demandantes o tampoco con el resto de la red nacional.

17. Tecnológico

Implica falta de conocimientos técnicos ante la incorporación de nuevas tecnologías.

18. Tasa de interés

Las tasas de interés fluctúan modificando los costos financieros.

19. Tipo de cambio

El tipo de cambio fluctúa.

20. Fuerza mayor asegurable

Se refiere a hechos de la naturaleza, conflictos bélicos, terrorismo u otros riesgos asegurables ante eventos fortuitos que impiden el desarrollo del proyecto, destruyen activos, incrementan los costos y/o interrumpen el servicio no permitiendo su operación de manera adecuada.

21. Fuerza mayor

Se refiere a hechos de la naturaleza, conflictos bélicos, terrorismo u otros riesgos no asegurables ante eventos fortuitos que impiden el desarrollo del proyecto, destruyen activos, incrementan los costos y/o interrumpen el servicio no permitiendo su operación de manera adecuada.

22. Cambios en normativa general

Cambios en la legislación y/o regulaciones generales que afectan la viabilidad del proyecto.

23. Cambios en normativa específica

Cambios en la legislación y/o regulaciones específicas que afectan la viabilidad del proyecto.

24. Fin de la concesión por parte del gobierno

Por decisiones políticas se deja de desarrollar el proyecto y se genera una terminación anticipada.

25. Conflicto social

Protestas y/o aspectos culturales que interfieran con el normal desarrollo del proyecto.

26. Disputas laborales y gremiales ajenas al proyecto

Paros y huelgas ajenas al proyecto que interfieran con el normal funcionamiento del mismo.

27. Conflictos laborales y gremiales propios del proyecto

Paros y huelgas causadas por el proyecto que interfieran con el normal funcionamiento del mismo.

28. Problemas en supervisión de obra de construcción y mantenimiento

La supervisión de obra carece de recursos y capacidades demorando en sus decisiones.

29. Falta de disponibilidad de mano de obra, insumos y materiales

La falta de materiales o dificultades de contratación de mano de obra o adquisición de equipos retrasan o detienen tareas críticas.

30. Demora en los pagos al contratista

Retrasos en los pagos por disponibilidad luego de aprobado el cumplimiento de los estándares.

31. Materiales o insumos fuera de especificación

Algunos materiales no cumplen con las especificaciones del contrato y deben ser cambiados.

32. Retrasos en la ejecución de los subcontratos

Los subcontratistas no cumplen con los plazos y cronograma acordados entrando en conflicto con el cronograma principal y pudiendo generar cambios de alguno de los subcontratistas.

33. Accidentes laborales

Se producen accidentes de una magnitud tal que afectan al desarrollo de la obra.

34. Insolvencia del concesionario

Incapacidad del concesionario de hacer frente a sus obligaciones.

5.2 Asignación de riesgo total entre retenido y transferido

Luego de realizada la asignación de riesgos en el taller los resultados muestran el agente responsable (administración pública contratante/contratista privado) del riesgo en un contrato de PPP junto con comentarios que hacen referencia a los mismos.

La lógica es que en una modalidad de ejecución PPP la administración logra, a través del establecimiento en el propio contrato, transferir a manos del privado alguna de las causas de riesgos existentes. Estas causas fueron relevadas por los expertos asumiendo la experiencia del gobierno cuando administra contratos de obra pública tradicional. Los contratos PPP permiten que el Estado deje de asumir todos los riesgos, haciendo una transferencia de algunos de ellos, siendo esta la base principal que genera Valor por Dinero de los recursos públicos.

El resultado de la asignación del riesgo del proyecto es el siguiente:

Tabla 35: Matriz de Asignación de Riesgo para el Proyecto Ferroviario Algorta – Fray Bentos

N°	Riesgo	Transferido	Retenido	Supuestos, comentarios, medidas de mitigación
1	Retrasos en el inicio de la obra	50%	50%	Compartido dependiendo de los plazos definidos para los estudios previos.
2	Obtención de financiamiento	100%		
3	Diseño inapropiado	100%		Se indica que el alcance general dado en el pliego no influye en un inadecuado diseño del proyecto.
4	Cambios en el diseño y alcance del proyecto		100%	
5	Sobrecostos construcción y mantenimiento	100%		Se indica que solamente afecta las cantidades de insumos.
6	Sobreplazo de construcción	100%		
7	Afectación a terceros	100%		Posibles contrataciones de seguros.
8	Geológico	100%		Parte del costo de la oferta, requiere definición acotada, lo que excede la definición entra como fuerza mayor.
9	Incremento de precios de insumos	100%		
10	Arqueológico		100%	
11	Ambiental	100%		
12	Riesgo de administración y operación		100%	
13	Disponibilidad de nivel de servicio	100%		
14	Aumento de costos de mantenimiento debido a mayor demanda	100%		
15	Ingreso		100%	
16	Falta de conectividad		100%	
17	Tecnológico	100%		
18	Tasa de interés	100%		
19	Tipo de cambio	100%		
20	Fuerza mayor asegurable	50%	50%	El costo de reposición debe ser privado pero se debe discutir qué pasa con el PPD. Se debe incentivar a que el privado actúe rápido. De ello depende el porcentaje transferido (no definido). El lucro cesante del riesgo lo paga el estado en su totalidad en plazo razonable. El costo de reponer el daño es 100% privado.

N°	Riesgo	Transferido	Retenido	Supuestos, comentarios, medidas de mitigación
21	Fuerza mayor		100%	
22	Cambios en normativa general	100%		
23	Cambios en normativa específica		100%	
24	Fin de la concesión por parte del gobierno		100%	
25	Conflicto social		100%	
26	Disputas laborales y gremiales ajenas al proyecto		100%	Se reconocen los plazos pero no los costos.
27	Conflictos laborales y gremiales propios del proyecto	100%		
28	Problemas en supervisión de obra de construcción y mantenimiento		100%	
29	Falta de disponibilidad de mano de obra, insumos y materiales	100%		
30	Demora en los pagos al contratista		100%	
31	Materiales o insumos fuera de especificación	100%		
32	Retrasos en la ejecución de los subcontratos	100%		
33	Accidentes laborales	100%		
34	Insolvencia del concesionario	100%		

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del Taller de Asignación de Riesgos

5.3 Ponderación de los riesgos retenidos y transferidos

En esta sección se pretende estimar cuánto de la magnitud de sobre costo y sobreplazo estimado (40,52% y 89,97%, según lo visto en el capítulo 3), será retenido, y cuánto transferido, y así calcular el VpD de proyecto.

A modo de recordatorio, en el presente informe se analizó la probabilidad de ocurrencia e impacto de diferentes conjuntos de riesgos. Posteriormente se calculó un índice de importancia como la multiplicación de la probabilidad de ocurrencia por el impacto.

En una segunda etapa, con la asignación de riesgos presentada en el apartado anterior se definieron cuáles de los riesgos que integraban cada conjunto se encontraban asignados a sobre costos o sobreplazos. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 36: Categorización de los riesgos asignados en el taller

SC o SP	Categoría	Riesgo	Privado	Público
SP	Contratante	Retrasos en el inicio de la obra	50%	50%
SP	Financiero	Obtención de financiamiento	100%	
SC	Diseño	Diseño inapropiado	100%	
AMBOS	Diseño	Cambios en el diseño y alcance del proyecto		100%
SC	Construcción	Sobre costos construcción y mantenimiento	100%	
SP	Construcción	Sobre plazo de construcción	100%	
AMBOS	Construcción	Afectación a terceros	100%	
SC	Terreno y área	Geológico	100%	
SC	Mercado	Incremento de precios de insumos	100%	
SP	Terreno y área	Arqueológico		100%
SC	Terreno y área	Ambiental	100%	
NA	NA	Riesgo de administración y operación		100%
SC	Construcción	Disponibilidad de nivel de servicio	100%	
SC	Demanda	Aumento de costos de mantenimiento debido a mayor demanda	100%	
NA	Demanda	Ingreso		100%
NA	Demanda	Falta de conectividad		100%
AMBOS	Construcción	Tecnológico	100%	
SC	Financiero	Tasa de interés	100%	
SC	Financiero	Tipo de cambio	100%	
AMBOS	Fuerza mayor	Fuerza mayor asegurable	50%	50%
AMBOS	Fuerza mayor	Fuerza mayor		100%
AMBOS	Sociopolítico	Cambios en normativa general	100%	
AMBOS	Sociopolítico	Cambios en normativa específica		100%
AMBOS	Contratante	Fin de la concesión por parte del gobierno		100%
AMBOS	Sociopolítico	Conflicto social		100%
SP	Sociopolítico	Disputas laborales y gremiales ajenas al proyecto		100%
AMBOS	Sociopolítico	Conflictos laborales y gremiales propios del proyecto	100%	
SC	Contratante	Problemas en supervisión de obra de construcción y mantenimiento		100%
AMBOS	Mercado	Falta de disponibilidad de mano de obra, insumos y materiales	100%	
AMBOS	Contratante	Demora en los pagos al contratista		100%

SC o SP	Categoría	Riesgo	Privado	Público
SP	Mercado	Materiales o insumos fuera de especificación	100%	
SP	Construcción	Retrasos en la ejecución de los subcontratos	100%	
AMBOS	Construcción	Accidentes laborales	100%	
AMBOS	Financiero	Insolvencia del concesionario	100%	

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del Taller de Asignación de Riesgos

Utilizando los riesgos evaluados en el taller de asignación y ponderándolos de acuerdo a la agrupación de 9 conjuntos de riesgos definidos en las entrevistas a los expertos se definió si cada riesgo generaba como efectos sobre costos, sobreplazos o ambos.

Con estos criterios, se pondera cada conjunto de riesgos de acuerdo a su componente de sobre costo y sobreplazo. Posteriormente para cada conjunto ponderado se determina su asignación de riesgos entre el contratante y el contratista de acuerdo a los resultados obtenidos en el taller de asignación.

Tabla 37: Cálculo del ponderador de sobre costo y sobreplazo

Conjunto de riesgos	Ocurrencia	Impacto	Índice de importancia ^(a)	Ponderador SC	Ponderador SP
Terreno y área	15,2%	20,6%	0,03	0,67	0,33
Diseño	10,4%	30,6%	0,03	0,75	0,25
Construcción	26,4%	28,4%	0,08	0,50	0,50
Financiero	38,4%	41,6%	0,16	0,75	0,25
Contratante	38,5%	38,8%	0,15	0,50	0,50
Sociopolítico	40,9%	49,2%	0,20	0,40	0,60
Mercado	42,3%	37,1%	0,16	0,50	0,50
Demanda	39,0%	34,1%	0,13	1,00	-
Fuerza Mayor	19,1%	40,2%	0,08	0,50	0,50
Total ^(b)				59,8%	40,2%

Fuente: Elaboración propia en base a las entrevistas a expertos y al taller de asignación. (a) El índice de Importancia corresponde a la multiplicación del índice de probabilidad de ocurrencia y el índice de impacto. (b) Es el cociente entre la sumatoria de los índices de importancia y la suma-producto del mismo índice por su correspondiente ponderador.

En la Tabla 37 se observa que cada conjunto de riesgos tiene asignado un ponderador que distribuye su riesgo conjunto entre sobre costos y sobreplazos. De los resultados se obtiene que el 59,8% del total de riesgos es atribuible a sobre costos y el 40,2% es atribuible a sobreplazos.

En una etapa posterior se procesaron los resultados de asignación de riesgos entre el contratante y el contratista de acuerdo a los ponderadores definidos para cada conjunto de riesgos. En la Tabla 38 se muestran los resultados de asignación de sobre costos y posteriormente, en la Tabla 39 se aprecia la asignación de sobreplazos.

Tabla 38: Asignación de sobrecosto

Conjunto de riesgos	Ponderador Sobrecosto	Porcentaje Transferido	Porcentaje Retenido
Terreno y área	0,67	2,1%	-
Diseño	0,75	1,2%	0,01
Construcción	0,50	3,8%	-
Financiero	0,75	12,0%	-
Contratante	0,50	0,0%	0,07
Sociopolítico	0,40	4,0%	0,04
Mercado	0,50	7,9%	-
Demanda	1,00	13,3%	-
Fuerza Mayor	0,50	1,3%	0,03
Total	59,8%	74,9%	25,1%

Fuente: Elaboración propia en base a las entrevistas a expertos y al taller de asignación

Tabla 39: Asignación de sobreplazo

Conjunto de riesgos	Ponderador SP	Porcentaje Transferido	Porcentaje Retenido
Terreno y área	0,33	-	0,01
Diseño	0,25	-	0,01
Construcción	0,50	0,04	-
Financiero	0,25	0,04	-
Contratante	0,50	0,02	0,06
Sociopolítico	0,60	0,05	0,07
Mercado	0,50	0,08	-
Demanda	-	-	-
Fuerza Mayor	0,50	0,01	0,03
Total	40,2%	57,8%	42,2%

Fuente: Elaboración propia en base a las entrevistas a expertos y al taller de asignación

Como se observa, los riesgos de sobrecostos son retenidos en un 25,1% por el contratante y transferidos al privado en un 74,9%. Mientras en el caso de sobreplazos son retenidos en un 42,2% y transferidos en un 57,8%.

6 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO PPR

El costo del proyecto PPR está compuesto por la suma de:

- Costo base.
- Costos de los riesgos retenidos y transferidos.

A continuación se presentan los parámetros utilizados:

PARÁMETROS GENERALES

Tabla 40: Parámetros generales para el cálculo del VpD

Parámetros	Valores
Moneda de la Evaluación	Unidades Indexadas (expresado en dólares)
Relación USD por UI	0,1272
Plazo de Explotación del Proyecto (Años)	28
Plazo Construcción del Proyecto (Años)	2
Año de Inicio Construcción	2016
Año de Inicio Explotación	2018
Días del Año	365

Fuente: Elaboración propia en base al Estudio de Factibilidad

PARÁMETROS DE PLAZO

A los efectos del estudio de Valor por Dinero, para poder comparar con el mismo proyecto pero bajo la modalidad de Contrato PPP, se supondrá un horizonte temporal de 30 años, donde los primeros 2 años corresponden a la etapa de construcción. El resto corresponde a la etapa de explotación, donde se realizan obras de mantenimiento.

PARÁMETROS FINANCIAMIENTO

Se supuso que si el gobierno desea ejecutar el proyecto bajo la modalidad tradicional, debe obtener los recursos para la inversión inicial. Para esto se tomó el supuesto de que el financiamiento obtenido es a través de la emisión de Bonos del Tesoro.

Según la estrategia actual de la Unidad de Gestión de Deuda del Ministerio de Economía y Finanzas, se asume el supuesto de una emisión de Bonos en Unidades Indexadas, con tres amortizaciones anuales en los tres años previos al vencimiento, antes de esto solamente se pagan intereses. La tasa de financiamiento estimada se extrae de la CURVA Uruguay UI para el plazo de 20 años. La tasa indicada es **4,35%** según valor del rendimiento promedio histórico para este tipo de títulos soberanos. Si bien en este momento, Uruguay se encuentra con el nivel de Grado Inversor, lo que hace que sus títulos de deuda sean más atractivos para los inversores, generando que la tasa de rendimiento esté por debajo del promedio histórico, no se entiende conveniente tomar el dato último sino un promedio que abarca los últimos 8 años, desde Junio/2007 a Noviembre/2014. La razón para asumir este supuesto es que la ejecución de este proyecto, y por ende, la estructuración del financiamiento por esta vía no se realizarían en el muy corto plazo (próximos meses), por lo que la tasa de emisión podría variar

desfavorablemente para el Estado, dada la inestabilidad a nivel mundial, que podría generar una shock negativo sobre la economía doméstica. Un ejemplo de esto lo podemos ver con la quiebra de Lehman Brother en septiembre de 2008 y el inicio de la crisis financiera. En esos momentos de inestabilidad financiera la tasa de los títulos del Tesoro uruguayo en UI a 20 años pasó del entrono del 4% en julio de 2008 a 10% hacia noviembre del mismo año. Es decir, que al Estado le costaba 6 puntos porcentuales más si decidía emitir a 20 años, en noviembre respecto a julio del mismo año. El rendimiento de los mismos títulos volvió al entorno del 4% recién en abril de 2010. Por otro lado, se espera que en el mediano plazo EE.UU. comience a alzar la tasa de interés.

A continuación se presentan los parámetros financieros

Tabla 41: Parámetros generales del financiamiento público

Parámetros	Valores
Plazo del Crédito (Años)	20
Períodos de gracia capital	17
Tasa de interés	4,35%
Interés Cuenta de Reserva	1%
Comisión de estructuración (% de la emisión)	1,5%
Tasa de Crecimiento Cupones	0%

Fuente: Elaboración propia en base al Modelo de VpD

La tasa de financiamiento del proyecto PPR de 4,35% también se utiliza para actualizar a valor presente los flujos futuros de los componentes de la alternativa PPR y de la alternativa PPP debido a que se interpreta como el costo de oportunidad del sector público.

6.1 Costo Base

Del estudio de factibilidad realizado para este proyecto se estimaron los siguientes costos iniciales y costos de operación y mantenimiento, que componen el costo base del proyecto durante 30 años. Los valores están expresados sin impuestos al valor agregado (IVA).

COSTOS PREVIOS

Dado que en la Obra Pública Tradicional el diseño del proyecto ejecutivo es realizado por el Estado, previo a los gastos por obras iniciales, se realiza una serie de gastos asociados al diseño del proyecto. Para este caso, se estimó que los costos de diseño del proyecto ejecutivo son los mismos en que incurriría una empresa privada. Los costos de los Estudio de Diseño e Ingeniería se estimaron en US\$ 915.000. Este costo estaría incluyendo también los costos de técnicos y administrativos que trabajarían entorno al Estudio, incluyendo los gastos de licitaciones.

INVERSIONES INICIALES

El costo inicial de obras depende de la alternativa de rehabilitación a ejecutar. En el siguiente cuadro se muestra el total de inversiones para las 6 alternativas junto con su monto estimado de ejecución en cada año de la etapa de construcción.

Tabla 42: Total de inversiones para las alternativas evaluadas

Cronograma de obras	Porcentaje	Alt 1 Madera 20% USD	Alt 2 Madera 33% USD	Alt 3 Madera 50% USD	Alt 4 Madera Nueva USD	Alt 5 Hormigón Embridado USD	Alt 6 Hormigón Soldado USD
2016	35%	45.412.690	43.947.037	42.114.848	47.611.366	49.850.262	50.223.819
2017	65%	84.337.852	81.615.927	78.213.289	88.421.109	92.579.059	93.272.807
Total	100%	129.750.542	125.562.964	120.328.137	136.032.475	142.429.321	143.496.627

Fuente: Elaboración propia en base al Estudio de Factibilidad

COSTOS DE MANTENIMIENTO

Los costos de mantenimiento anual no se modifican a lo largo del período de explotación del proyecto debido a que no existen costos de operación ni costos de mantenimiento mayor. Todos los costos corresponden a tareas de mantenimiento rutinario y son iguales todos los años o de estructura del proyecto que son iguales y anuales.

En el siguiente cuadro se detalla el monto de los costos para cada alternativa.

Tabla 43: Costo de mantenimiento en las 6 alternativas

Concepto	Alt 1 Madera 20% USD	Alt 2 Madera 33% USD	Alt 3 Madera 50% USD	Alt 4 Madera Nueva USD	Alt 5 Hormigón Embridado USD	Alt 6 Hormigón Soldado USD
Gastos de estructura anual	982.145	982.145	982.145	982.145	982.145	982.145
Costos de mantenimiento anual	444.755	465.934	487.112	423.576	423.576	423.576
Costos totales anuales	1.426.899	1.448.078	1.469.257	1.405.721	1.405.721	1.405.721
Total de costos explotación	39.953.185	40.546.191	41.139.198	39.360.179	39.360.179	39.360.179

Fuente: Elaboración propia en base al Estudio de Factibilidad

Adicionalmente, se estimaron costos de seguros por un monto anual de USD 400.000 y costos de inspección y control del contrato de USD 157.000 anuales en todos los casos a partir del año 2018 con motivo de gastos de Administración del Proyecto, asociados a técnicos y administrativos (incluye gastos por licitaciones de mantenimiento) del Estado encargados en gestionar el proyecto en todas sus etapas.

RESULTADOS CÁLCULO DEL COSTO BASE

En base a los datos presentados, el valor presente del costo base del PPR para cada alternativa técnica es:

Tabla 44: Costo Base del PPR en las 6 alternativas

Concepto	Alt 1 Madera 20% USD	Alt 2 Madera 33% USD	Alt 3 Madera 50% USD	Alt 4 Madera Nueva USD	Alt 5 Hormigón Embridado USD	Alt 6 Hormigón Soldado USD
Costo Deuda (Amortización)	63.650.627	61.610.984	59.061.257	66.710.368	69.826.080	70.345.932
Costo Deuda (Intereses)	79.289.868	76.749.076	73.572.870	83.101.401	86.982.656	87.630.239
Costo Operación y Mantenimiento	21.902.259	22.227.344	22.552.429	21.577.174	21.577.174	21.902.259
Costo Seguros	5.765.045	5.765.045	5.765.045	5.765.045	5.765.045	5.765.045
Costo de Administración	2.404.683	2.404.683	2.404.683	2.404.683	2.404.683	2.404.683

Concepto	Alt 1 Madera 20% USD	Alt 2 Madera 33% USD	Alt 3 Madera 50% USD	Alt 4 Madera Nueva USD	Alt 5 Hormigón Embridado USD	Alt 6 Hormigón Soldado USD
del proyecto (licitaciones, estudios, etc)						
Total Costo Base	173.012.483	168.757.132	163.356.284	179.558.671	186.555.638	188.048.158

Fuente: Elaboración propia en base al Estudio de Factibilidad

6.2 Costo de los Riesgos Retenidos y Transferidos

En esta sección se calcula el costo del riesgo, tanto retenido como transferido, ya que en esta modalidad de ejecución, todo el riesgo queda bajo la órbita Estatal.

Recordemos que el costo total del PPR (CTPPR) se calcula como:

$$CTPPR = CB + CRT + CRR$$

Donde:

CB : Valor presente del costo base del PPR

CRT : Valor presente del costo del riesgo transferido

CRR : Valor presente del costo del riesgo retenido

Asimismo el costo del riesgo de sobre costo (tanto retenido como transferido) se calcula como:

$$CR_{sobre costo} = CB \times PO \times RI$$

Donde:

CB : Valor presente del costo base del PPR

$CR_{sobre costo}$: Costo del riesgo sobre costo

RI : Impacto que genera sobre el proyecto (en porcentaje)

PO : Probabilidad de ocurrencia del riesgo (en porcentaje)

Por otra parte, el costo del riesgo de sobreplazo se cuantifica en función del costo total de la obra de infraestructura y de la cantidad de días de sobreplazo que se espera tenga por encima del plazo estimado. Para la cuantificación del riesgo de sobreplazo de un proyecto PPP, se deben utilizar los siguientes parámetros: la tasa social de descuento, el valor presente de la inversión inicial y el plazo estimado de ejecución de la inversión. El cálculo matemático es el siguiente:

$$CR_{sobreplazo} = ((1 + r_s)^{1/360} - 1) \times CB_{Inversión} \times PI \times POR \times RIS$$

Donde:

$CR_{sobreplazo}$: Costo del riesgo de sobre plazo del proyecto PPP por día de atraso.

r_s : Tasa social de descuento anual (en porcentaje) definido por OPP en 5% en unidades indexadas.

$CB_{Inversión}$: Valor presente del costo base de la Inversión inicial

POR : Probabilidad de ocurrencia del riesgo de sobre plazo (en porcentaje).

RIS : Impacto del sobre plazo (en porcentaje).

PI : Plazo inicial de ejecución del proyecto bajo análisis (en días).

Como se indicó anteriormente el 90% de los expertos entrevistados indicaron que siempre existen sobrecostos, por lo que la probabilidad de ocurrencia de este suceso es de 90%.

Para el caso de sobreplazos, el 100% indicó que existen, por lo que este porcentaje es la probabilidad de ocurrencia que se espera para los sobreplazos.

Según las fórmulas expuestas anteriormente y siguiendo la Guía Metodológica del Comparador Público-Privado para esquemas de Participación Público-Privada en Uruguay, los costos totales del sobrecosto y sobreplazo son los siguientes:

Tabla 45: Porcentajes estimados de sobrecostos del proyecto

Sobrecosto del proyecto	%
Media Sobrecosto	40,50%
Porcentaje de riesgo retenido	25,11%
Porcentaje de riesgo transferido	74,89%
Probabilidad de Ocurrencia	90,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Porcentajes estimados de sobreplazos del proyecto

Sobreplazo del proyecto	
Tasa social de Descuento	5,00%
Media Sobreplazo (Impacto)	90,00%
Plazo Construcción (días)	730
Porcentaje de riesgo retenido	42,25%
Porcentaje de riesgo transferido	57,75%
Probabilidad de Ocurrencia	100,00%

Fuente: Elaboración propia

6.3 Costo Ajustado por Riesgo del Proyecto Público de Referencia

El valor presente del costo total del Proyecto Público de Referencia sería entonces, el costo base más el costo de los dos riesgos:

Tabla 47: Valor presente Costo alternativa PPR

Concepto	Alt 1 Madera 20% USD	Alt 2 Madera 33% USD	Alt 3 Madera 50% USD	Alt 4 Madera Nueva USD	Alt 5 Hormigón Embridado USD	Alt 6 Hormigón Soldado USD
Costo Base PPR	173.012.483	168.757.132	163.356.284	179.558.671	186.555.638	188.048.158
Riesgo Total Sobrecosto	71.922.930	70.490.349	68.640.233	74.190.523	76.740.917	77.403.434
Riesgo Retenido Sobrecosto	18.061.890	17.702.128	17.237.511	18.631.346	19.271.823	19.438.200
Riesgo Transferido Sobrecosto	53.861.041	52.788.221	51.402.722	55.559.176	57.469.094	57.965.234
Riesgo Total Sobreplazo	15.190.304	14.816.689	14.342.500	15.765.052	16.379.378	16.510.419
Riesgo Retenido Sobreplazo	6.417.696	6.259.849	6.059.510	6.660.519	6.920.063	6.975.427
Riesgo Transferido Sobreplazo	8.772.608	8.556.840	8.282.990	9.104.533	9.459.314	9.534.993
Riesgo Total	87.113.234	85.307.037	82.982.733	89.955.575	93.120.295	93.913.853
Costo Ajustado PPR	260.125.717	254.064.169	246.339.017	269.514.246	279.675.933	281.962.011

Fuente: Elaboración propia

7 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO PPP

El objetivo de esta sección es tener la medición del costo que enfrentará el Estado al tomar la decisión de firmar el Contrato de Participación Público Privado. El costo de esta alternativa es la suma de:

- El pago por disponibilidad que realizará el Estado durante la vida del contrato con lo que logrará que el privado financie, construya y mantenga la infraestructura brindando los servicios determinados antes explicados
- El valor de los riesgos que quedan retenidos por la Administración Pública
- Costos de administración el contrato PPP

A esta suma total se debe deducir el componente de IRAE que la Sociedad de Propósito Específico crea a efecto de la Administración del Contrato de PPP. Este monto vuelve al Estado como un “ahorro” del sector público. El no considerarlo disminuiría artificialmente el Valor por Dinero. En este sentido se siguen los procedimientos recomendados en los manuales de Inglaterra, Irlanda, Australia y Victoria⁴

7.1 Estructura del Modelo de Negocio

El modelo de negocio definido plantea una interacción entre el Estado y el privado, donde este último se encarga de Diseñar el proyecto ejecutivo, conseguir el financiamiento, y realizar las obras iniciales y mantener la infraestructura según un nivel de servicios previamente acordado. En el caso del Estado, su rol es monitorear constantemente que el privado cumpla con el contrato firmado, teniendo la potestad de sancionar pecuniariamente al Privado, si no provee la infraestructura en los términos acordados durante los 30 años. La sanción que ejerce el Estado sobre el incumplimiento de los términos acordados, es a través de la reducción de los pagos establecidos, por esta razón los mismos se denominan Pagos por Disponibilidad, es decir, quedan condicionados al cumplimiento de los estándares exigidos.

Con este modelo de negocio la Administración Pública Contratante busca transferir por un plazo establecido la gestión de la infraestructura al privado, quien cuenta con más expertise, lo que genera mayor eficiencia en el uso de los recursos públicos (mejores servicios a menores costos para la sociedad). El rol del Estado en este contrato es controlar y asegurar que la sociedad cuente con un nivel de infraestructura adecuada, recuperando la gestión de la misma luego de los 30 años del contrato.

A continuación se definen algunas variables claves que determinan las características del modelo de negocio:

- **Plazo del contrato:** El mismo está definido en 30 años, de los cuales los 2 primeros corresponden a obras iniciales.

⁴ Existen justificaciones de la deducción de estos impuestos en el marco de criterios de neutralidad competitiva de los impuestos en varios manuales consultados de PPP en países desarrollados. Se sugiere ver VDTF (2001), Australian Government (2008), PER (2007), Coulson (2006).

- **Mecanismo de pago:** Como retribución por la inversión realizada el contratista recibirá ingresos mediante la modalidad de Pago por Disponibilidad tanto por la obra inicial como por el mantenimiento.

En caso de requerir más detalles de la lógica de funcionamiento de los Pagos por Disponibilidad ver estudio de Factibilidad.

7.2 Componentes de costos de la Alternativa PPP

PAGOS POR DISPONIBILIDAD

En el modelo económico-financiero realizado en el Estudio de Factibilidad se estimó el monto de Pagos por Disponibilidad que debería realizar el Estado durante los 28 años posteriores a la ejecución de la obra inicial, bajo la modalidad de Contrato PPP. Por lo tanto, para este estudio se toma como variable exógena los montos de Pagos por Disponibilidad anual estimados.

A continuación se presentan los pagos del Estado necesarios para la realización del proyecto bajo la modalidad Contrato PPP.

Tabla 48: Pago por Disponibilidad estimado bajo la alternativa PPP

Concepto	Alt 1 Madera 20% USD	Alt 2 Madera 33% USD	Alt 3 Madera 50% USD	Alt 4 Madera Nueva USD	Alt 5 Hormigón Embridado USD	Alt 6 Hormigón Soldado USD
2018	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2019	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2020	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2021	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2022	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2023	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2024	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2025	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2026	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2027	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2028	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2029	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2030	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2031	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2032	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2033	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2034	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2035	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2036	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2037	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2038	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2039	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2040	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477

Concepto	Alt 1 Madera 20% USD	Alt 2 Madera 33% USD	Alt 3 Madera 50% USD	Alt 4 Madera Nueva USD	Alt 5 Hormigón Embridado USD	Alt 6 Hormigón Soldado USD
2041	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2042	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2043	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2044	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
2045	16.724.193	16.256.887	15.666.154	17.437.742	18.185.723	18.310.477
TOTAL	468.277.395	455.192.849	438.652.314	488.256.771	509.200.253	512.693.370

Fuente: Elaboración propia en base al Estudio de Factibilidad

El valor presente de los pagos por disponibilidad durante los 30 años, descontado a la tasa indicada (4,35%) se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 49: Valor Presente de los Pagos por Disponibilidad

Alternativa	Valor presente de los PPD
Alt 1 Madera 20% USD	256.708.762
Alt 2 Madera 33% USD	249.535.840
Alt 3 Madera 50% USD	240.468.350
Alt 4 Madera Nueva USD	267.661.417
Alt 5 Hormigón Embridado USD	279.142.594
Alt 6 Hormigón Soldado USD	281.057.513

Fuente: Elaboración propia

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN DEL CONTRATO

Los costos de administración del contrato PPP son nulos, ya que según el modelo de negocios, son pagados por un fondo que debe constituir el privado. Por lo que están implícitamente dentro del Pago por Disponibilidad que realiza el Estado.

COSTOS DEL RIESGO RETENIDO

Como se expresó anteriormente, existen ciertos riesgos que a pesar de realizar el Contrato PPP, el Estado los sigue manteniendo, por lo que son un componente a incorporar en la Alternativa PPP.

El análisis y cálculo fue presentado en el capítulo anterior, a continuación se muestran los valores del riesgo retenido para cada alternativa.

Tabla 50: Valor Presente de los riesgos retenidos por el sector público

Concepto	Alt 1 Madera 20% USD	Alt 2 Madera 33% USD	Alt 3 Madera 50% USD	Alt 4 Madera Nueva USD	Alt 5 Hormigón Embridado USD	Alt 6 Hormigón Soldado USD
Riesgo Retenido Sobrecosto	18.061.890	17.702.128	17.237.511	18.631.346	19.271.823	19.438.200
Riesgo Retenido Sobreplazo	6.417.696	6.259.849	6.059.510	6.660.519	6.920.063	6.975.427
Riesgo Retenido Total	24.479.585	23.961.976	23.297.022	25.291.865	26.191.886	26.413.626

Fuente: Elaboración propia

IRAE

Como se expresó anteriormente corresponde restar del costo total del Proyecto PPP el pago que realiza la Sociedad de Propósito Específico al Estado por concepto de IRAE ya que es un flujo de dinero que regresa al estado luego de realizados los Pagos por Disponibilidad.

A continuación se muestra el valor de los pagos de IRAE de la Sociedad al Estado.

Tabla 51: Pagos de IRAE por la Sociedad de Propósito Específico

Concepto	Alt 1 Madera 20% USD	Alt 2 Madera 33% USD	Alt 3 Madera 50% USD	Alt 4 Madera Nueva USD	Alt 5 Hormigón Embridado USD	Alt 6 Hormigón Soldado USD
2018	2.041.903	1.975.207	1.891.503	2.142.394	2.244.096	2.261.048
2019	2.123.910	2.055.593	1.969.897	2.226.819	2.331.336	2.348.761
2020	714.933	692.135	663.307	749.608	784.629	790.459
2021	2.391.361	2.314.417	2.217.924	2.507.230	2.624.929	2.644.553
2022	2.436.070	2.357.674	2.259.363	2.554.122	2.674.040	2.694.034
2023	2.470.827	2.391.310	2.291.588	2.590.573	2.712.208	2.732.489
2024	2.505.058	2.424.437	2.323.325	2.626.474	2.749.800	2.770.363
2025	2.538.516	2.456.816	2.354.346	2.661.564	2.786.545	2.807.383
2026	2.570.917	2.488.172	2.384.386	2.695.547	2.822.130	2.843.235
2027	2.601.936	2.518.191	2.413.144	2.728.081	2.856.199	2.877.560
2028	2.631.201	2.546.512	2.440.276	2.758.777	2.888.343	2.909.945
2029	2.658.290	2.572.728	2.465.389	2.787.191	2.918.100	2.939.925
2030	2.682.722	2.596.371	2.488.038	2.812.819	2.944.940	2.966.967
2031	2.703.948	2.616.913	2.507.714	2.835.088	2.968.262	2.990.465
2032	2.720.875	2.633.292	2.523.406	2.852.839	2.986.854	3.009.198
2033	2.728.180	2.640.361	2.530.169	2.860.513	2.994.900	3.017.305
2034	2.736.129	2.648.512	2.538.699	2.867.975	3.001.963	3.024.307
2035	2.626.566	2.542.485	2.437.097	2.753.102	2.881.693	2.903.137
2036	2.504.230	2.424.097	2.323.650	2.624.837	2.747.402	2.767.840
2037	2.367.632	2.291.907	2.196.977	2.481.617	2.597.455	2.616.771
2038	2.215.108	2.144.304	2.055.535	2.321.699	2.430.026	2.448.090
2039	2.044.803	1.979.493	1.897.604	2.143.136	2.243.079	2.259.744
2040	1.854.642	1.795.467	1.721.260	1.943.754	2.034.337	2.049.441
2041	1.642.312	1.589.985	1.524.358	1.721.127	1.801.260	1.814.621
2042	1.405.227	1.360.547	1.304.499	1.472.543	1.541.010	1.552.426
2043	1.140.502	1.104.359	1.059.009	1.194.978	1.250.419	1.259.664
2044	844.914	818.302	784.898	885.051	925.951	932.771
2045	514.865	498.894	478.830	538.989	563.657	567.770
TOTAL IRAE	60.417.578	58.478.480	56.046.189	63.338.445	66.305.563	66.800.274

Fuente: Elaboración propia en base al Estudio de Factibilidad

7.3 Costo Ajustado por Riesgo del Proyecto Público Privado

Tabla 52: Costo ajustado por riesgo e impuestos del proyecto PPP

Concepto	Alt 1 Madera 20% USD	Alt 2 Madera 33% USD	Alt 3 Madera 50% USD	Alt 4 Madera Nueva USD	Alt 5 Hormigón Embridado USD	Alt 6 Hormigón Soldado USD
Valor Presente Oferta (PPD)	256.708.762	249.535.840	240.468.350	267.661.417	279.142.594	281.057.513
IRAE	-32.705.175	-31.654.081	-30.335.560	-34.288.538	-35.896.593	-36.164.700
Riesgo Retenido	24.479.585	23.961.976	23.297.022	25.291.865	26.191.886	26.413.626
Costo Ajustado PPP	248.483.172	241.843.734	233.429.811	258.664.745	269.437.887	271.306.440

Fuente: Elaboración propia en base al Modelo de VpD

8 RESULTADOS DEL VALOR POR DINERO

8.1 Cálculo VpD en términos promedios

A modo de resumen, las siguientes tablas muestran el costo total en valor presente de: la alternativa PPR, la alternativa PPP y el Valor por Dinero promedio:

Tabla 53: Valor presente Costo alternativa PPR

Concepto	Alt 1 Madera 20% USD	Alt 2 Madera 33% USD	Alt 3 Madera 50% USD	Alt 4 Madera Nueva USD	Alt 5 Hormigón Embridado USD	Alt 6 Hormigón Soldado USD
Costo Base PPR	173.012.483	168.757.132	163.356.284	179.558.671	186.555.638	188.048.158
Riesgo Total	87.113.234	85.307.037	82.982.733	89.955.575	93.120.295	93.913.853
Costo Ajustado PPR	260.125.717	254.064.169	246.339.017	269.514.246	279.675.933	281.962.011

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54: Valor presente Costo alternativa PPP

Concepto	Alt 1 Madera 20% USD	Alt 2 Madera 33% USD	Alt 3 Madera 50% USD	Alt 4 Madera Nueva USD	Alt 5 Hormigón Embridado USD	Alt 6 Hormigón Soldado USD
Valor Presente Oferta (PPD)	256.708.762	249.535.840	240.468.350	267.661.417	279.142.594	281.057.513
IRAE	-32.705.175	-31.654.081	-30.335.560	-34.288.538	-35.896.593	-36.164.700
Riesgo Retenido	24.479.585	23.961.976	23.297.022	25.291.865	26.191.886	26.413.626
Costo Ajustado PPP	248.483.172	241.843.734	233.429.811	258.664.745	269.437.887	271.306.440

Fuente: Elaboración propia

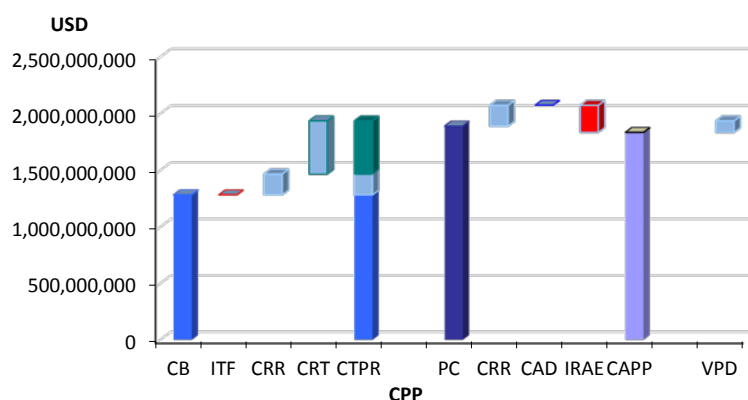
Tabla 55: Resultados de Valor por Dinero para cada alternativa técnica

Alternativa	Valor por Dinero USD	Valor por Dinero UI
Alt 1 Madera 20% USD	11.642.544	91.541.960
Alt 2 Madera 33% USD	12.220.435	96.085.747
Alt 3 Madera 50% USD	12.909.206	101.501.350
Alt 4 Madera Nueva USD	10.849.501	85.306.490
Alt 5 Hormigón Embridado USD	10.238.046	80.498.794
Alt 6 Hormigón Soldado USD	10.655.572	83.781.677

Fuente: Elaboración propia

A modo ilustrativo se muestra a continuación el análisis gráfico para la alternativa Hormigón Embridado, aunque el formato resulta similar para las 6 alternativas estudiadas.

Gráfico 4: Análisis gráfico de los resultados para la Alternativa en durmientes de hormigón con riel embridado



CB: Costo Base

ITF: Ingresos por terceras fuentes

CRR: Costo riesgo retenido

CRT: Costo riesgo transferido

TPR: Costo total alternativa PPR

PC: Pago por disponibilidad

CAD: Costo administrativo del contrato PPP

IRAE: Impuesto a la Renta de Actividades Económicas

CAPP: Costo total de la alternativa PPP

VPD: Valor por Dinero

Por lo tanto, asumiendo una posición ante el riesgo en términos neutrales, debido a que se supusieron sobrecostos y sobreplazos promedios, ejecutar el proyecto por la Alternativa PPP, en vez de la alternativa PPR, genera un Valor por Dinero de entre USD 12.909.206 y USD 10.238.046 en valor presente. Estos resultados corresponden a las alternativas de más y menos Valor por Dinero que son la alternativa en madera con un reciclaje del 50% de los durmientes existentes y la alternativa durmientes de hormigón con riel embridado, respectivamente. Esta magnitud es lo que se ahorra la sociedad en su conjunto debido a un uso más eficiente de los recursos públicos.

Sin embargo, la situación promedio, está exenta de incertidumbre, por lo que es necesario realizar un análisis de sensibilidad ante distintas posiciones frente al riesgo. Es decir, es interesante realizar un análisis de sensibilidad ante una distribución esperada de las variables claves que intervienen en el cálculo del Valor por Dinero, estas son las variables de riesgo asumido, sobrecosto y sobreplazo. De esta manera a continuación se presenta la distribución esperada del Valor por Dinero, dada una variabilidad de los riesgos esperados, por lo tanto la distribución nos permite colocarnos en distintas posiciones frente al riesgo. Cuanto mayor riesgo espera un agente, más aversión al riesgo tiene, y cuanto menos riesgo espera, más optimistas sobre el futuro es este agente, y por tanto más tomador de riesgo. En la sección siguiente analizamos las distintas posiciones frente al riesgo, las cuales generan distintos niveles de VpD.

8.2 VpD con distintas posiciones frente al riesgo

Hasta ahora se ha trabajado con el Valor por Dinero en un escenario bajo certidumbre. Es decir asumiendo que ciertas variables son conocidas con precisión. Sin embargo, en la realidad existe cierto nivel de incertidumbre que debería ser considerado. En particular, variables como

el sobrecosto, el sobreplazo o las probabilidades de ocurrencia de ciertos riesgos asignados por los expertos se comportan como variables aleatorias. En el escenario bajo certidumbre se consideró, como es usual, el promedio de estos valores, pero esto desconoce el hecho de que en la realidad existen valores que pueden manifestarse y podrían diferir de aquel valor esperado, dependiendo de la desviación estándar de estas variables.

Es así que en esta sección se intentará asignar una distribución simulada al Valor por Dinero dependiendo de las distribuciones estimadas para los sobrecostos, sobreplazos o grupo de riesgos y de esta forma tener un panorama probabilístico del Valor por Dinero que nos permita trabajar en un escenario más realista en donde la certeza completa no existe. Además de asignar una probabilidad, se podrá medir el Riesgo del VpD mediante indicadores como la desviación estándar o el Valor en el Riesgo (VaR). El primero indicaría cual es la variabilidad del valor por dinero en el caso de que los sobrecostos o sobreplazos tomen valores diferentes a los esperados. El segundo indicador mostraría cual sería el valor por dinero que perdería el Estado en caso de llevar adelante el proyecto por obra pública tradicional y que los sobrecostos y sobreplazos y demás riesgos tomen valores extremos.

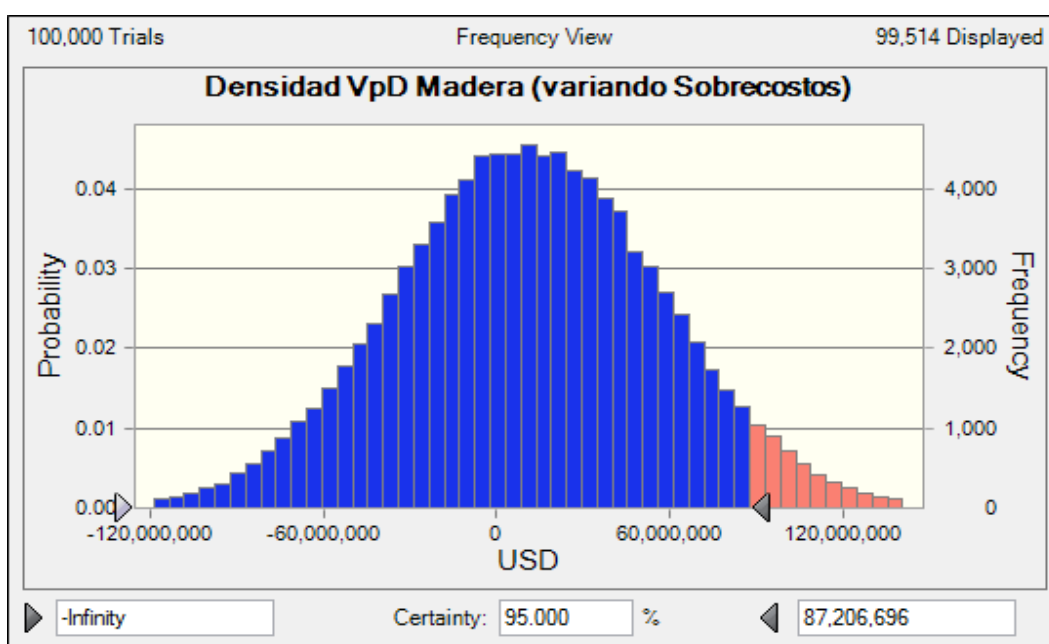
De esta forma, se tomaron la alternativa de madera nueva y la de hormigón con riel soldado y se realizaron 100.000 simulaciones de Monte Carlo tomando como base las distribuciones normales estimadas para los sobrecostos y sobreplazos presentadas en el capítulo 3. Además se consideraron distribuciones triangulares para la probabilidad de ocurrencia de los nueve grupos de riesgos evaluados por los expertos (Terreno y área, Diseño, Construcción, Financiero, Contratante, Sociopolítico, Mercado, Demanda y Fuerza Mayor) y que fueron presentados en el capítulo 4.

ALTERNATIVA DE MADERA NUEVA

La alternativa de madera nueva genera un Valor por Dinero de UI 85.306.490 (USD 10.849.501) con un PPD de UI 137.107.921 (USD 17.437.742).

Considerando la distribución estimada para los sobrecostos en obras ferroviarias se realizaron 100.000 simulaciones de Monte Carlo encontrando que existe un 59,17% de probabilidad de tener Valor por Dinero positivo. Asimismo si se considera que el Estado es un administrador de recursos públicos y por tanto podría ser averso al riesgo, considerando el percentil 0,95 se encuentra que el Valor por Dinero pasaría de los USD 10.849.501 antes mencionados a USD 87.206.696 (ver Gráfico 5) que podría ser generado si el sobrecosto fuera mayor al nivel esperado del 40,5%

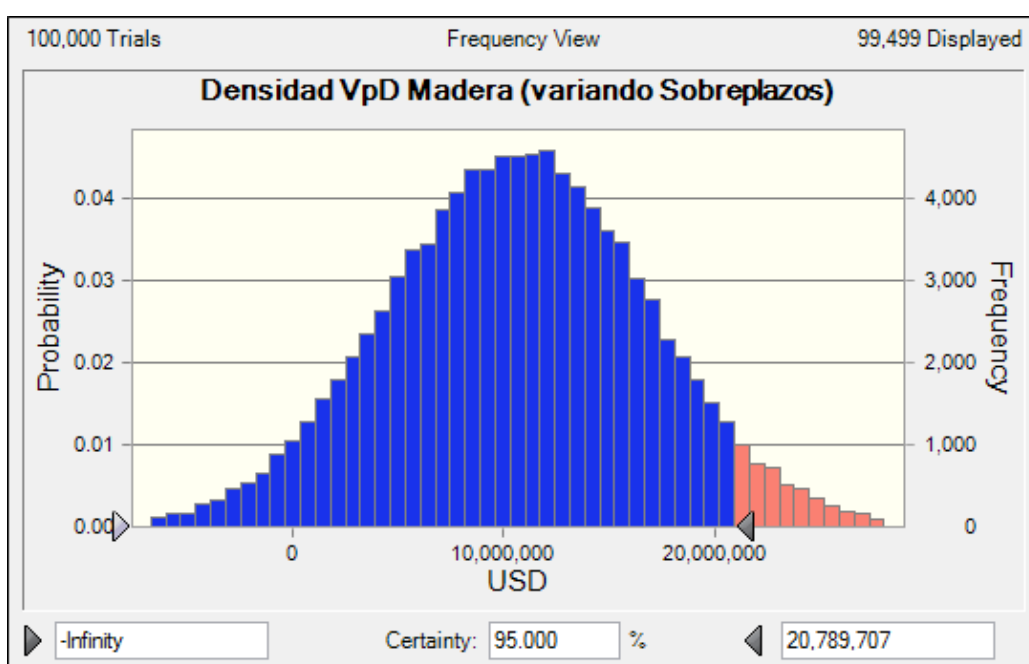
Gráfico 5: Función de densidad simulada del VpD dependiendo del sobrecosto



Fuente: Elaboración propia en base a las 100.000 simulaciones de Monte Carlo tomando la distribución estimada de los sobrecostos.

El mismo cálculo se realizó aplicando la función de densidad estimada de los sobreplazos. En este caso, se obtiene que existe un 95,72% de probabilidad de tener Valor por Dinero positivo y tomando una posición de aversión al riesgo el Valor por Dinero podría pasar a ser de USD 20.789.707 de manifestarse un sobreplazo mayor al valor esperado.

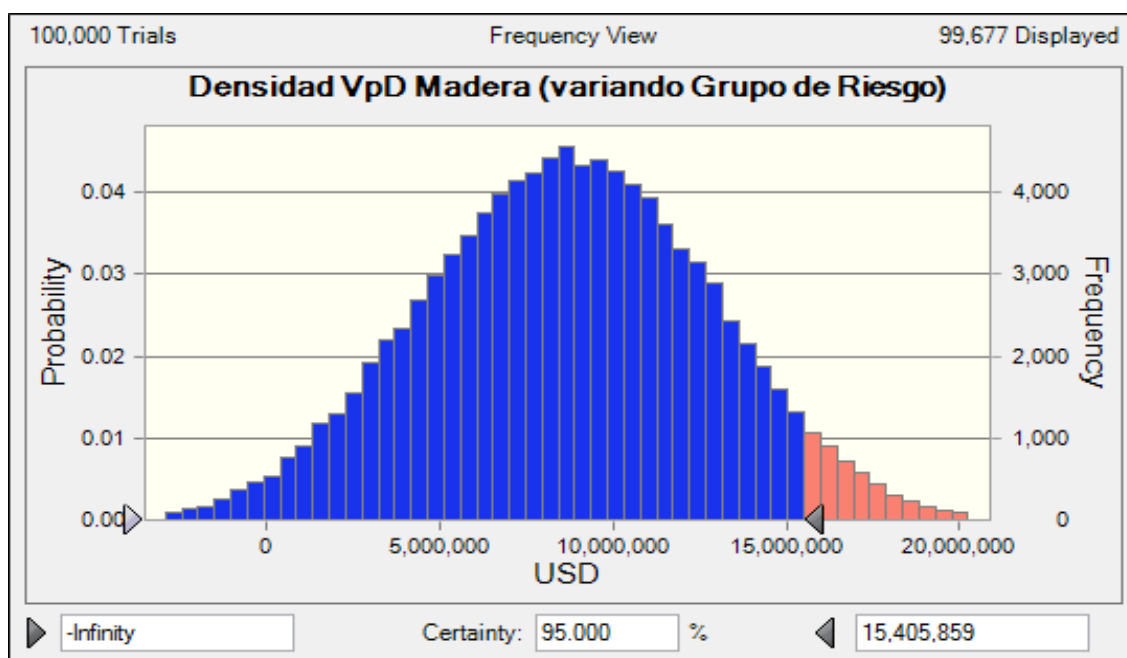
Gráfico 6: Función de densidad simulada del VpD dependiendo del sobreplazo



Fuente: Elaboración propia en base a las 100.000 simulaciones de Monte Carlo tomando la distribución estimada de los sobreplazos.

Finalmente, se consideraron las distribuciones de los nueve grupos de riesgos asignadas por los expertos y se realizaron 100.000 simulaciones de Monte Carlo. De esta manera, se obtuvo que existe una probabilidad de 98,20% de tener Valor por Dinero positivo y en un escenario conservador asumiendo aversión al riesgo, el Valor por Dinero pasaría a USD 15.405.859.

Gráfico 7: Función de densidad simulada del VpD dependiendo de los grupos de riesgo



Fuente: Elaboración propia en base a las 100.000 simulaciones de Monte Carlo tomando la distribución estimada de los grupos de riesgo.

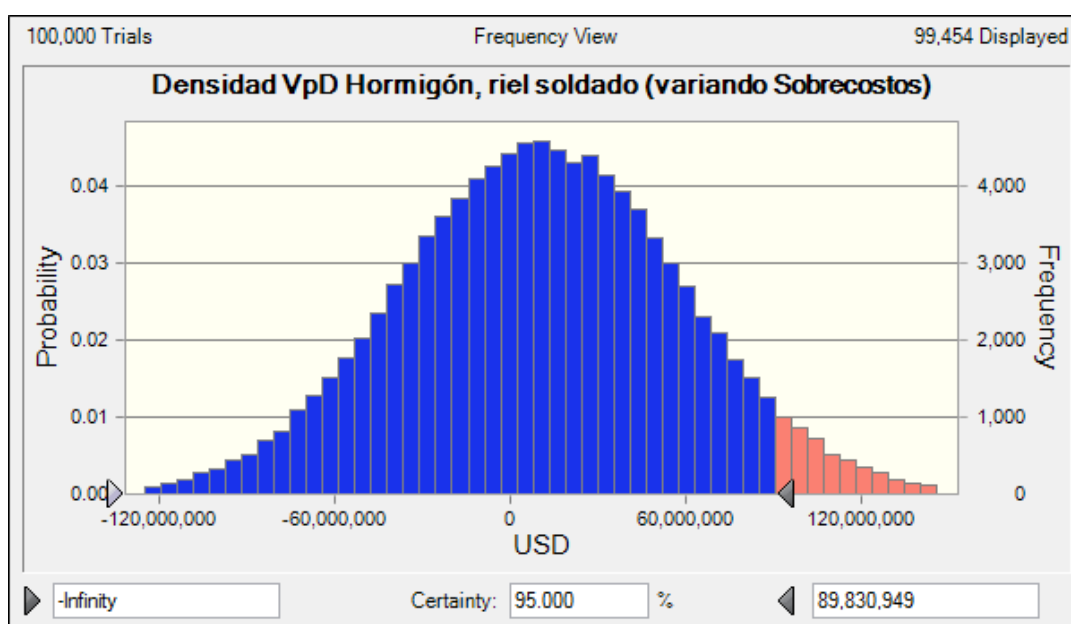
ALTERNATIVA DE HORMIGÓN CON RIEL SOLDADO

La alternativa de hormigón con riel soldado genera un Valor por Dinero de UI 83.781.677 (USD 10.655.572) con un PPD de UI 143.969.989 (USD 18.310.477).

Al igual que en el caso de la madera nueva, se realizaron 100.000 simulaciones de Monte Carlo para obtener la distribución simulada del Valor por Dinero considerando la distribución estimada del sobre costo, del sobreplazo y de los grupos de riesgos evaluados por los expertos.

En el caso de los sobre costos se aprecia que existe una probabilidad de 58,62% de tener Valor por Dinero positivo. Al igual que en la alternativa antes evaluada, se considera que si el Estado es averso al riesgo, en un escenario conservador al 0,95 el Valor por Dinero pasaría de USD 10,6 millones a USD 89,8 millones (ver Gráfico 7)

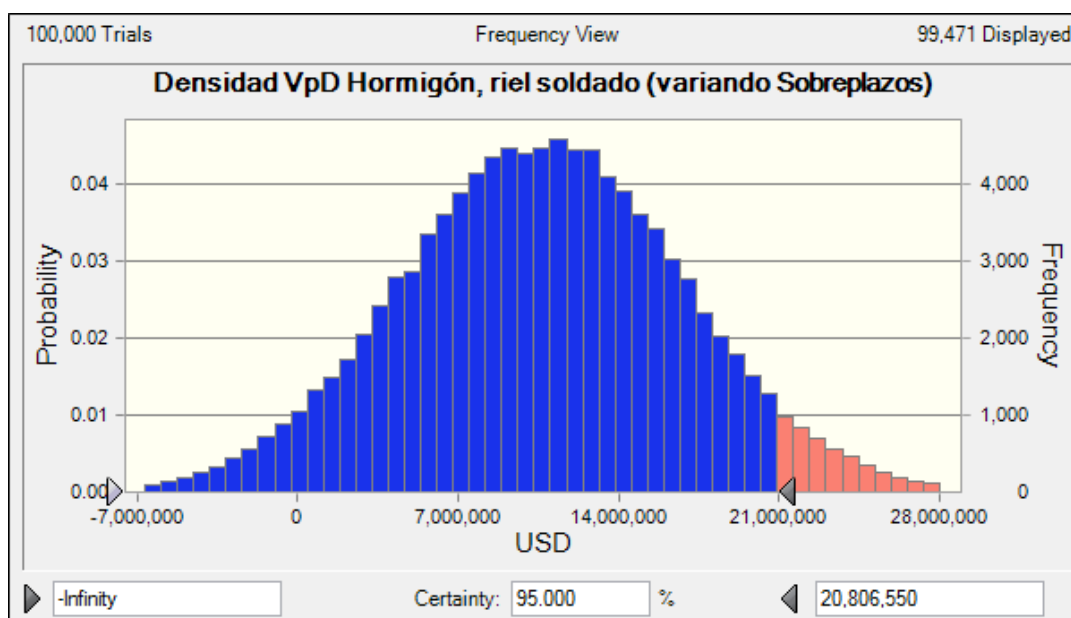
Gráfico 8: Función de densidad simulada del VpD dependiendo del sobrecosto



Fuente: Elaboración propia en base a las 100.000 simulaciones de Monte Carlo tomando la distribución estimada de los sobrecostos.

La estimación de la distribución simulada del Valor por Dinero cuando se consideran los sobreplazos indica una probabilidad de 95,73% de tener Valor por Dinero positivo en el caso del hormigón. Asimismo si se considera aversión al riesgo, el Valor por Dinero podría pasar a ser de USD 20,8 millones en un escenario de aversión al riesgo (ver Gráfico 8).

Gráfico 9: Función de densidad simulada del VpD dependiendo del sobreplazos



Fuente: Elaboración propia en base a las 100.000 simulaciones de Monte Carlo tomando la distribución estimada de los sobreplazos.

Finalmente, cuando se consideran las distribuciones de los nueve grupos de riesgos, la densidad simulada del Valor por Dinero indica una probabilidad de 98,17% de tener Valor por

Dinero positivo. De la misma manera en un escenario de aversión al riesgo el Valor por Dinero podría pasar a USD 15,4 millones.

La Tabla 56 resume los principales indicadores obtenidos de las simulaciones del Valor por Dinero del proyecto ferroviario para las dos alternativas. Como se puede apreciar no existen grandes diferencias entre la evaluación de una u otra alternativa observándose que tanto la alternativa de madera nueva como la de hormigón con riel soldado tiene comportamientos similares.

Se aprecia que si se considera al sobrecosto como una variable aleatoria, éste termina determinando que exista una probabilidad de tener Valor por Dinero positivo de 58,62%. Asimismo, se puede inferir que los indicadores de riesgo señalan una desviación estándar de USD 48,50 millones y un valor en el riesgo (VaR) de USD 105,95 millones en el caso de la madera. Mientras que en el caso del hormigón, la desviación es de USD 48,31 millones y un VaR de USD 89,83 millones.

Cuando se considera al sobreplazo como variable aleatoria se observa que la probabilidad de tener un Valor por Dinero positivo es muy superior al antes indicado llegando al 95,72% en madera y 95,73% en hormigón. De la misma forma se observa que los indicadores de riesgo son menores, la desviación estándar del VpD es de USD 6,19 millones en ambos casos y el VaR es de USD 20,79 millones en el caso de la madera y USD 20,81 millones en el caso del hormigón.

Finalmente, cuando se considera a los nueve grupos de riesgo como variables aleatorias se aprecia que la probabilidad de tener Valor por Dinero positivo es de 98,20% en el caso de la madera y 98,17% en el caso del hormigón. El riesgo medido por la desviación estándar es de USD 4,14 millones en el caso de la madera y USD 4,13 millones en el caso del hormigón. Por otro lado, el valor en el riesgo indica un valor de USD 15,40 millones para la madera y USD 15,37 millones para el hormigón.

Tabla 56: Resumen principales indicadores de las simulaciones del Valor por Dinero

Alternativa: Madera Nueva				
Variable	P(VpD > 0) ^(a)	Media (MM USD)	Desv. Estandar (MM USD)	VaR ^(b) (MM USD)
Sobrecostos	59,17%	10,93	46,32	87,21
Sobreplazos	95,72%	10,66	6,19	20,79
Grupo de riesgos	98,20%	8,65	4,14	15,40
Alternativa: Hormigón con riel soldado				
Variable	P(VpD > 0) ^(a)	Media (MM USD)	Desv. Estandar (MM USD)	VaR ^(b) (MM USD)
Sobrecostos	58,62%	10,48	48,31	89,83
Sobreplazos	95,73%	10,66	6,19	20,81
Grupo de riesgos	98,17%	8,65	4,13	15,37

Fuente: Elaboración propia en base a las estimaciones y cálculos realizado aplicando el programa Crystal Ball. (a) Indica la probabilidad de que el Valor por Dinero sea positivo. (b) Valor en el Riesgo (Value at Risk) indicador de riesgo correspondiente al valor a partir del cual existe una probabilidad de 5% de tener valores mayores.

De esta forma se puede concluir que en todos los casos existe una alta probabilidad de tener Valor por Dinero que varía entre el 58,62% y el 98,20%, asimismo el valor en el riesgo indica que para un agente averso al riesgo el Valor por Dinero puede ser mayor variando entre USD 15,37 millones y USD 105,95 millones. Por otro lado, observando los indicadores de riesgo (desviación estándar y Valor por Dinero) se aprecia que el impacto del sobre costo sobre el Valor por Dinero es el mayor de los tres en cuanto a variabilidad.

9 CONCLUSIONES

A partir de los datos obtenidos se construyó un comparador público privado a efectos de valorar si la construcción y mantenimiento de la infraestructura ferroviaria del tramo Algorta - Fray Bentos bajo la modalidad de Contrato de Participación Público Privada (PPP), genera Valor por Dinero para la sociedad. Para ello se compararon los costos ajustados por riesgos de las 6 alternativas técnicas de ejecución mediante dos modalidades, total en manos del Estado (Proyecto Público de Referencia) y la alternativa PPP. Se concluye contundentemente que la modalidad de ejecución PPP genera Valor por Dinero. Es decir, se hace un uso más eficiente de los recursos públicos si se elige esta vía en oposición a la modalidad de ejecución pública tradicional.

Para obtener los cálculos de ambas alternativas fue necesario valorar los costos asociados a riesgos de sobre costo y sobreplazo. Para esta tarea se recurrió a literatura internacional en la materia debido a la ausencia de datos históricos sistematizados para Uruguay en el caso de obras en vías férreas, obteniendo un sobre costo de 40,5% con un desvío estándar de 38%. Por su parte el sobreplazo, solamente se estimó para las obras de construcción, siendo de 90% con un desvío estándar de 58,4%. A su vez se realizó una serie de entrevistas a expertos tanto en materia de obras como de operaciones ferroviarias nacionales y extranjeros para la identificación de causas de sobre costos y sobreplazos.

Se realizó una distribución de las causas de sobre costos y sobreplazos, obteniendo las magnitudes necesarias para cuantificar el riesgo transferido y el riesgo retenido.

Con estos parámetros definidos, y con los montos estimados en el Estudio de Factibilidad para los costos de inversiones iniciales y costos de operación y mantenimiento, se calculó el costo total del proyecto (30 años) ajustado por riesgos para las dos modalidades de ejecución, alternativa 100% pública (PPR) y alternativa Participación Público Privado (PPP).

El costo, en valor presente, del PPR se estimó en USD 269.514.246 en la alternativa de durmientes de madera nueva y de USD 281.962.011 en la alternativa de durmientes de hormigón con riel soldado. Asimismo, el costo, en valor presente, de la modalidad PPP dio un total de USD 258.664.745 y USD 271.306.440 en las respectivas alternativas.

La diferencia de ambos costos, que da un total de USD 10.849.501 en la alternativa de durmientes de madera nueva y de USD 10.655.572 en la alternativa de hormigón con riel soldado es el “Valor por Dinero” que se genera al elegir la opción del Contrato Público Privado, en oposición a la modalidad de ejecución Pública tradicional.

El Valor por Dinero generado justifica realizar el proyecto a través de la modalidad PPP, el fundamento principal es que el Estado, al elegir esta vía, transfiere una gran cantidad de riesgos a manos del operador privado. La lógica subyacente es que el Estado se queda con los riesgos que puede administrar más eficientemente, dadas su capacidad y dotación, y transfiere al privado los riesgos que éste puede administrar mejor, dado su expertise. La cuantificación monetaria del valor del riesgo que se transfiere con el contrato se estimó en USD 64.663.704 en la alternativa de durmientes de madera nueva y de USD 67.500.227 en la alternativa de

durmientes de hormigón con riel soldado. Por su parte el riesgo que retiene el Estado se estimó en USD 25.291.865 y USD 26.413.627 en las respectivas alternativas.

La distribución de probabilidad del Valor por Dinero nos muestra que en promedio el mismo es de USD 10.849.501 en la alternativa de madera nueva y de USD 10.655.572 en la alternativa de durmientes de hormigón con riel soldado. En esta situación se estaría asumiendo una posición ante el riesgo de sobrecostos y sobreplazo neutral

Dado que el Estado es un administrador de recursos públicos, asumimos que es averso al riesgo, por lo que ejecutar este proyecto por la alternativa PPP genera para la sociedad un Valor por Dinero cercano al determinado por el percentil 0.95, es decir, en torno a USD 87 millones en la alternativa de durmientes de madera nueva y de USD 89,8 millones en hormigón con riel soldado si distribuimos el nivel de sobrecostos estimado. La explicación radica en que un agente más averso al riesgo espera sobrecostos y sobreplazos mayores a los promedio, por lo que la parte de este riesgo que es transferido es mayor, ahorrando mayores recursos con la transferencia de riesgo posibilitada por elegir la alternativa PPP.

BIBLIOGRAFIA

- Arndt, R. H. (1998).** *Risk allocation in the Melbourne City Link Project.* Journal of Project Finance, vol. 4, no.3, pp. 11-24
- Arvan, L., & Leite, A. P. (1990).** *Cost overruns in long term projects.* International Journal of Industrial Organization, 8(3), 443-467.
- Assaf, S. A., & Al-Hejji, S. (2006).** *Causes of delay in large construction projects.* International journal of project management, 24(4), 349-357.
- Auditor General of Sweden (1994).** *Riksrevisionsverket. Infrastrukurinvestingar: En Kostnadsjämförelse Mellan Poan of Utyfall i 15 Storre Prosjekt InnomVagverket of Banverket RVV 23.*
- Australian Government (2008).** *National Public Private Partnership Guidelines.* Volume 4: Public Sector Comparator Guidance.
- Bromilow, F. J. (1969).** *Contract time performance expectations and the reality.* In Building Forum (Vol. 1, No. 3, pp. 70-80). Spon Press.
- Bruzelius, N., Flyvbjerg, B., & Rothengatter, W. (2002).** *Big decisions, big risks. Improving accountability in mega projects.* Transport Policy, 9(2), 143-154.
- Castella, T., & Westcott, K., (2013).** *HS2: 20 reasons why it can take 20 years to build a railway.* BBC News Magazine. <http://www.bbc.com/news/magazine-21231044>
- Cantarelli, C. C., Flyvbjerg, B., Molin, E. J. E., & Wee, B. (2010).** *Cost Overruns in Large-scale Transportation Infrastructure Projects: Explanations and Their Theoretical Embeddedness.* European Journal of Transport and Infrastructure, 10, 1.
- Carpintero, S., & Petersen, O. H. (2014).** *PPP projects in transport: evidence from light rail projects in Spain.* Public Money & Management, 34(1), 43-50.
- Cooper, D. F., Grey, S., Raymond, G., Walker, P. (2005).** *Project Risk Management Guidelines: Managing Risk in Large Projects and Complex Procurements.* John Wiley & Sons Ltd, West Sussex.
- Coulson, A. (2008).** *Value for money in PFI Proposals: a commentary on the 2004 UK Treasury Guidelines for Public Sector Comparators.* Institute of Local Government Studies, University of Birmingham.
- Dantata, N. A., Touran, A., & Schneck, D. C. (2006).** *Trends in US rail transit project cost overrun.* Transportation Research Board.
- Dehornoy, J. (2012).** *PPPs in the rail sector-A review of 27 projects.* Working Paper.
- El-Sayegh, S. M. (2008).** *Risk assessment and allocation in the UAE construction industry.* International Journal of Project Management, 26(4), 431-438.

Flyvbjerg, B., Holm, M. S., & Buhl, S. (2002). *Underestimating costs in public works projects: Error or lie?* Journal of the American planning association, 68(3), 279-295.

Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M. K., & Buhl, S. L. (2003). *How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects?* Transport Reviews, 23(1), 71-88.

Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M. K., & Buhl, S. L. (2004). *What causes cost overrun in transport infrastructure projects?* Transport reviews, 24(1), 3-18.

Fouracre, P. R., Allport, R. J., & Thomson, J. M. (1990). *The performance and impact of rail mass transit in developing countries* (No. 78).

Ganuza, J.J. (2007). *Competition and Cost Overruns in Procurement.* The Journal of Industrial Economics, 55 (4), 633-660.

Gaspar, V., & Leite, A. P. (1990). *Selection bias induced cost overruns.* Information Economics and Policy, 4(2), 175-187.

Grimsey, D., & Lewis, M. K. (2002). *Evaluating the risks of public private partnerships for infrastructure projects.* International Journal of Project Management, 20(2), 107-118.

Grimsey, D., & Lewis, M. (2004). *Public private partnerships: The worldwide revolution in infrastructure provision and project finance.* Edward Elgar Publishing.

Hall, P. G. (1982). *Great planning disasters.* (Vol. 1). Univ of California Press.

Higton, N., Clark, S. L. (2005), "Using PPP's to deliver successful rail projects", *In Proceedings of the Conference on Public Private Partnerships—Opportunities and Challenges*, pp. 51-60

Hwang, B. G., Zhao, X., y Gay, M. J. S. (2013). *Public private partnership projects in Singapore: Factors, critical risks and preferred risk allocation from the perspective of contractors.* International Journal of Project Management, 31(3), 424-433.

Kain, J. F. (1990). *Deception in Dallas: Strategic misrepresentation in rail transit promotion and evaluation.* Journal of the American Planning Association, 56(2), 184-196.

Kaliba, C., Muya, M., y Mumba, K. (2009). *Cost escalation and schedule delays in road construction projects in Zambia.* International Journal of Project Management, 27(5), 522-531.

Kahneman, D., y Tversky, A. (1979). *Timid choices and bold forecasts: A cognitive perspective on risk taking.* Management science, 25(1), 17-31.

Ke, Y., Wang, S., Chan, A. P., & Lam, P. T. (2010). *Preferred risk allocation in China's public-private partnership (PPP) projects.* International Journal of Project Management, 28(5), 482-492.

KPMG (2013). *Study on project schedule and cost overruns: Expedite infrastructure project.* KPMG-PMI

Lee, J. K. (2008). *Cost overrun and cause in Korean social overhead capital projects: Roads, rails, airports, and ports.* Journal of Urban Planning and Development, 134(2), 59-62.

- Li, B., Akintoye, A., y Hardcastle, C. (2001).** *VFM and risk allocation models in construction PPP projects*. School of Built and Natural Environment, Glasgow Caledonian University, Glasgow G4 0BA, Working Paper for Ph. D. Study.
- Li, B., Akintoye, A., Edwards, P. J., & Hardcastle, C. (2005).** *The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK*. International Journal of project management, 23(1), 25-35.
- Mackie, P., y Preston, J. (1998).** *Twenty-one sources of error and bias in transport project appraisal*. Transport policy, 5(1), 1-7.
- Mansfield, N. R., Ugwu, O. O., y Doran, T. (1994).** *Causes of delay and cost overruns in Nigerian construction projects*. International Journal of Project Management, 12(4), 254-260.
- Marques, R. C., & Berg, S. (2010).** *Revisiting the strengths and limitations of regulatory contracts in infrastructure industries*. Journal of Infrastructure Systems, 16(4), 334-342.
- Marques, R. C., & Berg, S. (2011).** *Risks, contracts, and private-sector participation in infrastructure*. Journal of construction engineering and management, 137(11), 925-932.
- Merewitz, L. (1972).** *Cost overruns in public works* (No. 114). Institute of Urban & Regional Development, University of California.
- Morris, P. W., y Hough, G. H. (1987).** *The anatomy of major projects: A study of the reality of project management*.
- Morris, S. (1990).** *Cost and time overruns in public sector projects*. Economic and political weekly, vol 25(47), 154-168.
- Murphy, T. (2008).** *The case for public - private partnerships in infrastructure*. Canadian Public Administration, Vol. 51, no. 1, pp.99 – 126.
- NTSA (2004).** *PPP Manual, Module 4: PPP Feasibility Study*. National Treasury, Southafrica.
- Nijkamp, P., y Ubbels, B. (1999).** *How Reliable are Estimates of Infrastructure Costs? A Comparative Analysis*. International Journal of Transport Economics, Vol. 26, No. 1, pp. 23-53.
- Ng, A., y Loosemore, M. (2007).** *Risk allocation in the private provision of public infrastructure*. International Journal of Project Management, 25(1), 66-76.
- Odeck, J. (2004).** *Cost overruns in road construction—what are their sizes and determinants?* Transport Policy, 11(1), 43-53.
- PER (2007).** *Public Private Partnership. Value for Money and the Public Private Partnership. Procurement Process*. <http://ppp.gov.ie>
- Pickrell, D.H. (1989).** *Urban rail transit projects: forecast versus actual ridership and costs*. Final Report (No. UMTA-MA-08-9021-89-1).
- Pickrell, D. H. (1992).** *A desire named streetcar fantasy and fact in rail transit planning*. Journal of the American Planning Association, 58(2), 158-176.

Priemus, H., Flyvbjerg, B., y van Wee, B. (Eds.) (2008). *Decision-making on mega-projects: cost-benefit analysis, planning and innovation*. Edward Elgar Publishing.

Roumboutsos, A. y Anagnostopoulos, K.P. (2008). *Public-private partnership projects in Greece: Risk ranking and preferred risk allocation*. *Construction Management and Economics*, 26(7): 751–763.

Rozas, P., Bonifaz, J. L., y Guerra-García, G. (2012). *El financiamiento de la infraestructura: Propuestas para el desarrollo sostenible de una política sectorial*. CEPAL.

Santoso, D., Joewono, T.B., Wibowo, A., Sinaga, H.P., y Santosa, W. (2012). *Public-Private Partnerships for Tollway Construction and Operation: Risk Assessment and Allocation from the Perspective of Investors*. Penerbit Universiti Sains Malaysia.

Shen, L. Y., Platten, A., y Deng, X. P. (2006). *Role of public private partnerships to manage risks in public sector projects in Hong Kong*. *International Journal of Project Management*, 24(7), 587-594

Singh, R. (2010). *Delays and cost overruns in infrastructure projects: extent, causes and remedies*. *Economic and Political Weekly*, 45(21), 43-54.

Skamris, M.K., y Flyvbjerg, B. (1997). *Inaccuracy of Traffic Forecasts and Cost Estimates on Large Transport Projects*. *Transport Policy*, 4(3), 141-146.

Torres Villalobos, P.E. (2013). *La distribución de riesgos en el contrato de concesión de infraestructura de transporte–sector vial-como consecuencia de la expedición de la Ley 1150 de 2007-años 2009 y 2010*. Doctoral dissertation, Universidad del Rosario.

Vassallo, J.M., Gallego, J. (2005). *Risk sharing in the new public works concession law in Spain*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1932(1), 1-8.

Vassallo, J. M., Ortega, A., & de los Ángeles Baeza, M. (2012). *Risk Allocation in Toll Highway Concessions in Spain*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2297(1), 80-87.

VDTF (2001). *Partnerships Victoria: Practitioners' Guide*. Department of Treasury and Finance, The Secretary Department of Treasury and Finance.

Wachs, M. (1987). *Forecasts in urban transportation planning: uses, methods and dilemmas*. *Climatic Change*, 11(1-2), 61-80.

Wachs, M., (1989). *When Planners Lie with Numbers*. *Journal of the American Planning Association*, 55 (4), 476-479.

ANEXO I Metodología aplicada en la realización de entrevistas a expertos ferroviarios.

En este anexo se presenta la metodología aplicada en las entrevistas realizadas a los 11 expertos ferroviarios en el presente estudio.

Como fue mencionado anteriormente, debido a la casi nula disponibilidad de información histórica y que ésta no resulta adecuada a efectos de inferir los valores de sobrecostos y sobreplazos en la obra pública tradicional es que se llevaron a cabo una serie de entrevistas con expertos para valorar sobrecostos, sobreplazos y cuantificar riesgos. El principio central es rescatar las opiniones de un conjunto de expertos en planificación, supervisión y ejecución de obras ferroviarias, con el objetivo de discutir sobre la existencia de sobrecostos y sobreplazos, identificar y jerarquizar las causas y aproximar sus valores en obras ferroviarias en Uruguay.

Ficha técnica

Diseño de la investigación	Estudio exploratorio
Técnica de recopilación de información	Entrevistas individuales a expertos mediante cuestionario semi-estructurado.
Objetivo perseguido con la realización de las entrevistas	Discutir sin restricciones sobre la existencia de sobrecostos y sobreplazos, identificar y jerarquizar sus causas y riesgos además de aproximar sus valores para obras ferroviarias ejecutadas en Uruguay
Número de entrevistados	11 expertos
Selección de participantes	Ingenieros especializados o relacionados al área ferroviaria provenientes del sector público, empresas privadas, consultores independientes y de la UdelaR.
Duración aproximada	Las entrevistas contaron con una media de 64 minutos de duración con un máximo de 120 y un mínimo 40.
Fechas	Las entrevistas tuvieron lugar entre el 28 de agosto y el 8 de octubre de 2014 inclusive.
Lugar	CND y Facultad de Ingeniería de la UdelaR, Montevideo, Uruguay

Detalle de entrevistados

Las entrevistas se realizaron a 11 expertos tanto de empresas privadas, sector público y consultores individuales y de la academia.

Los expertos cuentan con experiencia suficiente y comprobada en la materia bajo análisis y cumplen con al menos uno de los siguientes requisitos:

- Conocer en general los aspectos del proyecto a evaluar.
- Conocer con alto grado de detalle algún aspecto específico de este tipo de proyectos.
- Tener experiencia, o haber participado en anteriores procesos de análisis de proyectos en los que participó el sector público y privado, o proyectos impulsados por el sector público de alto impacto, habiéndose estos implementados o no.
- Tener un cargo público que le permita tomar decisiones para el desarrollo del sector y que incumba a los proyectos.

Lista de entrevistados

	Nombre	Profesión	Cargo	Organización
1	Hugo Duro		Técnico	Corporación Ferroviaria del Uruguay
2	Fernando Scolieri	Ingeniero	Gerente de Proyecto	Corporación Ferroviaria del Uruguay
3	Christian De Marchis	Lic. En Administración	Asistente Técnico	Servicios Logísticos Ferroviarios (SELF)
4	Elías Rubinstein	Ingeniero	Experto en modelación de demanda en proyectos de infraestructura	Consultor
5	Carlos León	Ingeniero	Gerente Infraestructura	Administración de Ferrocarriles del Estado (AFE)
6	Daniel Fiori		Jefe de Vía	Corredores Ferroviarios S.A. (Buenos Aires, Argentina)
7	Juan Pablo Martinez	Ingeniero	Ingeniero consultora ACYA y ex Director de la Escuela Ferroviaria de la UBA (Argentina)	AC&A Ingenieros Economistas Planificadores (Argentina)
8	Atilio Morquio	Ingeniero	Especialista en ingeniería de estructuras	Profesor de la Facultad de Ingeniería, instituto de estructuras y transporte
9	Gustavo Tettamanti	Ingeniero	Especialista en infraestructura y logística ferroviaria	Consultor
10	Diego Gagliardi	Ingeniero	Consultor	DINAPLO-MTOP
11	Jorge Rodríguez	Ingeniero		MTOP

Procedimiento

- En primer término el equipo entrevistador presentó al entrevistado, los objetivos de la sesión y la información que se pretendía obtener.
- En segundo término el entrevistador explicó la dinámica a seguir.
- El entrevistador dio inicio al primer cuestionario donde se consultó sobre la existencia de sobrecostos y sobreplazos en obras ferroviarias en general y por tipología de obra solicitando casos concretos o justificaciones del fenómeno.
- Posteriormente el entrevistador consultó el segundo cuestionario que tuvo como objetivo la identificación de riesgos. Este cuestionario comenzó con una clasificación general de 9 grupos de riesgos definidos previamente para luego profundizar en los grupos considerados de mayor probabilidad e impacto.

A los efectos de que los entrevistados pudieran evaluar el impacto y probabilidad de ocurrencia de cada uno de los 9 conjuntos de riesgos ambas variables fueron tabuladas de la siguiente manera:

- Impacto:** La valoración cualitativa del impacto asigna un rango de opciones no superpuestas que incluyen todas las consecuencias posibles del riesgo. Las definiciones de estas categorías expresan de la siguiente manera:

Definición y criterios del impacto en el proyecto del riesgo/causa		
Consecuencia del Impacto	Impacto	Criterio
Crítico (C)	Mayor o igual al 60%	Impacto que podría llevar a la cancelación del proyecto dado que produce alteraciones de las principales variables de costo y plazo muy por sobre lo esperado
Severo (S)	Menor al 60%	Cualquier impacto que coloque en peligro el objetivo del proyecto o que puedan llevar a un impacto significativo en el largo plazo.
Moderado (Mo)	Menor al 40%	Cualquier impacto que causaría un cambio en la planificación de manera importante o que podría conducir a un efecto notable e inoportuno para el proyecto.
Mínimo (Mi)	Menor al 10%	Cualquier impacto que puede ser tratado al interior del equipo de proyecto y que tendría un efecto manejable en el largo plazo.
Despreciable (D)	Menor al 5%	Cualquier impacto que afecta de manera insignificante sobre el ciclo de vida del proyecto y sus principales variables de costo y plazo.

- Probabilidad de Ocurrencia:** Se entenderá como la probabilidad de ocurrencia a la probabilidad que un riesgo ocurra durante todo el ciclo de vida del proyecto. La probabilidad de cualquier riesgo específico, toma valores entre cero (sin posibilidad de ocurrencia) y uno (ocurre inevitablemente). La evaluación de los riesgos por medio de

métodos cualitativos divide las opciones en rangos de probabilidad y requiere de una asignación dentro de los rangos definidos. La evaluación cuantitativa del riesgo asigna una fracción específica entre cero y uno (entre cero y 100 por ciento), tal como se describe a continuación:

Definición y criterios de la probabilidad de ocurrencia		
Probabilidad de ocurrencia	Probabilidad	Descripción
Muy Alto (MA)	Mayor o igual al 80%	Es muy probable que el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Alto (A)	Menor al 80%	Probablemente el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Moderado (M)	Menor al 50%	Puede o no ocurrir el riesgo/causa durante el ciclo de vida del proyecto.
Bajo (B)	Menor al 20%	Es improbable que el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Muy Bajo (MB)	Menor al 5%	Es muy poco probable que ocurra el riesgo/causa durante el ciclo de vida del proyecto.

Completado este formulario, se inició la fase de identificación de causas de riesgos de sobrecostos y sobreplazos. Se brindó al entrevistado la lista de causas identificadas para cada grupo de riesgo manteniendo el interés en los grupos de riesgos considerados relevantes por su probabilidad e impacto en la etapa anterior.

CUESTIONARIO 1

PROYECTO: FERROVIARIO ALGORTA – FRAY BENTOS

ESTUDIO: VALOR POR DINERO

PRODUCTO: ENTREVISTAS A EXPERTOS (SOBRECOSTOS Y SOBREPLAZOS)

1. De acuerdo con su experiencia, ¿Existen “EN PROMEDIO” **sobrecostos** en las obras de infraestructura ferroviaria realizadas en Uruguay?

Se entiende por Sobrecosto la diferencia entre el costo real de la obra luego de finalizada menos el costo estimado de la obra en la etapa de planificación (previa al diseño del proyecto).

SI	
NO	
NS/NC	

Observaciones

En caso de que la respuesta sea negativa:

- a) Mencione ejemplos donde el costo final de la obra fue menor al costo estimado previo al diseño del proyecto.

- b) Explique cuáles cree que son las razones para la existencia de este fenómeno.

2. En su opinión ¿existen diferencias entre los **sobrecostos** observados según el tipo de programa de obra de acuerdo con su experiencia?

Tipo de obra	SI	NO	NS/NC	% Mínimo	% Esperado	% Máximo
Rehabilitación mayor de ramales inactivos						
Construcción de línea férrea inexistente						
Construcción de estaciones de pasajeros y acopio						
Rehabilitación de ramales activos						

Observaciones

3. De acuerdo con su experiencia, ¿Existen “EN PROMEDIO” **sobreplazos** en las obras de infraestructura ferroviaria realizadas en Uruguay?

Se entiende por Sobreplazo la diferencia entre el tiempo de ejecución real de la obra luego de finalizada (recepción provisoria) menos el tiempo estimado de la obra definido en el momento de realizar el diseño ejecutivo.

SI	
NO	
NS/NC	

Observaciones

En caso de que la respuesta sea negativa:

- c) Mencione ejemplos donde la obra finalizó dentro del tiempo estimado en el diseño del proyecto.
- d) Explique cuáles cree que son las razones para la existencia de este fenómeno.

4. En su opinión ¿existen diferencias entre los **sobreplazos** observados según el tipo de programa de obra de acuerdo con su experiencia?

Tipo de obra	SI	NO	NS/NC	% Mínimo	% Esperado	% Máximo
Rehabilitación mayor de ramales inactivos						
Construcción de línea férrea inexistente						
Construcción de estaciones de pasajeros y acopio						
Rehabilitación de ramales activos						

Observaciones

CUESTIONARIO 2

PROYECTO: PROYECTO FERROVIARIO ALGORTA – FRAY BENTOS

ESTUDIO: VALOR POR DINERO

PRODUCTO: ENTREVISTAS A EXPERTOS (CAUSAS DE RIESGOS)

Defina a su leal saber y entender cuáles de estos grupos de riesgos son los que tienen mayor probabilidad de ocurrencia e impacto en un proyecto de rehabilitación mayor de líneas existentes pero inactivas de acuerdo a los siguientes criterios.

Tabla 57: Definición y criterios del impacto en el proyecto

Consecuencia del impacto	Impacto	Criterio
Crítico (C)	Mayor o igual a 60%	Impacto que podría llevar a la cancelación del proyecto dado que produce alteraciones de las principales variables de costo y plazo muy por sobre el esperado.
Severo (S)	Menor a 60%	Cualquier impacto que coloque en peligro el objetivo del proyecto o que puedan llevar a un impacto significativo en el largo plazo.
Moderado (Mo)	Menor a 40%	Cualquier impacto que causaría un cambio en la planificación de manera importante o que podría conducir a un efecto notable e inoportuno para el proyecto.
Mínimo (Mi)	Menor a 10%	Cualquier impacto que puede ser tratado al interior del equipo de proyecto y que tendría un efecto manejable en el largo plazo.
Despreciable (D)	Menor a 5%	Cualquier impacto que afecta de manera insignificante sobre el ciclo de vida del proyecto y sus principales variables de costo y plazo.

Tabla 58: Definición y criterios de la probabilidad de ocurrencia

Probabilidad de ocurrencia	Probabilidad	Descripción
Muy alto (MA)	100% - 81%	Es muy probable que el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Alto (A)	80% - 51%	Probablemente el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Moderado (M)	50% - 21%	Puede o no ocurrir el riesgo/causa durante el ciclo de vida del proyecto.
Bajo (B)	20% - 6%	Es improbable que el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Muy bajo (MB)	5% - 0%	Es muy poco probable que el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.

Tabla 59: Grupos de causales de riesgos relevantes

Grupo de riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Impacto	Observaciones
Riesgos de terreno y área			
Riesgos de diseño			
Riesgos de construcción			
Riesgos financieros			
Riesgos de contratante			
Riesgos políticos			
Riesgos de mercado			
Riesgo de demanda			
Riesgos de fuerza mayor			

Luego de identificados los grupos con mayor probabilidad de ocurrencia e impacto se entregan al entrevistado el listado de causas que integran ese grupo.

El objetivo es que el entrevistado identifique bajo los mismos criterios las causas que tienen mayor probabilidad de ocurrencia e impacto pero en una interacción más espontánea con la posibilidad del entrevistado de redefinir, agregar o quitar causas en la medida que lo considere conveniente.

ANEXO II Datos de sobrecostos y sobreplazos en obras ferroviarias

Tabla 60: Sobrecostos y sobreplazos en obras ferroviarias – Proyecto Banco Mundial

Nombre Proyecto	Descripción	% Sobrecosto (U\$S)	% Sobreplazo
L46480 - CHINA ⁽¹⁾	Double -tracking and upgrading	22,46%	-
L2678 - CHINA ⁽¹⁾	Chongqing Line	28,13%	114,06%
	Yingtian Line	58,53%	67,61%
	Xi'an Factory	7,40%	79,24%
L2968 - CHINA ⁽¹⁾	Yueshan Line	93,02%	22,22%
	Fifth Railway-Permanent Way	31,71%	-
	Fifth Railway-Zhegan Line	89,75%	-
	Fifth Railway-Xuzhou Terminal	12,13%	-
L2540 - CHINA ⁽¹⁾	Zhengzhou Line	23,45%	-
L733 - ARGENTINA ⁽¹⁾	Track	25,21%	65%
L2336 - YUGOSLAVIA ⁽¹⁾	Track Overhaul	3,69%	-
L3060 - MONGOLIA ⁽¹⁾	Base Costs	13,17%	-
L1228 - CONGO ⁽¹⁾	Total Project Cost	11,70%	-
C713 - MALI ⁽¹⁾	Bridge Repair & Reinforcement	3,08%	-

Fuente: Elaborado en base a los proyectos de terminación del Banco Mundial

Tabla 61: Sobrecostos y sobreplazos en obra ferroviarias en Estados Unidos

	Nombre Proyecto	Descripción	% Sobrecosto (U\$S)	Años Sobreplazo
Projects Complete d after 1994	Miami	Omni & Brickell Ext	3,07%	160%
	Atlanta	North Line Ext	7,55%	125%
	Baltimore	Ext to Johns Hopkins	12,52%	550%*
	Boston	Old Colony Rehabilitation	26,40%	87,50%
	Los Angeles	Blue Line	56,33%	300%
	San Juan	Tren Urbano	133,16%	69,23%
	San Francisco	Airport Ext.	20,99%	110%
	San Francisco	Colma BART Station	59,90%	133%
	Baltimore	BWI, Hunt Valley, Penn Station Ext.	41,91%	87,50%
	Dallas	South Oak Cliff	10,63%	75%
	Denver	Southwest	18,80%	38,46%
	Northern NJ	Hudson-Bergen MOS-1	78,39%	72,72%
	Minneapolis	Hiawatha Corridor	48,94%	633%*
	Salt Lake City	I-15/State Street	-2,32%	240%
	San Jose	Tasman West	-27,92%	66,67%
	St. Clair Co.	MetroLink Ext.	-7,74%	46,15%
Pickrell's 1990	Miami	DPM Starter Line	108,33%	100%
	Detroit	Central Automated Transit	49,31%	100%

	Nombre Proyecto	Descripción	% Sobrecosto (U\$S)	Años Sobreplazo
Report	Washington	Metro	83,09%	100%
	Atlanta	Metropolitan Atlanta HRT	57,86%	120%
	Baltimore	Phase I Rapid Transit	60,32%	80%
	Miami	Dade County HRT	33,04%	20%
	Buffalo	Minimum LR Rapid Transit	51,05%	75%
	Pittsburgh	South Hills Reconstruction	-11,02%	75%
	Portland	Banfield Line	54,65%	25%
	Sacramento	Starter Line	13,94%	33,33%

Fuente: Trends in U.S. Rail Transit Project Cost Overrun. * Estos valores se alejan de una distribución normal en el caso de los sobreplazos.

Tabla 62: Sobrecostos y sobreplazos en varios proyectos en dólares

Nombre Proyecto	Descripción	% Sobrecosto	% Sobreplazo
India ⁽¹⁾	Railways	164,21%	76,03
Boston-Washington-New York, USA ⁽²⁾	Railway	130%	
Karlsruhe-Bretten, Germany ⁽²⁾	Light Railway	80%	
Paris-Auber-Nanterre, France ⁽²⁾	Railway	60%	
Riksrevisionsverket/1994 ⁽³⁾	Sweden (7 rails)	17%	
Flyvbjerg, Holm & Buhl/2002,2003 and Priemus, Flyvbjerg & Wee/2008 ⁽³⁾	20 countries on 5 continents (58 rails)	44,70%	
Lee J.K/2008 ⁽³⁾	South Korea (16 rail)	48%	
Singh/2009 ⁽³⁾	India (122 railway)	94,84%	118,08
RGL Forensics, Faber Maunsell/Aecom and Frontiers Economics/2010 ⁽³⁾	Europe (19 rails)	26,90%	
Swedish transport projects ⁽³⁾	Rail (65)	21,10%	
Australia (4)	Rail (4)	20%	10
SIKA/2002 ⁽⁵⁾	Sweden Rail	14%	
Chevroulet, Reynaud/2010 ⁽⁵⁾	Europe (6 high speed rail projects)	51%	
Riksrevisionen/2010,2011 ⁽⁵⁾	Sweden (28 rails)	55%	
Cantarelli et al./2012 ⁽⁶⁾	NW Europe (64 rails)	27,10%	
Cantarelli et al./2012 ⁽⁶⁾	Netherlands (26 rails)	10,60%	

Fuente: Elaboración propia

(1) Cost and time overruns in public sector projects

(2) Cost Overruns in Large Infrastructure Projects

(3) Cost overruns in Swedish transport projects

(4) Delivering Large Scale Capital Projects in the Infrastructure Sector - A Baseline of Performance in Australia

(5) Cost Overruns in Transport Projects -Experience from Sweden

(6) Construction Risk in Infrastructure Project Finance

Tabla 63: Resumen evidencia empírica de sobrecostos y sobreplazos en obras ferroviarias a nivel internacional.

Autor/ Año Publicación	Región	% Sobrecosto	% Sobreplazo
Banco Mundial (2008)	China	22,46%	
Banco Mundial (1996)	China	28,13%	114,06%
Banco Mundial (1996)	China	58,53%	67,61%
Banco Mundial (1996)	China	7,40%	79,24%
Banco Mundial (1999)	China	93,02%	22,22%
Banco Mundial (1999)	China	31,71%	
Banco Mundial (1999)	China	89,75%	
Banco Mundial (1999)	China	12,13%	
Banco Mundial (1995)	China	23,45%	
Banco Mundial (1983)	Argentina	25,21%	65,00%
Banco Mundial (1995)	Yugoslavia	3,69%	
Banco Mundial (1997)	Mongolia	13,17%	76,74%
Banco Mundial (1989)	Congo	11,70%	
Banco Mundial (1987)	Mali	3,08%	
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	3,07%	160,00%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	7,55%	125,00%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	12,52%	*
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	26,40%	87,50%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	56,33%	300,00%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	133,16%	69,23%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	20,99%	110,00%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	59,90%	133,00%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	41,91%	87,50%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	10,63%	75,00%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	18,80%	38,46%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	78,39%	72,72%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	48,94%	*
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	-2,32%	240,00%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	-27,92%	66,67%
Dantata et al. (2006)	EE.UU.	-7,74%	46,15%
Pickrell's 1990	EE.UU.	108,33%	100,00%
Pickrell's 1990	EE.UU.	49,31%	100,00%
Pickrell's 1990	EE.UU.	83,09%	100,00%
Pickrell's 1990	EE.UU.	57,86%	120,00%
Pickrell's 1990	EE.UU.	60,32%	80,00%
Pickrell's 1990	EE.UU.	33,04%	20,00%
Pickrell's 1990	EE.UU.	51,05%	75,00%
Pickrell's 1990	EE.UU.	-11,02%	75,00%
Pickrell's 1990	EE.UU.	54,65%	25,00%
Pickrell's 1990	EE.UU.	13,94%	33,33%
Morris (1990)	India	164,21%	76,03%
Flyvbjerg et al. (2003)	EE.UU.	130,00%	
Flyvbjerg et al. (2003)	Alemania	80,00%	

Autor/ Año Publicación	Región	% Sobrecosto	% Sobreplazo
Flyvbjerg et al. (2003)	Francia	60,00%	
Riksrevisionsverket (1994)	Suecia	17,00%	
Flyvbjerg et al. (2002,2003), Priemus et al. (2008)	20 países, 5 continentes	44,70%	
Lee J.K (2008)	Korea del Sur	48,00%	
Singh (2009)	India	94,84%	118,08%
RGL Forensics, Maunsell y Aecom, Frontiers Economics(2010)	Europa	26,90%	
Lundberg et al. (2011)	Suecia	21,10%	
Evans & Peck (2011)	Australia	20,00%	10,00%
SIKA (2002)	Suecia	14,00%	
Chevroulet, Reynaud (2010)	Europa	51,00%	
Riksrevisionen (2010,2011)	Suecia	55,00%	
Cantarelli et al. (2012)	NO Europa	27,10%	
Cantarelli et al. (2012)	Holanda	10,60%	
Media		40,52%	89,96%
Desviación Estandar		38,24%	58,40%

Fuente: Elaboración propia

ANEXO III Matriz de Distribución de Riesgos preferidos a nivel internacional

	Factor de Riesgo	HK	SIN	RU	CHI	COL	MAL	GRE	CEPAL	OCDE	ESP1	ESP2	EAU	AUS	AUS2	INT	SUD	VIC
POLITICO	Fin de la concesión por parte del Gobierno									PUB	PUB					PUB	PUB	
	Expropiación y Nacionalización		PUB	PUB	PUB					PUB	COM					PRI	PUB	
	Oposicion Política			PUB	COM					PUB	COM						PUB	
	Bajo apoyo político		PUB							PUB	COM							
	Cambio en las leyes			COM	PUB					PUB	COM		COM	COM	PUB	PRI	COM	PUB
	Corrupción, soborno		COM		PUB					PUB	COM		COM					
	Inestabilidad gubernamental		PUB	PUB						PUB	COM		COM					
	Retrasos Permisos y aprobaciones del proyecto		COM		PUB		PUB	PUB	COM	PUB	COM			COM		COM		PRI
	Influencia de eventos económicos			PRI						PUB	COM							PRI
	Cambios en las prácticas industriales			PRI						PUB	COM			COM			COM	PRI
	Cambios impositivos		PUB	PRI	PUB	PRI				PUB	COM							
SOCIAL	Oposición pública del proyecto		COM															
CONSTRUCCION	Disponibilidad de financiamiento		PRI	PRI	PRI	PRI	PRI							PRI				PRI
	Diseño inapropiado	PRI	PRI	PRI						PRI	PRI		COM	PRI	PRI	PRI	PRI	PRI
	Insolvencia de los subcontratistas								PRI					PRI			PRI	
	Baja Calidad	PRI							PRI				PRI	PRI	PRI	PRI	PRI	PRI
	Seguridad del sitio		PRI											PRI				
	Disponibilidad de mano de obra		PRI	PRI								PRI	PRI					
	Disponibilidad de insumos		PRI	PRI								PRI						
	Condiciones del terreno/geológicas	PRI	PRI	PRI	COM	PRI			PUB							PRI		PRI
	Disponibilidad del terreno	PUB	PUB	PUB	PUB		PUB	PUB			PRI			COM	PUB	PRI		PRI
	Cambios en el diseño	PRI		PRI								PUB	PUB		PUB	PUB		PUB
	Cambios en la construcción	PRI			PRI							PRI			PUB	PUB	PUB	PUB
	Disputas laborales y paros	PRI											PRI					PRI
	Uso del terreno															PUB	PUB	
	Residuos, desperdicios	COM												PRI		PRI		

Factor de Riesgo		HK	SIN	RU	CHI	COL	MAL	GRE	CEPAL	OCDE	ESP1	ESP2	EAU	AUS	AUS2	INT	SUD	VIC
	Sobre costos de construcción	PRI	PRI	PRI		PRI	PRI	PRI	PRI	PRI	PRI	COM		PRI	PRI	PRI	PRI	PRI
	Sobre plazo de construcción		PRI	PRI		PRI	PRI	PRI	PRI			COM		PRI				
	Terminación de la construcción	PRI			PRI							PRI			PRI	PRI	PRI	PRI
	Supporting utilities risk	PRI												COM		PUB		
	Altos costos financieros	PUB	PRI											PRI				
	Técnicas ingenieriles no probadas		COM	PRI										PRI			PRI	PRI
	Protección de objetos geológicos e históricos	PRI																PRI
	Cambio del alcance del proyecto		COM															
OPERATIVO	Sobre costos operativos	PRI	PRI	PRI	PRI	PRI			PRI			PRI		PRI		PRI	PRI	
	Falla del operador											PRI		PRI		PRI		PRI
	Calidad de la operación											PRI		PRI		PRI	PRI	PRI
	Alto costo de mantenimiento	PRI	PRI	PRI		PRI				PRI	PRI	PRI		PRI		PRI	PRI	PRI
	Frecuencia del mantenimiento		PRI	PRI								PRI		PRI		PRI		
	Baja productividad operativa		PRI											PRI		PRI		
	Riesgos de activo residuales				PRI							PRI		PRI		PRI		PUB
	Condiciones de las instalaciones	PRI												PRI				PRI
	Riesgos organizacionales		PRI	PRI	PRI													
LEGAL	Riesgos contractuales																	
	Responsabilidad civil de terceros			PRI														
	Activos del propietario															PRI	PRI	COM
	Insolvencia del concesionario	PUB															PRI	
MERCADO	Ingresos insuficientes			PRI		PRI	PRI	PRI		PUB	PRI			PRI				
	Fluctuaciones de los costos de los insumos (debido al Gobierno)					PRI				PUB						PUB	PUB	PUB
	Fluctuaciones de los costos de los insumos (debido al sector privado)					PRI				COM						PRI	PRI	PRI
	Cambios en las tarifas				COM		PUB									PRI	PRI	PRI
	Cambios en la demanda del mercado	COM	PRI	PRI	COM	PRI				COM	PUB	PRI	PUB	COM		PRI	COM	
	Exclusividad																	PRI

Factor de Riesgo		HK	SIN	RU	CHI	COL	MAL	GRE	CEPAL	OCDE	ESP1	ESP2	EAU	AUS	AUS2	INT	SUD	VIC
ECONOMICOS	Riesgos inflacionarios	COM	COM	PRI	COM		PRI	COM	COM				COM			COM	COM	COM
	Tasa de interés	COM	COM		COM	PRI	PRI	COM	COM						PRI	COM	PRI	
	Tipo de cambio/Cotización del dólar	COM			COM	PRI			PUB				COM		PRI		PRI	
OTROS	Fuerza mayor	COM	COM	COM	COM	COM			COM	PUB	COM			COM	PUB	COM	COM	COM
	Climaticos	COM	PRI	PRI	COM		COM	COM					COM	PUB			PUB	
	Riesgos residuales		COM	PRI	COM	PRI										PUB		
	Ambiental/Contaminación	COM	PRI	PRI						PRI	Pri							
	Tecnología	COM			PRI													
	Bajo compromiso entre las partes																	
	Crisis económica								COM									
	Quiebra del proyecto									COM		PUB						

PUB	Sector Público	HK	Hong Kong	CHI	China	GRE	Grecia	ESP1	España	INT	Internacional
COM	Compartido	SIN	Singapur	COL	Colombia	CEPAL	Cepal	EAU	Emiratos Árabes	SUD	Sudafrica
PRI	Sector Privado	RU	Reino Unido	MAL	Malasia	OCDE	Ocde	AUS	Australia	VIC	Victoria (Australia)