

**CARACTERIZACIÓN FINANCIERA DEL ESQUEMA DE EJECUCIÓN DE
CONCESIONES VIALES DE CUARTA GENERACIÓN (4G) EN COLOMBIA**

José Fernando Bravo Páez

**Colegio de Estudios Superiores de Administración –CESA-
Maestría en Finanzas Corporativas
Bogotá
2018**

**CARACTERIZACIÓN FINANCIERA DEL ESQUEMA DE EJECUCIÓN DE
CONCESIONES VIALES DE CUARTA GENERACIÓN (4G) EN COLOMBIA**

José Fernando Bravo Páez

**Director:
Bernardo León Camacho**

**Colegio de Estudios Superiores de Administración –CESA-
Maestría en Finanzas Corporativas
Bogotá
2018**

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	5
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.1.1	<i>HIPÓTESIS</i>	6
1.1.2	<i>OBJETIVO GENERAL</i>	6
1.1.3	<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	6
1.2	EL INGRESO REAL Y EL COSTO DE CAPITAL	7
1.3	PROYECTOS APP EN COLOMBIA	8
1.4	VENTAJAS DE LA ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA EN INFRAESTRUCTURA.....	9
1.5	ESTADO DEL ARTE	11
2	DESARROLLO DEL PROYECTO	16
2.1.1	<i>MARCO TEÓRICO</i>	16
2.1.2	<i>METODOLOGÍA</i>	20
2.2	COSTO DE CAPITAL	21
2.3	COSTO PROMEDIO PONDERADO DEL CAPITAL – <i>WEIGHTED AVERAGE</i> <i>COST OF CAPITAL (WACC)</i>	22
3	VARIABLES DE LA METODOLOGÍA	24
3.1	COSTO DE LA DEUDA (<i>kd</i>).....	24
3.2	CAPITAL ASSET PRICING MODEL (CAPM) – COSTOS DEL EQUITY (<i>ke</i>)	28
3.3	ESTIMACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO	32
4	CASO DE ESTUDIO	33
5	ESTIMACIÓN DE RIESGOS – METODOLOGÍA	40
6	ESCENARIO ALTERNATIVO	49
7	CONCLUSIONES FINALES	51
8	BIBLIOGRAFIA – REFERENCIAS	54

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Matriz de Riesgos Típica en Proyectos 4G.....	57
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Esquema General del WACC	22
Figura 2 Spread sobre la tasa libre de riesgo según calificación	25
Figura 3 Calificación de riesgo de los bonos corporativos.....	26
Figura 4 Comportamiento EMBI+ de Colombia en marzo de 2018.....	28
Figura 5 Canasta de empresas Colombianas.....	37
Figura 6 Flujo de caja libre operativo de una 4G (Estimado)	40
Figura 7 Flujo de caja libre operativo de una 4G (Escenario Riesgos 1)	45

Figura 8 Flujo de caja libre operativo de una 4G (Escenario Riesgos 2) 46
Figura 9 Flujo de caja libre operativo de una 4G (Escenario alternativo riesgos) . 49
Figura 10 Flujo de caja libre operativo de una 4G (Escenario WACC) 50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de sobrecostos del proyecto escenario riesgos 1 45
Tabla 2 Tabla de sobrecostos del proyecto escenario riesgos 2..... 46
Tabla 3 Tabla de sobrecostos del proyecto escenario alternativo riesgos..... 49
Tabla 4 Tabla de sobrecostos del proyecto escenario WACC..... 50

1 INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El problema de investigación consiste en analizar desde el punto de vista financiero el esquema bajo el cual se ejecutan los proyectos de concesión vial en Colombia. Esta investigación determinará las ventajas y desventajas del esquema dadas las condiciones actuales, y propondrá los cambios pertinentes respecto de los problemas identificados, en caso que los haya.

Las concesiones viales en Colombia son un esquema de contratación que ha utilizado el Estado para financiar infraestructura de transporte a través de la inversión privada. Sin embargo, existen diversos cuestionamientos sobre el manejo contractual de los recursos públicos invertidos bajo esta modalidad (Benavides, 2009) y (Strong et al, 2004), que han afectado la sostenibilidad de las finanzas públicas de la Nación en el corto plazo (González, 2007).

Dado lo anteriormente expuesto, este trabajo busca contestar la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los problemas que presenta, a nivel financiero, el actual esquema de ejecución de las asociaciones público privadas (APP) de infraestructura en Colombia y bajo qué condiciones financieras, contractuales y técnicas se puede lograr la adecuada ejecución de un proyecto de infraestructura en esta modalidad?

Cabe mencionar que en este proyecto se está realizando un ejercicio investigativo para el caso colombiano en particular, pero si otros investigadores deciden abordar también esta temática es necesario explorar este tipo de problemas en otros países de diferentes perfiles de riesgo. Para estos efectos debe considerarse el planteamiento de los autores Brealey, Myers y Allen en los capítulos correspondientes a Mejores prácticas en el Presupuesto de Capital de sus libros de "Principios de Finanzas Corporativas" y del autor Flyvbjerg en varios documentos y en particular en su documento "Policy and Planning for Large-Infrastructure Projects: Problems, Causes, Cures." Environment and Planning B: Planning and Design, vol. 34, pp 578-597.

1.1.1 HIPÓTESIS

El proyecto busca demostrar que los riesgos¹ de las concesiones viales de cuarta generación (4G) están siendo subestimados bajo el esquema de ejecución contractual vigente, lo cual genera un desequilibrio económico en el contrato de concesión. Se pretende demostrar que en las concesiones viales de 4G existen problemas similares a los planteados en (Benavides, 2009) y Strong *et al* 2004 y que dichos problemas impactan negativamente el propósito de las APP en infraestructura. Una vez se identifiquen los problemas que se pretenden demostrar, se propone un escenario con el cual se soluciona total o parcialmente dichas problemáticas para así generar un esquema de ejecución contractual adecuado desde el punto de vista financiero.

1.1.2 OBJETIVO GENERAL

Analizar el esquema de ejecución contractual de los proyectos de infraestructura vial de cuarta generación (4G) en Colombia e identificar si dicho esquema está cuantificando adecuadamente los riesgos de los proyectos desde el punto de vista financiero.

1.1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular el costo promedio ponderado del capital (WACC) (Sharpe, 1964) adecuado para los inversionistas privados en proyectos de concesión vial en Colombia utilizando como caso de estudio las concesiones 4G.
- Realizar un análisis por escenarios considerando metodologías alternas para el cálculo de variables relevantes y metodologías alternas para estimar el WACC.
- Validar la tasa de descuento encontrada en el caso de estudio verificando su consistencia en términos de la economía colombiana, el mercado en general, los intereses de los inversionistas y las características propias del negocio de las concesiones viales en Colombia.

¹ Los diferentes riesgos se muestran en la matriz de riesgos de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) que se encuentra como anexo.

- Demostrar cuantitativamente la diferencia entre la tasa calculada y la tasa que el Gobierno ofrece en los proyectos. Con este cálculo se puede probar o desvirtuar la hipótesis planteada en el objetivo general.
- Hacer una estimación cuantitativa de los posibles sobrecostos y sobre plazos de los proyectos de 4G y evaluar la capacidad financiera del privado para asumirlos.
- Determinar el impacto que puede causar la refinanciación de contratos de proyectos 4G sobre el presupuesto general de la Nación a través de un escenario hipotético (propuesto) y el escenario actual.

1.2 EL INGRESO REAL Y EL COSTO DE CAPITAL

Dentro de la regulación propuesta en el esquema de concesiones de carreteras se incorpora el concepto de ingreso real, considerado como el ingreso percibido por el concesionario y expresado como el valor presente de dicho ingreso. Los ingresos percibidos provienen de dos fuentes: la primera corresponde a los ingresos generados en los aportes y/o pagos estatales (vigencias futuras), la segunda corresponde a ingresos percibidos de los usuarios por la prestación del servicio, donde el precio del servicio es regulado. El valor presente de estos ingresos se evalúa con base en la tasa de descuento que se calcula en este documento, mediante las dos metodologías o enfoques financieros clásicos que son mundialmente utilizados en la banca de inversión para tal fin.

El costo de capital es uno de los factores más importantes que los reguladores y las compañías necesitan estimar, dado que éste representa el rendimiento mínimo que debe obtener un proyecto o empresa de manera que los mercados financieros estén dispuestos a proveer recursos a ese proyecto o a comprar una participación en esa compañía. El costo de capital de una empresa debe ser igual a la tasa de rendimiento esperada que prevalece en los mercados de capitales para inversiones alternativas de riesgo similar. Esto indica que tanto

el costo de capital de las empresas reguladas, como el de las que no lo están, está determinado por los mercados financieros.

En las industrias reguladas, la interacción entre la tasa de rendimiento considerada aceptable por el regulador y el costo de capital requerido por el mercado es muy importante porque determina la viabilidad de que el proyecto sea ejecutado bajo esquemas de Asociación Público Privada (APP²). Si la tasa de rendimiento establecida por el regulador (Tasa ofertada por el gobierno) es menor al costo de capital determinado por el mercado, el proyecto que se pretende ejecutar tendrá dificultades para ser emprendido, esto es lo que se quiere mostrar en este documento sobre los proyectos del caso de estudio.

Bajo este escenario resulta de suma importancia para los inversionistas privados conocer cuál debe ser la rentabilidad mínima que deberán exigir a cambio de tomar los riesgos inherentes a proyectos de infraestructura económica bajo el modelo de asociación público privada (APP) en Colombia.

Además, como se mencionó al inicio se pretende demostrar la hipótesis de que estos riesgos se encuentran mal cuantificados en la estructuración financiera de los proyectos, y dadas las cuantías de inversión estimadas por el Gobierno Nacional para financiar su programa 4G, resulta de mucha relevancia estructurar estos proyectos considerando sus características en términos de todos los riesgos del caso. En este sentido, se considera el escenario actual y uno alternativo, en el cual se puede cuantificar el impacto de tener que refinanciar en el futuro proyectos como estos y sus posibles consecuencias en materia de política pública en el largo plazo.

1.3 PROYECTOS APP EN COLOMBIA

Sin duda alguna es cada vez más común en el mundo la formación de Asociaciones Público Privadas - APP para ejecutar obras de infraestructura que son necesarias para el desarrollo económico de cada país, utilizando recursos de inversionistas que ven en estos proyectos la

² PPP (Public Private Partnership) por sus siglas en inglés.

oportunidad de obtener beneficios económicos y contribuir al desarrollo del país. Por tales razones, se han logrado avances importantes en la estructuración y reglamentación de este tipo de proyectos.

A nivel de América Latina y de los Países del Caribe, Colombia se ubica en el cuarto lugar en la escala que califica el ambiente ideal para los proyectos de APP según Infrascopes (2012). Este ascenso en el listado, respecto al año 2011, se debe a que se han venido mejorando los términos de ejecución y transferencia de riesgos en los contratos de Asociación Público Privada. Adicional a lo anterior, Colombia se encuentra calificada como un país de economía “emergente” de acuerdo a la misma fuente, condición que la hace aún más atractiva para los inversionistas extranjeros que han estado atentos a su evolución para considerar una oportunidad de negocio.

Sin duda alguna, con la ley 1508 de 2012³, se ha generado el ambiente propicio para promocionar las inversiones en infraestructura a través de esquemas de APP, ya que se cuenta con una economía que no ha sucumbido ante el difícil panorama internacional y un gobierno que cada vez ofrece más garantías y seguridad a los inversionistas y financiadores.

Esta Ley estableció claramente las condiciones en que se van a desarrollar los contratos que de ella derivan e hizo especial énfasis en la distribución de riesgos, que es un factor clave en estos proyectos.

1.4 VENTAJAS DE LA ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA EN INFRAESTRUCTURA

En las últimas décadas, las Asociaciones Público Privadas (APP) han ido adquiriendo gran relevancia en el mundo desarrollado, debido a la creciente necesidad que muchas administraciones públicas tienen de incorporar los recursos y la experiencia del sector privado para mejorar la provisión de bienes y servicios públicos.

³ Ley de las Asociaciones Público Privadas.

Las APP se fundamentan en cuatro principios. En primer lugar, en la idea de que hay una serie de bienes y servicios de interés general, que, debido a fallos de mercado (como monopolios naturales, bienes públicos o presencia de externalidades), deben ser supervisados por el sector público. En segundo lugar, en la idea de que el sector privado puede contribuir enormemente a una mayor eficiencia y calidad en la asignación de recursos públicos. En tercer lugar, en la necesidad de definir una adecuada distribución de riesgos entre el sector público y el sector privado para que la relación funcione lo mejor posible. Y, en cuarto lugar, en la idea de que la participación del sector privado en todas las fases del ciclo de proyecto (diseño, construcción, financiación, mantenimiento y operación) puede ser beneficiosa para la provisión de bienes y servicios públicos. Los principios anteriores se pueden sintetizar en cuatro términos según (Vasallo & Izquierdo, 2010): regulación, competencia, integración de la gestión y adecuado reparto de riesgos.

Razones para escoger una APP por encima de otras modalidades

- Las ganancias de eficiencia técnica derivadas de la competencia entre empresas privadas y de permitir al sector privado integrar todas las fases del ciclo de proyecto: diseño, construcción, financiación mantenimiento y explotación.
- La posibilidad de que el sector privado acometa infraestructura socialmente necesaria, pero que no pueden llevarse a cabo debido a restricciones presupuestarias. La transferencia de riesgos hacia el sector privado, sector que los asumirá a cambio de un retorno proporcional al riesgo asumido.
- La mejora de la calidad ofrecida al usuario debido a una mayor exigencia del sector público al sector privado.
- Es una vía para que el sector privado introduzca tecnología e innovación para mejorar el suministro de servicios públicos a través de la eficiencia operativa.

- Como incentivo para que el sector privado entregue los proyectos a tiempo y dentro del presupuesto acordado.
- Como inserción de certeza dentro del presupuesto a través del tiempo, ya que se establecen gastos del proyecto de infraestructura en el presente y en el futuro.
- Un método para desarrollar las capacidades locales del sector privado a través de la propiedad conjunta con grandes empresas internacionales, así como oportunidades de subcontratación de empresas locales para obras civiles, obras eléctricas, instalaciones, servicios de seguridad, servicios de limpieza, servicios de mantenimiento, etc.
- Una oportunidad para que el sector privado aumente su participación gradualmente en las empresas estatales y en el gobierno (especialmente firmas extranjeras).
- Crea diversificación en la economía ya que hace al país más competitivo, e impulsa los negocios y la industria asociada mediante el desarrollo de la infraestructura (como la construcción, el equipo, los servicios de apoyo, etc.)
- Como complemento a las limitaciones de las capacidades del sector público para satisfacer la creciente demanda de desarrollo de la infraestructura.
- Representa una extracción al largo plazo de value-for-money⁴ a través de la transferencia apropiada de riesgos hacia el sector privado durante el periodo del proyecto. Desde el financiamiento, diseño y construcción al mantenimiento y las operaciones.

1.5 ESTADO DEL ARTE

⁴ El value for money es una metodología que determina la conveniencia de ejecutar un proyecto bajo el modelo de APP y la modalidad de obra pública dados los riesgos estimados para el mismo.

Respecto del estudio de casos como el planteado en este proyecto existen documentos con aproximaciones a concesiones aeroportuarias (Villarreal, 2005), en los que se buscan objetivos similares, pero no se llega el alcance que se pretende en este trabajo. En cuanto a aproximaciones metodológicas al estudio de concesiones viales, existe un documento en el que se demuestra una necesidad de revisar el monto de recursos asignado a los proyectos de APP de iniciativa pública (ANIF, 2014), dados los riesgos asociados a los mismos. Lo cual es fundamentalmente la hipótesis que este proyecto busca demostrar a través de una aproximación metodológica similar a la planteada en Castañeda et al 2007, pero que se extiende muchos más en términos cuantitativos y conceptuales dentro del negocio de la ingeniería.

Dentro del marco teórico se muestra mucho más en detalle la pertinencia de este proyecto, pues se detecta la necesidad de rediseñar el esquema de concesiones viales, particularmente dado el contexto colombiano se toma como caso de estudio la cuarta generación de concesiones viales (4G). Respecto al problema de investigación, existen varios documentos donde se expone como marco general el estado de la infraestructura de transporte en el país y las condiciones contractuales por las que se han concesionado algunos corredores viales (Cárdenas et al, 2009). Existen también unos documentos en los que se exponen diversas problemáticas sobre el manejo contractual de los recursos públicos invertidos bajo la modalidad de concesión vial en Colombia (Benavides, 2009), (Meléndez, 2009) y Tronga et al 2004.

Basado en lo anteriormente expuesto, el trabajo busca, a través de la metodología formulada más adelante, ampliar el marco teórico existente sobre el problema de investigación, pero no limita el análisis a ser una presentación expositiva del problema, si no que propondrá mecanismos para la solución de los problemas identificados tanto a nivel teórico como empírico. Siendo así una posible contribución al conocimiento para el problema de investigación dentro del contexto colombiano.

En el marco teórico se cita una evidencia empírica consignada en la que se enmarca la necesidad de estructurar alianzas público privadas para la construcción, operación y

mantenimiento de proyectos de infraestructura económica. Este trabajo de grado apoya esa idea, pero analiza a profundidad si su estructura para el caso de las concesiones 4G es la adecuada desde el punto de vista financiero, para poder ejecutar de forma armoniosa estos proyectos (Banco Mundial, 2003). Dentro del análisis se incluye una estimación del costo de capital, la distribución de probabilidad de los riesgos, y su impacto financiero dentro del equilibrio económico del modelo (Flujos de caja), bajo el esquema planteado en los contratos 4G. A partir de este análisis, se pretende demostrar la necesidad de rediseñar el esquema actual de 4G, proponiendo uno que solucione los problemas detectados en el mismo.

Dado lo anterior, el proyecto busca ampliar la literatura existente a través de una aproximación metodológica en la cuantificación de riesgos y su impacto financiero en los proyectos de APP de iniciativa pública. Adicionalmente, se propone un escenario desde el punto de vista financiero que refleja un equilibrio entre el nivel de riesgo y la rentabilidad del negocio, alineando así los incentivos del privado a emprender proyectos de este tipo, solucionando con ello la problemática planteada en el marco teórico y en el problema de investigación.

Colombia está actualmente emprendiendo un programa de concesiones viales que pretende corregir el rezago de infraestructura en el que se encuentra el país (WEF, 2012). Este programa, llamado la cuarta generación de concesiones (4G) es el canal a través del cual se pretende cumplir el objetivo. Las 4G son 40 nuevas concesiones que transformarán 8.000 km de vías de los cuales habrá 1.200 km en doble calzada. La inversión estimada es del orden de 47 billones de pesos, afectará 24 departamentos y se creará cerca de 200.000 nuevos empleos directos. Se estima que las concesiones reducirán el desempleo en un 1 punto porcentual y aumentarán el crecimiento del PIB a 5,3% en el largo plazo (ANI, 2014).

Dado el monto de inversión y el impacto que se estima tendrán estas concesiones resulta relevante preguntarse por la incertidumbre asociada a la ejecución de proyectos de este tipo, específicamente en términos económicos. La relevancia de este análisis cobra mucha más

fuerza cuando las experiencias previas sugieren que el valor de los proyectos ha sido subestimado por el Gobierno Nacional (El Tiempo, 2010).

Como evidencia de lo anterior existe un estudio realizado por la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF) que fue presentado por su director en la décimo primera versión del Congreso Nacional de la Infraestructura en noviembre del 2014. Dicho estudio (Clavijo, 2014) señaló que de los 25 proyectos viales que hacen parte de la primera, segunda y tercera ola de iniciativas viales de 4G, solo 6 tienen la financiación asegurada, mientras que unas 12 tendrían problemas para ejecutarse, porque existen muchos riesgos para que los privados inviertan y, por lo tanto, sería el Estado el que tendría que disponer de mayores recursos para que se realicen. La institución plantea que para solucionar esto se aproveche el Plan Nacional de Desarrollo para flexibilizar la regla fiscal que tiene el país, y se invierta adicionalmente entre 0,3 % y 0,5 % del Producto Interno Bruto en infraestructura vial. Este volumen de recursos que entraría como vigencias futuras adicionales a las actuales supondría un mejor perfil de ingresos para el privado, con lo cual se estaría remunerando al inversionista de acuerdo al nivel real de riesgo que asume al ejecutar los proyectos.

Otro estudio interesante respecto de la financiación de las 4G es el documento titulado *“Impacto de la infraestructura de transporte en el desempeño económico”* elaborado por Roda et al. (2015). Dicho documento hace un análisis beneficio costo de todo el programa de 4G, incluyendo los beneficios por ahorros en costos de transporte y mayores cantidades de producto de carga transportada derivada de menores costos operativos (efecto “Rule of half”) para las tres olas de concesiones 4G. Las conclusiones de ese estudio muestran unas relaciones beneficio-costo superiores a 1,2 para las tres olas de concesiones, este estudio pondera todas las olas de concesiones como un solo programa y no cada proyecto de manera individual. Por lo tanto, es claro que el programa de 4G traería unos beneficios muy importantes para el país y su población, pero este estudio no analiza el efecto individual de cada proyecto sobre el gasto público (vigencias futuras) y sobre la estructura de capital y capacidad financiera del privado para ejecutar el proyecto. Entonces el resultado agregado de todas las olas de proyectos 4G tendría una relación beneficio costo mayor a 1 con un

nivel de certeza muy alto, más esto no garantiza que cada proyecto de manera individual tenga una relación beneficio costo mayor a 1. Habrá proyectos que cumplan esa condición pero también habrá otros que no la cumplan, esto está respaldado por las conclusiones de la ANIF, en las cuales se menciona que existen 12 proyectos con riesgos considerablemente altos en relación a la remuneración que se le está ofreciendo al privado.

Por lo tanto, el estudio de Roda et al. (2015) está calculando una relación beneficio costo agregada del programa 4G, más no una relación beneficio costo de cada proyecto de forma individual. Esta tesis plantea una metodología para hacer un análisis financiero de cada proyecto en el que se compara el nivel de riesgo que asume el privado al comprometerse a ejecutarlo, y la remuneración que se le está ofreciendo, esto asumiendo que los proyectos son similares entre sí. Según la metodología planteada en las secciones siguientes esa relación es positiva y en cada caso deberá haber un equilibrio financiero justo de acuerdo con el nivel de riesgo asumido por el inversionista. Entonces este trabajo y el de Roda están enfocados a analizar situaciones diferentes. Debido a que el primero hace un análisis eminentemente financiero de cada proyecto relacionando al Estado y al privado, y el segundo hace un análisis económico-social y financiero de todo el programa 4G (todos los proyectos) obteniendo un beneficio agregado que el presente trabajo no analiza.

Por último, es importante decir que las relaciones beneficio costo calculadas por Roda incluyen factores que no han sido incorporados en el presente trabajo, en particular es de destacarse que los ahorros vehiculares y comerciales que se dan en términos de costos operativos para la sociedad no se incluyen en el análisis financiero que este trabajo presenta. Además, el riesgo comercial relacionado con menor cantidad de tráfico de carga y particular no fue considerado por Roda de igual manera que en este trabajo, debido a que la tasa de crecimiento del tráfico se asume constante en el primero y variable en el segundo, por lo tanto los beneficios fueron estimados utilizando supuestos de proyección diferentes.

Otra dimensión en la cual las estimaciones difieren significativamente es en el cálculo de los costos. En particular en el supuesto en el que se asume que el Opex de cada proyecto es el 50% del Capex del valor presente, este supuesto difiere significativamente del que se

tiene en el presente trabajo. Esto debido a que de acuerdo al perfil de ingresos y egresos de las 8 concesiones de las Autopista para la Prosperidad (5 de primera ola y 3 de la segunda), la relación entre el Opex y el Capex es de aproximadamente el 75 %, con un mínimo de 63% y un máximo de 81%. Por lo tanto el supuesto que hace Roda estima costos menores de los que se tienen en la estructuración financiera, por lo tanto el efecto de tener ingresos mayores y menores costos hace que el estudio de Roda obtenga relaciones beneficio costo superiores a las que se podrían estimar en este trabajo. Esta percepción no quiere decir que un estudio sea más verídico o válido que otro, lo único que quiere decir es que los trabajos se han aproximado al problema de forma diferente con supuestos diferentes, y por lo tanto es consistente que los resultados no sean iguales.

2 DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1.1 MARCO TEÓRICO

Dados los objetivos y la hipótesis del proyecto, se hace una revisión de literatura sobre el modelo de las concesiones de infraestructura y los incentivos de cada agente dentro del contrato de concesión. Particularmente, se analizan los incentivos que tiene el inversionista privado para invertir sus recursos y su experiencia en la ejecución de proyectos como los que se encuentran en el programa 4G en Colombia.

La hipótesis del proyecto encuentra su fundamento en los cuestionamientos sobre el manejo contractual de los recursos públicos invertidos bajo la modalidad de concesión vial en Colombia (Benavides, 2009). Pues la evidencia empírica muestra que durante las 3 primeras generaciones de concesiones se generaron en promedio un aumento del 27% en el costo de los proyectos respecto del inicialmente presupuestado (Meléndez, 2009). Hecho que dio lugar a que el Gobierno hiciese una mayor inversión a la inicialmente proyectada en un 50% aproximadamente para todo el programa de concesiones que venía manejando, de acuerdo con la información de Cárdenas *et al* 2009. Como resultado de las prácticas generales en el esquema de concesiones hasta la tercera generación, hubo un aumento de 3,4 veces en el ingreso esperado que el inversionista privado solicita para invertir en

negocios de este tipo, lo cual muestra la racionalidad del inversionista cuando percibe un mayor riesgo.

Dado lo anteriormente expuesto, este trabajo va a caracterizar el esquema de las concesiones viales de 4G desde el punto de vista teórico financiero, para de esa forma poder determinar si el esquema que empíricamente se está manejando es consistente con esa aproximación teórica. En caso de que dicho esquema no se ajuste a las condiciones teóricas para su correcta ejecución, este trabajo propondrá las condiciones bajo las cuales se puede reformular el esquema para que se pueda dar una ejecución adecuada de los proyectos en el caso colombiano.

La evidencia tanto teórica como empírica consignada de manera sistemática por autores como Crampes & Estache (1998), Estache (2001), Guasch (2001), Boeuf (2003), así como estudios sectoriales realizados por el Banco Mundial (2003) muestran que por su complejidad en ejecución, su nivel de riesgo y su alta inversión, los proyectos de ingeniería en infraestructura económica, tales como inversiones en infraestructura vial, transporte masivo, energía, puertos, aeropuertos, etc., suelen desarrollarse en el marco de una alianza adecuadamente estructurada entre el sector público y el sector privado. Esto es particularmente cierto en economías emergentes, como la colombiana, en las que los gobiernos sufren de un déficit presupuestal endémico y la eficiencia y capacidad de asumir riesgos por parte del Estado está severamente limitada por los niveles de “rent-seeking” y el marco legal de las responsabilidades y riesgos de los funcionarios públicos.

Ahora bien, esta alianza entre el sector público y el sector privado puede tomar diferentes formas a las que clasifica bajo la sigla de “PPP” (public private partnership). Sin embargo, lo cierto es que la tendencia mundial actual va en la dirección de privatizar sectores o “concesionar” en manos privadas la inversión y operación de la infraestructura económica (World Bank, 2003).

La idea básica de las concesiones es permitirle al sector público transferir los riesgos propios de los proyectos de infraestructura (riesgo de inversión, riesgo de construcción,

riesgo de operación, riesgo de financiación) a manos del privado, quien a cambio de asumir dichos riesgos es compensado económicamente a través de la remuneración contractualmente establecida que usualmente se extiende por un período típico de 20 a 30 años.

El Estado por lo tanto se apalanca en la lógica y los incentivos de los inversionistas privados que no son más que la lógica y el incentivo económico de tomadores de riesgos que buscan a cambio un retorno esperado que compense los riesgos asumidos (Benavides, 2009). Lo anterior permite, por tanto, que el sector público se concentre en su real función de gobierno que debería ser la de promover, mediante una adecuada regulación, el desarrollo armónico de los sectores económicos tales como el de infraestructura sobre los que recae en gran medida, no sólo la competitividad internacional de un país, si no más importante aún, la calidad de vida de sus habitantes.

Ahora bien, en esta sana división de funciones y riesgos entre el público y el privado, resulta obvio que un punto central de cualquier estructuración en el marco de las APP sea la respuesta a la pregunta: ¿cuál es la remuneración “justa” a que debería tener derecho el privado por los riesgos que asume? Esta pregunta puede igualmente plantearse desde la perspectiva del actor público: ¿cuál debería ser el precio a pagar por parte del Estado por transferir los riesgos propios de las inversiones de infraestructura a manos de un privado? O más directamente, ¿cuál es el precio de mercado del riesgo de un proyecto de infraestructura económica?

La respuesta a estas preguntas, que en el fondo son una sola, es el elemento central de lo que se denomina en finanzas el “pricing” de los APP y es en términos económico-financieros el elemento nodular que debería regular una relación justa y equilibrada entre el actor público y su contraparte privada (Strong et al, 2004).

Ahora bien, al menos en términos teóricos, la respuesta a estas preguntas es relativamente directa. Por un lado, debería ser claro que la remuneración a pagar es una función del riesgo transferido (asumido por el privado) y, por otro lado, del costo de oportunidad que asumen

los inversionistas privados al realizar la respectiva inversión. En teoría financiera esta remuneración se conoce como la tasa de rentabilidad apropiada para un proyecto real bajo condiciones de incertidumbre (riesgo).

En términos teóricos la rentabilidad de un proyecto real es una tasa de interés que compensa al inversionista por: 1- el valor del dinero en el tiempo de los recursos invertidos en el proyecto, 2- el “riesgo” (incertidumbre) de los flujos que genere la respectiva inversión y 3- que adicionalmente le permite la creación de valor económico. De la anterior afirmación se desprende que para que un proyecto de inversión real sea atractivo para un inversionista, éste deberá generar como mínimo una rentabilidad igual al costo de oportunidad ajustado por riesgo. Este es el principio básico de toma de decisiones de inversión conocida en la teoría financiera como “decision making process for Investment Policy” (Gordon y Shapiro, 1955) y (Modigliani y Miller, 1963).

La teoría es clara en que solamente se logra construir valor para los inversionistas si sus inversiones en proyectos reales generan una rentabilidad igual o superior a su costo de oportunidad ajustado por riesgo. En otras palabras, la tasa mínima requerida por los inversionistas es su costo de capital ajustado por el riesgo de la inversión. Esta tasa mínima de rentabilidad se conoce también como la tasa de descuento apropiada para determinar el Valor Presente Neto (VPN) del proyecto y es el corazón de la regla básica de las decisiones de inversión conocida como “la regla del VPN”. La regla simplemente formaliza lo ya referido, es decir: solamente se deberían emprender proyectos cuyo VPN sea positivo, esto es equivalente a afirmar que la rentabilidad del proyecto deberá ser mayor o igual a la tasa de descuento apropiada.

Ahora bien, ¿cómo se mide esta rentabilidad mínima o costo de oportunidad ajustado por riesgo o lo que es igual la tasa de descuento apropiada ajustada por riesgo que debe ser utilizada para analizar una inversión / proyecto de infraestructura económica? Esto se explica en detalle en la metodología adoptada para el proyecto, y los resultados serán interpretados con base en las problemáticas planteadas en la literatura relacionada al inicio de este marco teórico.

2.1.2 METODOLOGÍA

La manera de determinar la tasa de descuento apropiada para tomar decisiones de inversión corresponde a la propuesta conceptual del modelo del C.A.P.M.- Capital Asset Pricing Model (Sharpe W, 1964). Este modelo económico de equilibrio parcial, basado en el funcionamiento eficiente del mercado de capitales (MEH- Market Efficiency Hypothesis) afirma que la tasa de descuento ajustada por riesgo apropiada para calcular el VPN del proyecto, es una función de 4 componentes: 1) el costo de la deuda después de impuestos (valor esperado del retorno de la deuda), 2) el costo del equity (retorno esperado de la inversión en equity), 3) la estructura de capital y 4) el riesgo sistemático tanto de la deuda como del equity. Este enfoque es conocido como WACC - Weighted Average Cost of Capital (Modigliani & Miller 1958).

Alternativamente, la tasa de descuento pertinente puede ser calculada directamente a partir del modelo del C.A.P.M.-Capital Asset Pricing Model. Esta aproximación es muy importante porque estima el costo de oportunidad (tasa de descuento ajustada por riesgo) con base en el riesgo sistemático del proyecto. Por supuesto, los dos enfoques anteriores (WACC y C.A.P.M. para los activos) son perfectamente consistentes y conducen al mismo resultado numérico, lo cual es útil porque muestra que la estructura de capital sólo es relevante en la medida en que la deuda, vía impuestos y costos de transacción, afecta el riesgo de los accionistas y su flujo de caja, pero no el riesgo del proyecto ni el flujo de caja operativo que generan los activos del proyecto (Modigliani-Miller, 1958).

Estos enfoques requieren la determinación técnica de precios y valores directamente observables en el mercado bajo los supuestos de equilibrio parcial del mercado de capitales (ahorro = inversión), así como el cumplimiento de las hipótesis sobre la eficiencia de los precios en el mercado de capitales (MEH- Market Efficiency Hypothesis). Esto necesariamente conduce a que, para estimar la tasa de descuento en mercados emergentes imperfectos, como es el caso que nos ocupa, se recurra a referenciamientos internacionales que luego se ajustan incluyendo el riesgo país.

Adicionalmente, aplicando la simulación de Monte Carlo se determinarán las variables más volátiles del flujo de caja del proyecto y se propondrá un escenario en el cual dicho flujo se ajuste a la realidad de las concesiones viales de cuarta generación (4G) en Colombia.

2.2 COSTO DE CAPITAL

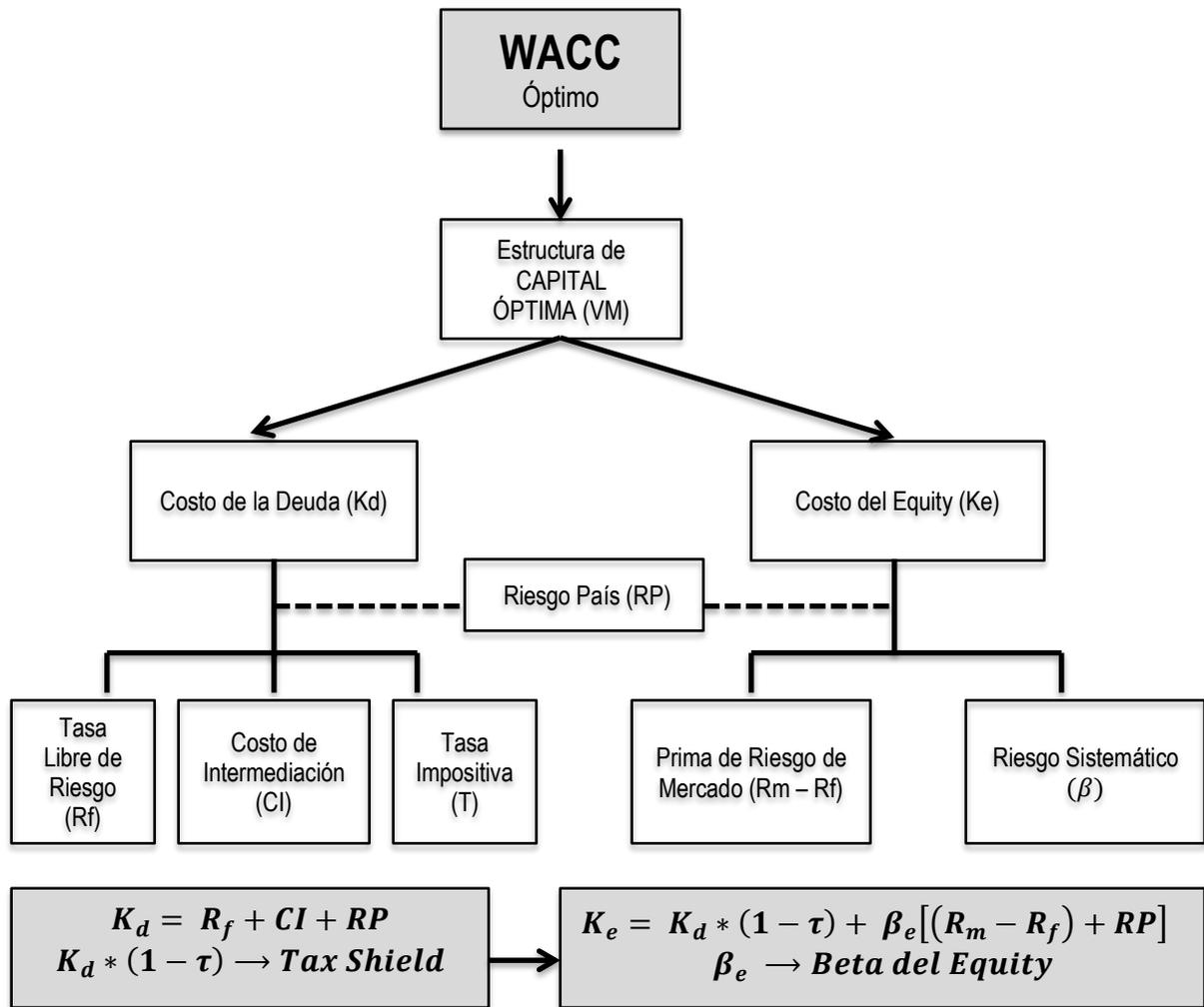
El capital invertido en una empresa proviene de dos fuentes principales: capital de terceros, con condiciones de tasas de interés y plazos de pago acordados con las entidades financieras que lo prestan, y capital propio de la compañía aportado por los socios o propietarios. Normalmente, según las normas que rigen en materia societaria, el pago del servicio de la deuda tiene prioridad sobre el pago de los rendimientos a los accionistas, por lo tanto hay mayor riesgo para estos últimos y el costo del capital propio es superior al costo de la deuda.

La tasa de retorno adecuada para retribuir una inversión riesgosa debe corresponder con el costo de oportunidad del capital, es decir el retorno que se obtendría sobre el capital invertido en una actividad alternativa de riesgo similar.

En este documento se propone reconocer, para el negocio de las concesiones viales, una tasa de retorno promedio sobre el capital invertido de acuerdo con el riesgo de esta actividad y no una rentabilidad fija para cada empresa particular, aunque si se hace un análisis por escenarios en el cual se encontrará la estructura de capital correspondiente a distintas empresas del mercado de los Estados Unidos y Colombia. La tasa se calcula utilizando el sistema tributario de Colombia.

El siguiente esquema muestra la aproximación al cálculo de la tasa de descuento a través de la metodología de Weighted Average Cost of Capital (WACC) o Costo Promedio Ponderado de Capital que será explicada en detalle en el siguiente numeral.

Figura 1 Esquema General del WACC



Fuente: Elaboración propia con base en las Notas de Clase del curso de Valoración de Empresas - Universidad de los Andes.

2.3 COSTO PROMEDIO PONDERADO DEL CAPITAL – WEIGHTED AVERAGE COST OF CAPITAL (WACC)

El WACC - Weighted Average Cost of Capital o Costo Promedio Ponderado de Capital, es una aproximación al costo de oportunidad de los proveedores de recursos de una empresa o proyecto y está definido de la siguiente manera:

$$WACC = K_e * \left(\frac{E}{D + E} \right) + K_d * \left(\frac{D}{D + E} \right)$$

Donde:

Kd = Costo de la deuda antes de impuestos.

Ke = Costo del equity, el cual se aproxima utilizando el modelo del C.A.P.M.

D/D+E y E/D+E = Estructura de apalancamiento óptima, basada en el promedio de la industria.

En esta ecuación se puede ver como se incorpora el valor del capital de los accionistas (E) y el valor de la deuda (D), además de los costos del capital de los accionistas (k_e) y de la deuda (k_d) respectivamente.

Los recursos de deuda y capital de los accionistas tienen riesgos diferentes, por lo que las tasas de rendimientos requeridas también lo son. La expresión matemática del WACC muestra que esos costos se ponderan según su participación relativa en la financiación total. Así la participación del capital de los accionistas sobre el capital total viene dada por la razón $E/(D + E)$ y la de la deuda es su complemento, el cual corresponde a $D/(D + E)$. Es importante decir que en Colombia así como en muchos países del mundo el costo de la deuda (k_d) es deducible de impuestos por lo que el financiamiento con recursos de deuda permite a la empresa disminuir el monto de impuestos que paga, generando un “escudo” o ahorro tributario. Por lo tanto el costo efectivo de la deuda después de tener en cuenta los impuestos equivale a $k_d * (1 - \tau)$, donde τ es la tasa impositiva sobre la renta de la empresa, por lo tanto la expresión anterior deberá ser ajustada de la siguiente forma:

$$WACC = K_e * \left(\frac{E}{D + E} \right) + K_d * \left(\frac{D}{D + E} \right) * (1 - \tau)$$

Partiendo del esquema del WACC presentado anteriormente y del análisis y recolección de los parámetros y variables de mercado es estimar los modelos del C.A.P.M. - Capital Asset Pricing Model y WACC (Weighted Average Cost of Capital). Estos modelos son

perfectamente consistentes entre sí y por lo tanto solo se estimará la tasa de descuento a través del WACC. Las estimaciones de las diferentes variables que conforman el WACC se hacen en el siguiente punto.

3 VARIABLES DE LA METODOLOGÍA

3.1 COSTO DE LA DEUDA (k_d)

El costo de la deuda es definido por Simon Benninga en su libro Financial Modeling, como el costo marginal de una compañía antes del pago de impuestos, por apalancarse financieramente, está asociado a la probabilidad de insolvencia o riesgo de default. Es deducible de impuestos y a su vez genera un beneficio vía ahorro tributario, el cual incrementa el valor de la firma y reduce el costo de capital. Dicho ahorro tributario o tax shield es capturado en la tasa de descuento debido a que los Flujos de Caja Libre están libres de dicho efecto positivo de la deuda. Por su parte, el costo por riesgo default es el que contrarresta el beneficio obtenido en el ahorro tributario, dado que un nivel muy alto de deuda hace que la empresa incurra en la posibilidad de entrar en insolvencia o quiebra, aumentando así los costos de transacción.

El costo de la deuda se calcula a partir de la unión de tres componentes o parámetros diferentes. La tasa libre de riesgo, el margen de intermediación y el riesgo país.

Tasa libre de riesgo: La tasa libre de riesgo (risk free rate) es el factor representativo del valor del dinero en el tiempo. Para este ejercicio se tomó el rendimiento diario de los bonos del tesoro americano en base al supuesto que dichos bonos tienen cero riesgo default. La madurez elegida para este caso fue de 30 años ya que representa una buena estimación de proyectos a largo plazo, pues al estar estimando la tasa de descuento para proyectos cuyo periodo de pago se extiende entre 25 y 30 años resulta razonable y necesario utilizar dicha

tasa. El dato es obtenido en el U.S. Department of the Treasury⁵, con valor de 3 % al día 18 de Abril del 2018 cuando se realiza la consulta.

Costo (Spread) de intermediación: El Costo de Intermediación es un grado de prima o castigo que se le aplica al costo de la deuda dependiendo de la calificación de riesgo default que tiene la compañía a valorar, y representa su solidez para afrontar sus obligaciones financieras. Por lo tanto, el spread entre las tasas de mercado de bonos corporativos y la tasa libre de riesgo mide los costos de transacción e intermediación al igual que la percepción de riesgo default.

Según lo estipulado por el profesor Damodaran en su sitio Web, el spread sobre los bonos que cobrarían los bancos a un agente económico (empresa) en particular está dado por la calificación de riesgo que tenga cada empresa. La figura 4 muestra el spread sobre la tasa libre de riesgo para cada bono corporativo según su calificación de riesgo.

Figura 2 Spread sobre la tasa libre de riesgo según calificación

<i>Rating is</i>	<i>Spread is</i>
BB+	3.00%
BBB	2.00%
A-	1.30%
A	1.00%
A+	0.85%
AA	0.70%
AAA	0.40%

Fuente: Calificación de Riesgo de Damodaran a 25 de Abril de 2018.

Para el caso del sector de la construcción pesada en Colombia se tomaron los bonos corporativos de las únicas 3 empresas listadas en La Bolsa de Valores de Colombia. Los bonos corporativos de las 3 empresas tienen una calificación nacional de AA según las agencias calificadoras *Fitch Ratings* y el *Standar & Poor*'s⁶.

⁵ US Department of the Treasury. (s.f.). Recuperado el 18 de abril de 2018, de <http://www.treasury.gov/Pages/default.aspx>.

⁶ Calificaciones Crediticias – Definiciones & Preguntas Frecuentes. (n.d.). S&P. Recuperado el 18 de abril del 2018 de: http://www.standardandpoors.com/ratings/definitions-and-faqs/es/la#def_1

Figura 3 Calificación de riesgo de los bonos corporativos

Empresa	Calificación
ODINSA S.A	AA
Construcciones el Cóndor S.A	AA
Concreto S.A	AA

Fuente: Actas públicas de las agencias calificadoras.

Por lo tanto el costo de intermediación que se utilizará en este proyecto será de 0.70% sobre la tasa libre de riesgo.

El riesgo país: Es el diferencial del riesgo no diversificable de invertir en un mercado emergente⁷ como el caso de Colombia, con respecto a un mercado desarrollado, Estados Unidos. Este riesgo captura los riesgos políticos y regulatorios, la inestabilidad macroeconómica, las condiciones económico/sociales que pueden afectar la volatilidad de los retornos de un negocio y la incertidumbre del entorno del país en general. Para su cálculo existen tres metodologías diferentes:

- Spread de los Bonos Soberanos, se puede encontrar mediante el promedio de las diferencias entre las tasas de retorno de los bonos cero cupón con distintos vencimientos, entre el país emergente y sus respectivos comparables del tesoro americano. El inconveniente de la metodología es que el spread se debe al riesgo default y es claro que no existe relación directa de este riesgo entre los dos países. Esta medida se conoce internacionalmente como el Emerging Markets Bond Index (EMBI).

$$RP = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (R_{f_{Colombia\ t}} - R_{f_{USA\ t}})$$

⁷ “Economía expuesta a choques económicos, políticos y sociales, unidos a mercados de capitales poco profundos e ineficientes y una alta volatilidad en los niveles y tipo de crecimiento económico.” Villarreal, J. (2013) Nota de Clase Riesgo País. Universidad de los Andes.

- Desviaciones Estándar Relativas, basándose en que la volatilidad de un mercado emergente es mayor que la de uno desarrollado, se aplica la siguiente fórmula. Tiene como desventaja para este caso puntual que la información histórica colombiana necesaria es muy escasa por lo que la desviación estándar tiene valores muy elevados e inserta un error al modelo y por consiguiente a la tasa de descuento.

$$RP = \sigma_{Relativa} = \frac{\sigma_{Colombia}}{\sigma_{USA}} * r_{mUSA}$$

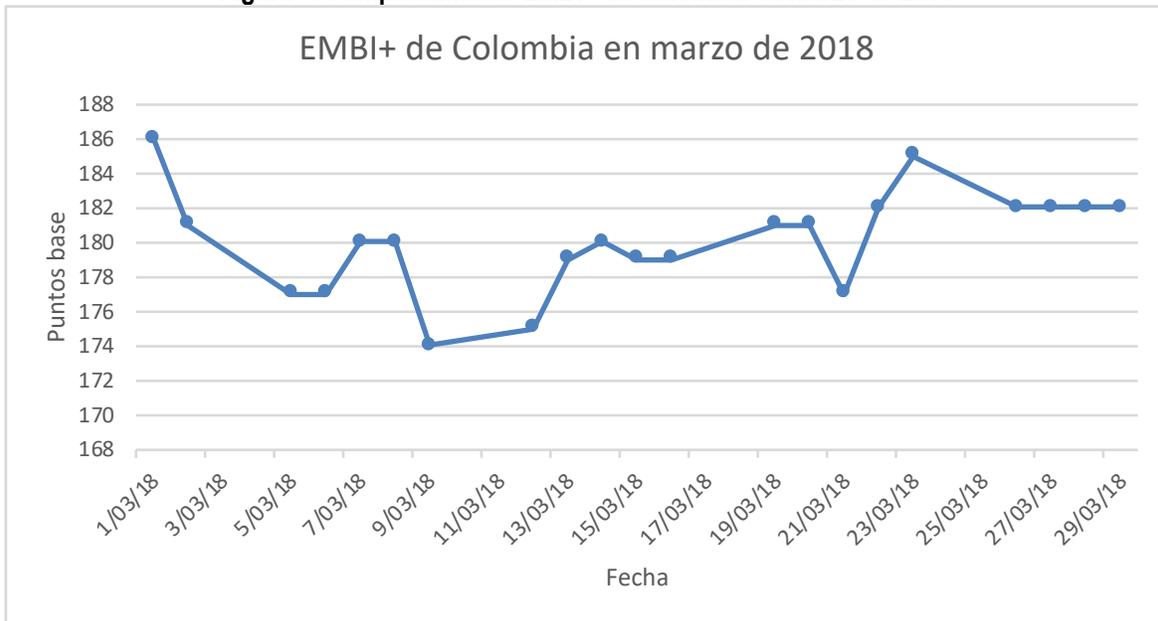
- Spread + Desviaciones Estándar Relativas, para su cálculo se combinan las dos primeras metodologías, por lo tanto, incluye sus ventajas y desventajas, retomando la proporcionalidad de los riesgos y la escases de información. Se aplica entonces la fórmula siguiente.

$$RP = Spread_{Colombia} * \frac{\sigma_{Colombia}}{\sigma_{USA}}$$

De acuerdo a lo anterior, la metodología más conveniente para este caso es la del Spread de los Bonos Soberanos, por las desventajas mínimas del método en comparación con la de los otros dos mencionados. Por esto para el cálculo del Riesgo País para este ejercicio se utiliza el promedio diario del último mes (Marzo 2018) del Emerging Markets Bond Index Plus (EMBI+) (Figura 4). Para Colombia elaborado por JPMorgan⁸, que incluye aspectos como, el nivel de déficit fiscal, las turbulencias políticas, el crecimiento de la economía y la relación Ingreso – Deuda. Con esto se sigue el retorno total de los bonos de deuda externa de mercados emergentes, midiendo el grado de peligro que tienen inversiones extranjeras en el mercado Colombiano. Es importante aclarar que el EMBI+ debería ser el Spot, pero dada la alta volatilidad se toma un promedio del último mes para acercarse al valor real.

⁸COLOMBIA - Riesgo País | Mercados - Ambito.com. (n.d.). COLOMBIA. Recuperado el 18 de abril del 2018 de: <http://www.ambito.com/economia/mercados/riesgo-pais/info/?id=4&desde=01/03/2018&hasta=18/04/2018&pag=2>
 FUNDAMENTALES DE LA ECONOMIA. (n.d.). : EMBI+. Recuperado el 18 de abril del 2018 de: <http://fundamentalesdelaeconomia.blogspoto>

Figura 4 Comportamiento EMBI+ de Colombia en marzo de 2018



Fuente: JPMorgan – Marzo de 2018

El valor obtenido luego de realizar el proceso mencionado es de 180,04 puntos básicos que representa una tasa del 1,8%. Dados los valores anteriormente estimados el costo de la deuda se calcula de la siguiente manera:

$$K_d = R_f + \text{Costo de Intermediación} + \text{Riesgo País}$$

$$K_d = 3\% + 0,7\% + 1,8\%$$

$$K_d = 5,5\%$$

Este valor corresponde al costo de la deuda antes de impuestos.

3.2 CAPITAL ASSET PRICING MODEL (CAPM) – COSTOS DEL EQUITY (k_e)

El Costo del Equity o Costo de Capital del accionista, representa el retorno en forma de tasa que una compañía paga a sus proveedores de capital, como compensación por el riesgo que asumen al invertir en esta. El cálculo del costo de capital requiere estimar el rendimiento que los inversores esperan al comprar acciones de una empresa concesionaria. La teoría financiera ha propuesto diversos modelos para estimar el costo del capital propio, siendo el más utilizado el modelo *Capital Asset Pricing Model* (CAPM).

Este modelo postula que todo inversionista deberá exigir una rentabilidad mínima sobre su inversión que sea consistente con el riesgo que asume al invertir sus recursos en dicha inversión. Esta rentabilidad mínima está en función del rendimiento de un activo libre de riesgo y una prima de riesgo asociada al tipo de negocio en el que se está invirtiendo. Además, se deben incorporar los impuestos, el margen de intermediación de los bonos corporativos de las empresas y el riesgo de invertir en mercados emergentes (Riesgo país). La expresión matemática que expresa esta relación se muestra a continuación:

$$K_e = K_d * (1 - \tau) + \beta_e * [(R_m - R_f) + RP]$$

Donde:

$K_e = \text{Costo del Equity}$

$K_d = \text{Costo de la Deuda}$

$R_f = \text{Tasa libre de riesgo}$

$\beta_e = \text{Beta del Equity}$

$R_m = \text{Retorno promedio del mercado}$

$RP = \text{Riesgo País}$

$\tau = \text{Tasa Impositiva}$

Esta expresión incorpora el valor del dinero en el tiempo a través de la tasa libre de riesgo y también tiene en cuenta la prima que exigen los inversionistas en el mercado por la posible sensibilidad de los retornos de la compañía ante los cambios en el mercado, representada por la prima por riesgo, que es uno de los principales supuestos de Modigliani & Miller. La prima por riesgo del negocio mide el retorno, por encima de la tasa libre de riesgo, requerido para compensar el riesgo de invertir en un negocio determinado. Este valor se obtiene al multiplicar la prima por riesgo del mercado, por el factor beta que compara el riesgo de un negocio particular frente al mercado.

La prima por riesgo del mercado o *Equity Risk Premium* corresponde a la variación de los retornos del mercado frente a la tasa libre de riesgo. Matemáticamente se define como sigue:

$$Risk\ Premium = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (R_{m_t} - R_{f_t})$$

Se toma la información de Damodaran (2017), en donde la prima por riesgo se calcula como el promedio aritmético de la diferencia entre los retornos del portafolio de mercado (S&P 500) y los bonos (T-bonds) del tesoro americano, desde 1928 hasta 2017, y es igual a 6,38%.

Como se mencionó, la ecuación del costo del equity incorpora también el riesgo sistemático no diversificable asociado al negocio de las concesiones en el sector de la construcción pesada. Este riesgo sistemático no diversificable se estima a partir de la sensibilidad que presentan los retornos de las empresas concesionarias (correlación de los retornos de las empresas del sector con los del mercado) ante posibles cambios en el mercado (varianza de los retornos del mercado). Este valor se denomina beta del Equity, beta de los accionistas o beta apalancado, y es un reflejo del riesgo de los accionistas de la empresa. Su expresión matemática se muestra a continuación:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)}$$

Por definición el Beta del portafolio de mercado es igual a 1, lo que significa que si el Beta de un security, en este caso, del equity, es superior a 1, éste es más riesgoso que el portafolio de mercado, y consecuentemente, los inversionistas requerirán un retorno esperado superior al retorno esperado del mercado como compensación al mayor riesgo asumido. El beta del equity (β_e) que se encuentra en la página de NYU de A. Damodaran⁹ para el sector de construcción pesada en el mercado de los Estados Unidos para abril de 2018 (información más actualizada) es igual a 1,51. Este beta se encuentra apalancado a la

⁹ Damodaran Online: Home Page for Aswath Damodaran. (n.d.). Damodaran Online: Home Page for Aswath Damodaran. Recuperado el 18 de abril del 2018 de: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

estructura de capital promedio del mercado en ese país, por lo tanto si se quiere hallar el beta desapalancado de los activos es necesario utilizar la siguiente expresión matemática:

$$\beta_e = \beta_u * \left(1 + \frac{D}{E} * (1 - \tau)\right)$$

Para desapalancar el beta de 1,51 se utiliza una tasa impositiva del 31,15% y una relación deuda- equity del 56,00 %, que corresponde a una estructura de capital de 64% de equity y 36% de deuda aproximadamente. Estos valores corresponden a la estructura de capital promedio del sector (estructura óptima) y a la tasa impositiva aplicable al mismo. Una vez se utiliza la anterior expresión se obtiene el beta desapalancado de los activos (β_u) para el sector de construcción pesada en los Estados Unidos.

$$\beta_u = 1,1$$

$$\beta_e = 1,51$$

Entonces es posible ver que el beta desapalancado de los activos asume que la firma no tiene apalancamiento financiero, es decir que es una firma de 100% equity (All Equity Firm). Cuando existe apalancamiento financiero es necesario apalancar dicho (β_u) a la estructura de capital de la firma considerando su apalancamiento financiero particular.

Es importante decir que el beta del equity se calcula a partir de una regresión lineal entre el retorno en exceso de un activo contra el retorno en exceso de la aproximación de un portafolio del mercado. El retorno en exceso se obtiene tomando el retorno del periodo, ya sea del mercado o del activo, y restándole la tasa libre de riesgo de ese mismo periodo. En la siguiente ecuación se observa la regresión que se debe realizar para hallar el beta.

$$(R_i - R_f) = \alpha + \beta * (R_m - R_f) + \varepsilon$$

Donde,

$R_i - R_f$: Retorno en exceso del activo i

$R_m - R_f$: Retorno en exceso del mercado (prima de mercado)

β : Beta apalancado (riesgo sistemático al que se enfrentan los accionistas)

α : Intercepto

ε : Término del error

Ahora bien, para calcular tanto el retorno del activo como el retorno del mercado se utiliza la ecuación.

$$R_i = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

Donde,

R_i : Retorno del activo i

P_t : Precio de la acción en el periodo t

P_{t-1} : Precio de la acción en el periodo t-1

De esta forma es posible calcular ese beta del equity, que además es directamente observable en el caso de activos en el mercado de capitales o empresas que tranzan sus acciones públicamente.

3.3 ESTIMACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

En esta sección del documento se estimará la tasa de descuento para el negocio de las concesiones viales en Colombia asumiendo que las firmas nacionales se apalancan a la estructura óptima de mercado, la cual corresponde a la estructura de capital promedio del sector de construcción pesada en los Estados Unidos (Mercado eficiente de referencia). Dado que el resto de variables ya fueron estimadas y que la tasa impositiva en Colombia es del 33% el anterior supuesto es el único que hay que hacer para la estimación de la tasa de descuento.

En el caso del WACC las variables estimadas son:

$$K_d = R_f + \text{Costo de Intermediación} + \text{Riesgo País}$$

$$K_d = 3\% + 0,7\% + 1,8\%$$

$$K_d = 5,5\%$$

$$K_d * (1 - \tau) = 3,69\%$$

$$\beta_e = \beta_u * \left(1 + \frac{D}{E} * (1 - \tau) \right)$$

$$\beta_e = 1,1 * (1 + 0,56 * (1 - 33\%))$$

$$\beta_e = 1,51 \quad , \quad (R_m - R_f) = 6,38\%$$

$$K_e = K_d * (1 - \tau) + \beta_e * [(R_m - R_f) + RP]$$

$$K_e = 5,5\% * (1 - 33\%) + 1,51 * [6,38\% + 1,8\%]$$

$$K_e = 16,06\%$$

$$WACC = K_e * \left(\frac{E}{D + E} \right) + K_d * \left(\frac{D}{D + E} \right) * (1 - \tau)$$

$$WACC = 16,06\% * 64,10\% + 5,5\% * 35,90\% * (1 - 33\%)$$

$$WACC = 11,61\%$$

De este ejercicio es posible decir que la tasa de descuento mínima requerida calculada a abril de 2018 para el negocio de las concesiones viales en Colombia es igual al 11,61% nominal en dólares (USD). Esta estimación asume que las firmas colombianas se apalancan a la estructura de capital óptima de mercado (promedio del sector en Estados Unidos) y que las condiciones de operación en cuanto al perfil de riesgo del negocio son las mismas en Estados Unidos que en Colombia. Esta estimación se hizo utilizando los betas proporcionados por Damodaran (2017) en su página web, lo cual es técnicamente correcto, pero para la aplicación de la metodología al caso de estudio se harán unas variaciones en algunos cálculos que a juicio del autor y sus asesores pueden llevar a una mejor estimación de la variable de interés para el caso particular de este proyecto.

4 CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio de este proyecto es la aplicación de la metodología anteriormente descrita a los proyectos que hacen parte del programa de cuarta generación (4G) de concesiones viales. Dado esto se busca estimar una tasa de descuento que incorpore todos los factores asociados al negocio de las concesiones viales en Colombia bajo el modelo de Asociación Público Privada (APP). En secciones anteriores de este documento ya se han estimado todas las variables asociadas a la metodología utilizada en este proyecto, pero para el caso de estudio se harán algunas variaciones en los cálculos que se realizaron anteriormente.

Las estimaciones hechas para el costo de la deuda (K_d) y la prima de riesgo de mercado no cambiarán debido a que éstas están calculadas de acuerdo a las definiciones del modelo, parámetros como la tasa impositiva tampoco serán modificados. El cambio fundamental de esta estimación respecto de la realizada en el numeral 3,2 se centra en la estructura de capital a utilizar y los betas asociados con la misma.

Para el caso de estudio el cálculo del Beta se hará a partir de una canasta de empresas internacionales que operen en mercados semi-fuertes y cuyo portafolio de servicios sea equivalente al de las empresas concesionarias de vías en Colombia. Los criterios de selección de la canasta de empresas de referencia son:

- Deben ser empresas inscritas en mercados que cumplen al menos con la forma semi-fuerte de eficiencia, en donde los inversionistas pueden diversificar el riesgo no sistemático.
- Deben ser empresas cuyo portafolio de servicios contenga servicios orientados a la financiación, elaboración de estudios y diseños definitivos, gestión ambiental, gestión predial, gestión social, construcción, rehabilitación, mejoramiento, operación y mantenimiento de corredores viales o demás proyectos que impliquen la construcción de infraestructura económica. Lo que se busca con esta canasta es representar el perfil de riesgo asociado al negocio de la construcción pesada en concesiones de infraestructura económica, con esta aproximación se pretende obtener las condiciones del negocio para Colombia a partir de empresas

comparables que operan en un mercado eficiente (forma semi-fuerte de eficiencia de mercado).

Para la estimación del beta se tomó como referencia el promedio de 21 compañías en el índice “Heavy Construction” del mercado Estadounidense. Este índice muestra el riesgo sistemático y la estructura de capital de compañías cuyos ingresos provienen de la construcción de proyectos de infraestructura económica, y que no operan en mercados emergentes. Estas compañías cotizan sus acciones en la Bolsa de Valores de New York que es uno de los mercados con información más completa y simétrica del mundo, por lo tanto la forma semi-fuerte del mercado se cumple en este entorno. Es necesario hacer el cálculo utilizando a Estados Unidos como referencia debido a que el mercado de valores de Colombia no cumple con la forma semi-fuerte de eficiencia del mercado. Utilizar los datos domésticos le quitaría robustez conceptual y estadística a la estimación, además de que se estaría violando un supuesto fundamental del modelo.

A partir de la canasta de empresas tomadas como referencia se halla una relación deuda – equity igual a 0,56, la cual corresponde a una estructura de capital con un 64,10% de equity y un 35,90% de deuda aproximadamente. Esta relación deuda-equity es muy similar a la hallada por Damodaran, que fue de 0,58, por lo tanto la canasta seleccionada tiene un sesgo estadístico bajo respecto de la canasta utilizada por Damodaran. Una vez se tiene esta canasta es posible hallar un beta desapalancado de los activos para cada empresa, dicho valor se halla al desapalancar cada beta utilizando la relación deuda – equity de la empresa y la tasa impositiva aplicable al sector. Este beta es promediable y al calcular el promedio aritmético de estos valores se habrá estimado el beta desapalancado de los activos para el sector. El beta del equity no es un valor promediable directamente debido a que este está afectado por la ampliación del riesgo sistemático que genera el endeudamiento financiero dada la estructura de capital de cada firma. Al desapalancar cada beta se está corrigiendo dicha distorsión, esa es la razón por la cual este beta desapalancado si es un valor promediable, que a su vez está reflejando el riesgo sistemático del negocio sin tomar en cuenta la estructura de financiamiento.

El beta desapalancado estimado a través de la canasta construida es igual 1,05. El beta desapalancado no deberá ser en principio muy diferente del hallado por Damodaran en su página web. Esto se puede evidenciar al comparar los valores correspondientes, la diferencia entre los dos es del 4% aproximadamente, entonces una vez más es posible decir que la canasta utilizada tiene un sesgo estadístico bajo respecto de la canasta utilizada por Damodaran.

$$\beta_u = 1,05$$
$$\beta_{u\text{Damodaran}} = 1,1$$

Este es el beta que deberá apalancarse a la estructura promedio de mercado de las empresas concesionarias de vías en Colombia, para este cálculo se usa la tasa impositiva y la relación deuda-equity “óptima” del mercado en Colombia. Como se mencionó previamente el beta desapalancado estimado no puede ser en principio muy diferente del hallado por Damodaran, pero el beta del equity y el beta apalancado de los activos si podrán ser considerablemente diferentes respecto de los calculados por Damodaran, debido a que la relación deuda-equity promedio de las empresas en Colombia es diferente a la relación promedio en Estados Unidos, además la tasa impositiva es diferente también. La estructura de capital es una de las variables más relevantes en la estimación de la tasa de descuento, el cambiar esta relación puede afectar significativamente el beta del equity y el beta apalancado de los activos, además de la ponderación de las fuentes de capital en el WACC y el CAPM.

A partir de una canasta de empresas Colombianas se halla una relación deuda – equity promedio para las empresas del sector en el país, esta relación deuda-equity corresponderá a la estructura de capital óptima del sector en el mercado Colombiano. La canasta contiene las empresas del sector que cotizan sus acciones en la Bolsa de Valores de Colombia, esta se muestra a continuación:

Figura 5 Canasta de empresas Colombianas

Empresa	Beta Equity	Debt to Equity
ODINSA S.A	1.12	0.29
Construcciones el Cóndor S.A	1.21	0.38
Concreto S.A	1.45	0.47

Fuente: Bolsa de Valores de Colombia

A partir de esta canasta de empresas es posible hallar una relación deuda- equity igual a 0,38, la cual corresponde a una estructura de capital con un 72,46% de equity y un 27,54% de deuda aproximadamente. Esta es la estructura de capital óptima en el mercado Colombiano y es la que se usará para apalancar el beta desapalancado hallado de la canasta de empresas del índice “Heavy Construction”.

Al apalancar dicho beta a la estructura de capital óptima del mercado para Colombia con una tasa impositiva del 33% se obtiene un beta del equity de 1,31 y un beta apalancado de los activos igual a 0,94.

$$\beta_e = \beta_u * \left(1 + \frac{D}{E} * (1 - \tau) \right)$$

$$\beta_e = 1,05 * (1 + 0,38 * (1 - 33\%))$$

$$\beta_e = 1,31$$

$$\beta_L = \beta_e * \left(\frac{E}{D + E} \right)$$

$$\beta_L = 1,31 * 72,46\%$$

$$\beta_L = 0,94$$

Una vez determinada la estructura de capital y los betas se procede a hacer la estimación del valor base de la tasa de descuento, dicho valor es el que se considera el valor esperado o valor más probable de la variable de interés de este proyecto. En el caso del WACC las variables estimadas son:

$$K_d = R_f + \text{Costo de Intermediación} + \text{Riesgo País}$$

$$K_d = 3\% + 0,7\% + 1,8\%$$

$$K_d = 5,5\%$$

$$\beta_e = \beta_u * \left(1 + \frac{D}{E} * (1 - \tau) \right)$$

$$\beta_e = 1,05 * (1 + 0,38 * (1 - 33\%))$$

$$\beta_e = 1,31 \quad , \quad (R_m - R_f) = 6,38\%$$

$$K_e = K_d * (1 - \tau) + \beta_e * [(R_m - R_f) + RP]$$

$$K_e = 5,5\% * (1 - 33\%) + 1,31 * [6,38\% + 1,8\%]$$

$$K_e = 14,40\%$$

$$WACC = K_e * \left(\frac{E}{D + E} \right) + K_d * \left(\frac{D}{D + E} \right) * (1 - \tau)$$

$$WACC = 14,40\% * 72,46\% + 5,5\% * 27,54\% * (1 - 33\%)$$

$$WACC = 11,45\%$$

De este ejercicio es posible decir que la tasa de descuento mínima requerida calculada a abril de 2018 para el negocio de las concesiones viales en Colombia es igual al 11,45% nominal en dólares (USD). Esta estimación asume que las firmas colombianas se apalancan a la estructura de capital óptima de mercado del sector en Colombia. Esta estimación se hizo utilizando el beta hallado de la canasta de empresas comparables del índice de “Heavy Construction”, dicho beta fue apalancado a la estructura de capital promedio del sector en Colombia, lo cual es técnicamente correcto y empíricamente resulta ser un cálculo más apropiado de acuerdo al caso de estudio. Esta estimación corresponde a la más probable en el concepto del autor, dado que es la que mejor se ajusta al cálculo ideal de la variable de interés.

Dado que la tasa anteriormente calculada se encuentra denominada en dólares (USD) resulta necesario calcular su equivalente en pesos Colombianos (COP), para esto se utiliza la devaluación de largo plazo estimada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) la cual para Diciembre de 2017 (Información más actualizada disponible) fue de 2,5%¹⁰. Entonces este valor puede usarse para pasar la tasa de descuento hallada en dólares a su equivalente en pesos Colombianos, pero dado que este valor corresponde a una estimación exógena en este proyecto el autor y sus asesores consideran que es posible asumir paridad

¹⁰ Departamento Nacional de Planeación. Boletín de Indicadores de Coyuntura Económica – Edición 50, Diciembre de 2017.

de tasas como alternativa a lo anterior. En ese caso la devaluación asumida sería de 0,00% y por lo tanto la tasa calculada en dólares sería igual a la tasa en pesos Colombianos, pero dado que ambas estimaciones son válidas, este proyecto considerará ambas dentro de los cálculos.

De acuerdo a lo anterior la tasa de descuento mínima requerida calculada a abril de 2018 para el negocio de las concesiones viales en Colombia es igual al 14,24% nominal en pesos Colombianos (COP). Este valor asumiendo una devaluación de 2,5%, y en el caso de que se asuma paridad de tasas la tasa de descuento en pesos es la misma que fue estimada en dólares, que correspondería a 10,91% real en pesos Colombianos (COP).

A partir de este resultado se puede ver que la tasa de remuneración real mínima que debería tener un proyecto de 4G en Colombia es de 10,91 % efectivo anual. Si la rentabilidad efectiva anual que ofrecen los proyectos de 4G es inferior a este valor se estaría ofreciendo una rentabilidad inferior a la tasa de equilibrio económico, por lo tanto no se estaría remunerando de forma adecuada al inversionista privado en términos de los riesgos que está asumiendo. Esta situación le generará problemas para recuperar su inversión y dado que el inversionista tiene derecho a ser compensado por todos los riesgos que asuma por encima de los establecidos, el Gobierno deberá compensarlo por estos sobrecostos. En la siguiente parte del documento se hace el análisis de sobrecostos de una concesión vial con base en los riesgos operativos propios de un proyecto con esas características. A continuación, se presentan los resultados finales respecto de la estimación de la tasa de descuento:

$$WACC_{USD-Nominal} = 11,45\%$$

$$WACC_{COP-Nominal} = 14,24\%$$

$$WACC_{COP-Real} = 10,91\%$$

5 ESTIMACIÓN DE RIESGOS – METODOLOGÍA

En esta parte del documento se hace la comparación entre la tasa interna de retorno (TIR) de una 4G y la tasa de descuento ajustada por riesgo calculada en este trabajo. El siguiente flujo de caja muestra el perfil de costos e ingresos de una concesión vial de 4G, este flujo corresponde en particular al proyecto Autopista Conexión Pacífico 1. El flujo ha sido levemente modificado por razones de confidencialidad, pero la TIR no ha cambiado respecto del flujo verdadero.

Figura 6 Flujo de caja libre operativo de una 4G (Estimado)
Flujo de caja libre operativo



Fuente: Cifras en millones de pesos constantes de Diciembre de 2012. Cálculos propios con base en la información de Bonus Banca de Inversión S.A.S.

La TIR proveniente de este flujo es de 8,64% en términos reales, es decir que la rentabilidad real efectiva anual que ofrece este proyecto es inferior a la tasa de equilibrio estimada anteriormente. Por lo tanto existe una subestimación del riesgo propio de concesiones viales por parte del Gobierno nacional, esta situación podría generar la necesidad de refinanciar la concesión ante eventuales sobrecostos en la ejecución del proyecto. En el siguiente numeral se explica en detalle la metodología utilizada para calcular los posibles sobrecostos en los riesgos más críticos y como esto impactaría el flujo de caja real de la concesión al punto de que el proyecto mismo tendría un sobrecosto total de cerca del 25% en promedio.

La subestimación de esos riesgos puede tener implicaciones futuras muy serias sobre los recursos fiscales que el Gobierno ha estimado para la ejecución de las 4G. Pues el monto podría cambiar considerablemente al tener que entrar a compensar al privado por los riesgos adicionales que tuvo que asumir durante la fase de construcción, además, históricamente este tipo de refinanciamientos han obligado al Estado a gastar montos adicionales de cerca del 35% del valor original de los contratos. En la parte de información histórica es importante decir que las tasas de sobrecostos provienen de las concesiones Transversal de las Américas y Ruta del Sol (Tramo I). Estas concesiones junto con los tramos II Y III de la Ruta del Sol son las únicas comparables en alcance técnico y monto de inversión a las 4G, es por esta razón que utilizando la información disponible de las 2 primeras concesiones se tiene una distribución de probabilidad asociada al posible sobrecosto en proyectos de infraestructura vial. Las Concesiones mencionadas pertenecen a la tercera generación, aunque en su estructura contractual tienen similitudes con los contratos de APP de las 4G.

Los periodos en los que se tomó la información corresponden a los años de 2009 y 2017, años en los cuales se han estado ejecutando tanto la Transversal de las Américas como la Ruta del Sol (Tramo I). La información fue obtenida por medio de las actas de obra del consorcio interventor de cada proyecto, debido a la naturaleza de la información los datos no se encuentran dentro de los anexos, pero si está el intervalo de confianza construido a partir de la simulación de Monte Carlo que se elaboró con base en esa información. Hay que aclarar que hoy en día existen mecanismos como la Ley de Infraestructura (Ley 1682 de 2013) y varias políticas que mitigan los riesgos socio prediales y ambientales que han enfrentado los proyectos de las anteriores generaciones. Por lo tanto la información proveniente de estos proyectos puede estar sesgada positivamente al menos en términos de los riesgos mencionados, es decir que las 4G pueden llegar a experimentar menores sobrecostos en dichos riesgos respecto de las concesiones anteriores. Por lo tanto, incorporar esta normatividad es de suma importancia dentro de las 4G, dado que con ella se pretende mitigar el riesgo predial que es uno de los riesgos que mayor impacto negativo ha generado en las concesiones de las generaciones anteriores. La estimación de sobrecostos

se hará bajo la información histórica en primera instancia y será comparada con una estimación en la cual se incorpore el efecto promedio de la Ley de Infraestructura.

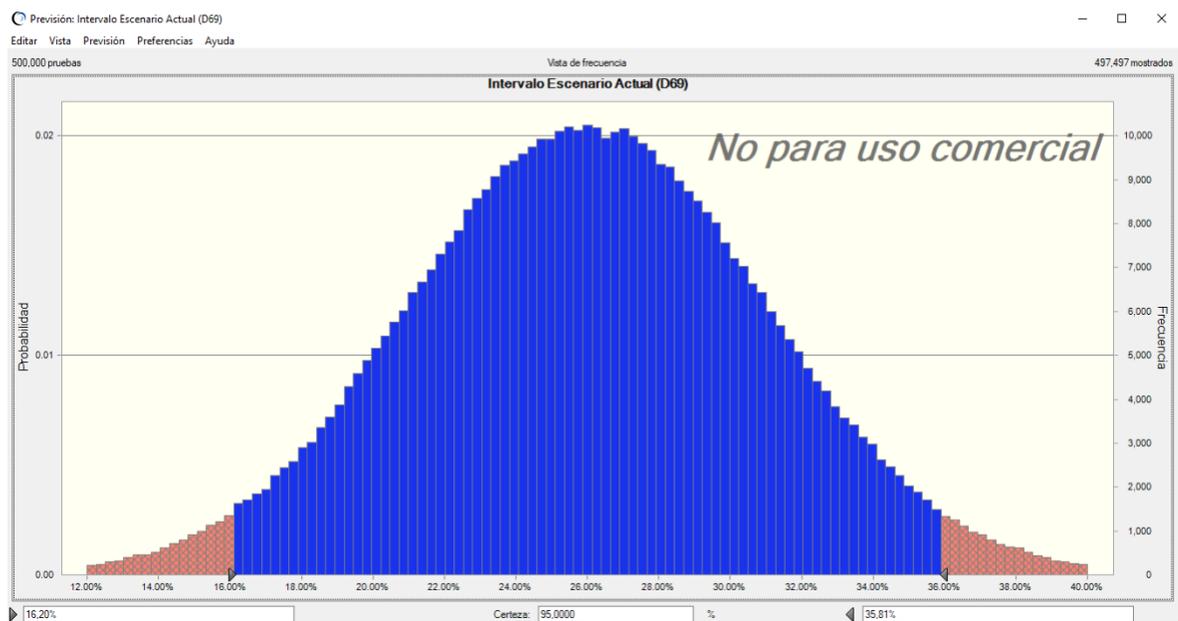
Este problema de la subestimación de riesgos viene de una estructuración financiera pobre en términos técnicos según señala la evidencia histórica en Colombia. Además, existen investigaciones realizadas en Estados Unidos y Europa que determinan el efecto que tiene la inversión en estudios y diseños sobre los sobrecostos percibidos en la ejecución de proyectos de infraestructura. Las conclusiones teóricas y empíricas de esas investigaciones son claras en el sentido de que una concesión con estudios y diseños de ingeniería apropiados tendrá menores sobrecostos en su ejecución. Este resultado es el canal económico por el cual se debe partir para la reestructuración de las concesiones 4G, es a través de este mecanismo que se logrará disminuir el valor esperado y la volatilidad de los sobrecostos que se han tenido bajo los escenarios actuales.

Para modelar dichos escenarios se utilizaron diversas variables aleatorias que modelan los sobrecostos y sobre plazos en los proyectos de infraestructura de tercera generación (3G) en Colombia. La información anteriormente relacionada es la información más reciente disponible dado que los proyectos de 4G aún no han terminado la fase de construcción por lo que sus sobrecostos no son aún observables y no son definitivos. Estas variables representan el porcentaje asociado al sobrecosto en cada área de los proyectos que ha ocasionado la materialización de un riesgo, particularmente los riesgos de adquisición predial, licenciamiento ambiental, manejo y traslado de redes, mayores cantidades de obra, mayor tiempo de ejecución, consultas previas y riesgos constructivos son los que mayores sobrecostos representan para los proyectos de infraestructura en Colombia.

En dichos escenarios se han observado unos sobrecostos promedio de todos los riesgos de cerca del 25% sobre el valor inicialmente estimado, lo cual se puede ver en el siguiente intervalo de confianza construido sobre la información histórica de la que se dispone. El intervalo proviene de 500.000 iteraciones de una simulación de Monte Carlo en la cual se determinó la distribución de probabilidad de los sobrecostos asociados a los riesgos predial, ambiental, constructivo, geológico, social y comercial de los dos proyectos comparables de

la tercera generación. Los sobrecostos vienen dados por año y provienen de los periodos entre 2009 y 2017, años en los que las concesiones comparables de tercera generación han estado en fase de pre construcción y construcción. Un supuesto muy importante de esta estimación es que se asume que en promedio los sobrecostos de las concesiones Transversal de las Américas y Ruta del Sol (Tramo I) son similares a los que tendrán las 4G. Concesiones de generaciones anteriores no son comparables ni técnica ni financieramente a las 4G, además la estructura contractual y las leyes aplicables difieren mucho de la normatividad y los contratos de concesión actuales.

El intervalo que modela el sobrecosto promedio en proyectos de infraestructura tiene un límite inferior de 16,20% y un límite superior de 35,81% al 95% de confianza. Dicho intervalo tiene una media del 26%, una desviación estándar del 5% y un error estándar medio del 0,01% como se muestra a continuación:



Previsión: Intervalo Escenario Actual (D69)

Editar Vista Previsión Preferencias Ayuda

500,000 pruebas

Estadística	Valores de previsión
▶ Pruebas	500.000
Caso base	0,00%
Media	26,00%
Mediana	25,99%
Modo	---
Desviación estándar	5,00%
Varianza	0,25%
Sesgo	0,0081
Curtosis	3,01
Coefficiente de variación	0,1925
Mínimo	1,64%
Máximo	52,66%
Error estándar medio	0,01%

Con los valores hallados anteriormente es posible ver que la incertidumbre asociada al costo de un proyecto con estas características es muy grande además de tener un valor esperado bastante alto respecto del presupuesto inicial. Esta situación nos obliga a pensar en la financiación de las 4G bajo el escenario actual, de hecho bajo el escenario actual se puede hacer la siguiente estimación del posible sobre costo sobre el Capex del proyecto y del nuevo valor del contrato dado ese sobre costo. Además también se tiene en cuenta dentro de esta estimación la ocurrencia del riesgo comercial asociado a un menor flujo vehicular respecto del proyectado en los estudios de tráfico actuales.

Figura 7 Flujo de caja libre operativo de una 4G (Escenario Riesgos 1)



Fuente: Cifras en millones de pesos constantes de Diciembre de 2012. Cálculos propios con base en la información de Bonus Banca de Inversión S.A.S.

Tabla 1 Tabla de sobrecostos del proyecto escenario riesgos 1

TIR	8.64%
Sobrecosto Capex	27.35%
Valor nuevo del contrato	25.72%

Fuente: Cálculos propios

De este flujo es posible ver que se tendría un sobre costo en el Capex de cerca del 27%, lo cual repercutiría en un aumento del 25% en el valor del contrato dadas las condiciones actuales. Este escenario es el que se quiere evitar a través de una mayor inversión en estudios y diseños, es decir, en una mejor estructuración técnica del proyecto que conduzca a estimar de forma más adecuada los costos asociados a la ejecución del mismo.

Ahora, partiendo del ejercicio anterior e incorporando dentro del cálculo el efecto estimado de la entrada en vigencia de la Ley de Infraestructura, se modela un nuevo escenario donde se mitiga específicamente un porcentaje del riesgo predial respecto del porcentaje estimado por la simulación de Monte Carlo. El porcentaje en que se mitiga el riesgo predial con la entrada en vigencia de la Ley de Infraestructura se determinó a partir del concepto del gerente financiero de concesiones del grupo Odinsa S.A, uno de los agentes más importantes del mercado de la infraestructura en Colombia. Esta información fue

suministrada en una entrevista personal en la que el representante de la empresa comentó que la expectativa de sobrecosto que se tiene a raíz de la Ley de infraestructura ha bajado considerablemente respecto de los escenarios de las anteriores concesiones. Es decir, que el riesgo predial calculado en la simulación baja en cerca de un 50% una vez se tiene en cuenta el efecto de la entrada en vigencia de la Ley de Infraestructura, el siguiente flujo de caja presenta esta situación:

Figura 8 Flujo de caja libre operativo de una 4G (Escenario Riesgos 2)



Fuente: Cifras en millones de pesos constantes de Diciembre de 2012. Cálculos propios con base en la información de Bonus Banca de Inversión S.A.S.

Tabla 2 Tabla de sobrecostos del proyecto escenario riesgos 2

TIR	8.64%
Sobrecosto Capex	21.31%
Valor nuevo del contrato	19.72%

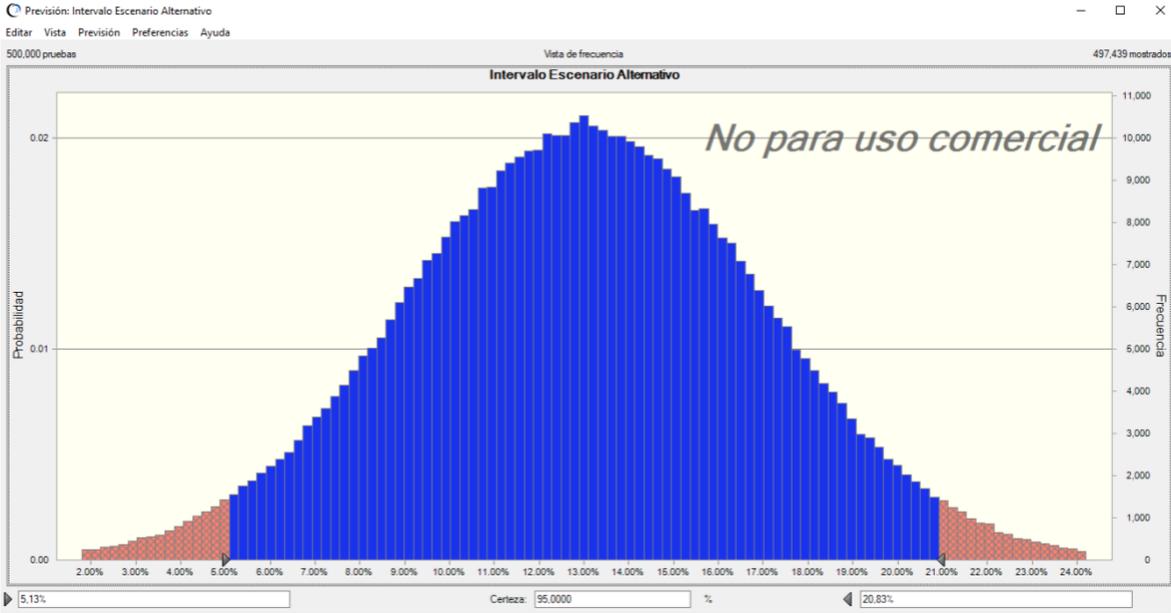
Fuente: Cálculos propios

De este flujo es posible ver que se tendría un sobre costo en el Capex de cerca del 21%, lo cual repercutiría en un aumento del 19% en el valor del contrato dadas las condiciones actuales teniendo en cuenta la Ley de Infraestructura. Este escenario mitiga en parte el riesgo predial debido a la incorporación de una normatividad que tiene por objetivo reducir el sobrecosto de la gestión predial en las concesiones. A pesar de que se incorpora el efecto

de la Ley el sobrecosto sigue siendo muy alto, es menor al histórico pero continua siendo muy alto para proyectos de valores tan altos como los de 4G.

Es en este sentido en el que se propone un escenario alternativo en el cual se haga una inversión de al menos 1,5% del valor del contrato en estudios y diseños. De esta forma el costo del Capex asociado a este ítem aumenta respecto del escenario actual, pero con esto se busca disminuir el sobrecosto asociado a la ejecución del proyecto durante el periodo de construcción. Entonces se construye un intervalo de confianza basado en información histórica empírica e información teórica para el sobrecosto en proyectos de infraestructura que cuentan con unos buenos estudios y diseños en términos técnicos.

El intervalo que modela el sobrecosto promedio en proyectos de infraestructura con un nivel alto de preinversión en estudios y diseños tiene un límite inferior de 5,13% y un límite superior de 20,83% al 95% de confianza. Dicho intervalo tiene una media del 13%, una desviación estándar del 4% y un error estándar medio del 0,01%. Dicho intervalo se muestra a continuación:



500,000 pruebas

Estadística	Valores de previsión
▶ Pruebas	500.000
Caso base	0,00%
Media	13,00%
Mediana	13,01%
Modo	---
Desviación estándar	4,00%
Varianza	0,16%
Sesgo	-0,0079
Curtosis	3,00
Coefficiente de variación	0,3078
Mínimo	-4,78%
Máximo	32,13%
Error estándar medio	0,01%

Se puede ver que con la implementación de un mayor nivel de preinversión la media y la desviación estándar del sobre costo promedio disminuyen en 92,31% y en 25,13% respectivamente, con lo cual se demuestra que la inversión en estudios y diseños si disminuye los factores de incertidumbre y sobrecostos por riesgos en los proyectos de infraestructura.

Con los valores hallados anteriormente es posible ver que la incertidumbre asociada al costo del proyecto bajo estas condiciones es mucho menor respecto del anterior, además el valor esperado se reduce en un 50% aproximadamente. Esta situación nos obliga a pensar en la financiación de las 4G bajo el escenario alternativo manteniendo las mismas condiciones respecto del escenario anterior con excepción de la inclusión de los estudios y diseños. Este cálculo está en el siguiente numeral.

6 ESCENARIO ALTERNATIVO

Figura 9 Flujo de caja libre operativo de una 4G (Escenario alternativo riesgos)



Fuente: Cifras en millones de pesos constantes de Diciembre de 2012. Cálculos propios con base en la información de Bonus Banca de Inversión S.A.S.

Tabla 3 Tabla de sobrecostos del proyecto escenario alternativo riesgos

TIR	8.64%
Sobrecosto Capex	14.63%
Valor nuevo del contrato	13.17%

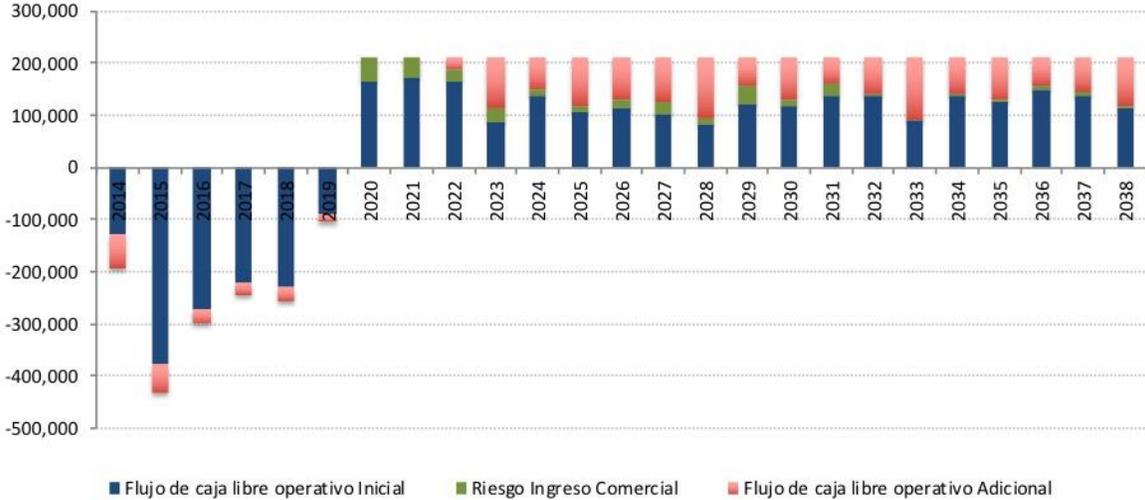
Fuente: Cálculos propios

Es posible ver que bajo este escenario el sobrecosto del Capex es mucho menor respecto del anterior, de igual manera el valor del contrato también es inferior. Se puede ver que existe un sobrecosto debido a que se está haciendo una inversión importante en estudios y diseños, lo cual naturalmente aumenta el costo de la concesión, pero con ello se está disminuyendo el valor esperado y la volatilidad del sobrecosto en el Capex respecto del escenario actual. Por lo tanto este escenario ofrece mejores garantías en términos técnicos, económicos y financieros para la ejecución adecuada del proyecto.

Por último, se propone un escenario en el cual además de lo establecido en el anterior se introduce un cambio adicional. Este cambio viene dado por el WACC calculado anteriormente, específicamente se quiere igualar la TIR del flujo de caja del proyecto con la

tasa de descuento ajustada por riesgos que se estimó. Este escenario se muestra a continuación:

Figura 10 Flujo de caja libre operativo de una 4G (Escenario WACC)
Flujo de Caja Libre Operativo (Escenario WACC)



Fuente: Cifras en millones de pesos constantes de Diciembre de 2012. Cálculos propios con base en la información de Bonus Banca de Inversión S.A.S.

Tabla 4 Tabla de sobrecostos del proyecto escenario WACC

TIR	10.91%
Sobrecosto Capex	14.65%
Valor nuevo del contrato	21.20%

Fuente: Cálculos propios

Es posible ver que bajo este escenario se tiene un sobrecosto del Capex igual que en el escenario anterior, pero se tiene un valor del contrario superior debido a que en este escenario se está mejorando el perfil de ingresos con el objetivo de igualar la TIR con el WACC calculado. Este cambio se hace debido a que el valor real de la concesión se debe reconocer de acuerdo con el riesgo que asume el privado al emprender el proyecto, y ese precio del riesgo está dado por el WACC estimado. Por lo tanto, bajo este escenario el sobrecosto es el mismo respecto del escenario anterior, pero al mejorar la rentabilidad (TIR) naturalmente el valor de contrato aumenta. Claro que este escenario resulta mucho más favorable que el primero en términos de sobrecostos y mayor valor del contrato, pues el sobrecosto es menor y el valor del contrato también.

Es importante decir también que este último escenario resulta más favorable en términos políticos para el Gobierno Nacional que el segundo. Esto debido a que bajo el último escenario no es necesario hacer compensaciones económicas al concesionario durante la ejecución del proyecto, sino que por el contrario si desde el inicio se establece que el perfil de ingresos será ese no habrá lugar a compensar al concesionario en ningún momento. Pues los ingresos que reciba durante la etapa de operación le permitirán cubrir los sobrecostos estimados durante la fase de construcción y además le permitirán alcanzar la remuneración justa de acuerdo con el riesgo que asumió al emprender un proyecto como los del programa 4G. Por lo tanto, es este último escenario el que ofrece las mejores ventajas respecto de los otros dos, y es el escenario que este proyecto propone como una posible solución a la estructuración actual de las 4G.

7 CONCLUSIONES FINALES

En este proyecto se hace un diagnóstico sobre la estructuración financiera de las concesiones viales de 4G, en el que se encuentra que se ha subestimado el impacto económico de los riesgos dentro del flujo de caja de los proyectos. Situación que podría generar gastos futuros adicionales a los establecidos actualmente por el Gobierno Nacional. Esta hipótesis se demuestra al calcular el costo promedio ponderado del capital (WACC) para el caso de estudio, utilizando la metodología del WACC y el CAPM, valor estimado en 10,91% real en pesos colombianos (COP), retorno que resulta inferior a la tasa real ofrecida en los proyectos de 4G que actualmente es del 8,64%. Esta tasa de retorno fue estimada con base en las variables asociadas al mercado colombiano en términos de estructura de capital y riesgo país, las demás variables se toman del mercado americano, pero se ajustan a pesos colombianos con la devaluación de largo plazo, ajustes que validan la consistencia de la tasa para el caso de estudio de este trabajo.

Dadas las experiencias previas en contratos de este tipo, se propone un modelo alternativo en el cual se incluye dentro del flujo de caja los sobrecostos y sobrepagos que probablemente se materializarían bajo unas condiciones financieras de equilibrio entre el perfil de ingresos y el de costos. Además de tener en cuenta las normas como la Ley de Infraestructura que se crearon específicamente con este propósito, de esta forma es posible

comparar los escenarios en términos de costos, y así concluir que, bajo el escenario propuesto, no solo se reduce la incertidumbre asociada a los posibles sobrecostos, si no que también se reduce el costo total del proyecto. Esta estimación nos permite proponer un esquema de ingresos y costos en el cual el inversionista sea remunerado de forma consistente con el riesgo que asume, y en el cual la inversión gubernamental se optimiza con respecto a las necesidades del proyecto.

Este es el aporte económico más importante del trabajo, pues se logra proponer un modelo que optimiza la inversión pública en proyectos de infraestructura de acuerdo con las características del proyecto y además se hace un aporte financiero. Esto, en el sentido de poderle proporcionar al inversionista privado un modelo que le permite, bajo cierto nivel de confianza, reducir la incertidumbre sobre los riesgos que está asumiendo en términos financieros. Esta situación es deseable para cualquier inversionista privado que desee participar en los procesos licitatorios de las diferentes etapas del programa 4G.

La recomendación que plantea este proyecto se basa en que el Estado Colombiano debe aumentar la inversión del programa 4G a través de vigencias futuras en 5.94 billones de pesos aproximadamente. Este valor se obtiene a partir de la suma de los recursos adicionales que requiere cada proyecto para obtener el cierre financiero bajo las condiciones actuales. Este valor viene dado por el porcentaje de recursos adicionales que requiere cada proyecto en relación con el valor de cada contrato, es así como se llega al valor mencionado. Esta inversión adicional se debe hacer sobre los 27,2 billones de pesos que actualmente están destinados a los proyectos de la primera y segunda ola de 4G. En total de los 19 de proyectos se estima de acuerdo con ANIF (2014) que 13 no tienen la financiación asegurada debido a los riesgos que se asume en cada uno, estos 13 proyectos obtendrán el cierre financiero a través de la inversión adicional de 5,94 billones en vigencias futuras que propone este trabajo.

Este trabajo logró un enlace importante entre la ingeniería de detalle y el enfoque financiero del negocio de concesiones en Colombia, pues ambos aspectos son fundamentales para determinar el éxito en la ejecución de estos. Una posible extensión de este trabajo desde el

punto de vista de la economía podría ser la cuantificación del impacto macroeconómico y microeconómico de los proyectos de infraestructura en el país, pues desde la parte macroeconómica se podría medir el impacto que las 4G u otros proyectos tienen en el PIB, y desde la parte microeconómica se podría medir el cambio en el bienestar que se produce en los agentes al tener bienes públicos como estos a su servicio. Por último, como se mencionó en la introducción, esta temática puede ser también abordada para otros países con diferentes perfiles de riesgo, pues los resultados cambiarán de acuerdo con el entorno económico en el que se estudie el problema de investigación.

8 BIBLIOGRAFIA – REFERENCIAS

- Alan Kraus, Robert H. Litzenger, "A State-Preference Model of Optimal Financial Leverage" *The Journal of Finance*, Vol. 28, No. 4 (Sep., 1973), pp. 911-922.
- Arrow, Kenneth and G. Debreu. "Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy." *Econometrica* 22 (1954), 265-90.
- Benavides, J. (2009). Reformas para atraer la inversión privada en infraestructura vial. Documento de Fedesarrollo y Corporación Andina de Fomento (CAF) para el fondo Germán Botero de los Ríos en su convocatoria 2009.
- Boeuf, P (2003). Public-Private-Partnerships for Transport Infrastructure Projects. European Investment Bank.
- Brennan, Michael and Alan Kraus, 1987, Efficient Financing under Asymmetric Information, *Journal of Finance* 42, 1225-1243.
- Castañeda, S. Villarreal, J. Echeverry, D. (2007) Modelo de valoración financiera de proyectos especializados en ingeniería de la construcción. *Revista Ambiente Construido*, Porto Alegre. Asociación Nacional de Tecnología de Ambiente Construido. Facultad de Ingeniería Universidad de los Andes.
- Cárdenas, M., A. Gaviria y M. Meléndez (2005), "La Infraestructura de Transporte en Colombia." Documento de Trabajo. FEDESARROLLO, Bogotá.
- Contraloría General de la República de Colombia (2001), "Evaluación de las Concesiones Viales." CGR, Bogotá.
- Crampes C, Estache A, (1998). Regulatory Tradeoffs in the Design of Concessions Contracts, *Utility Policy*.
- Damodaran, A. (2002). "Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset". Wiley, Hoboken, NJ. Manuscript provided by the author, <<http://www.damodaran.com>>(Apr. 4, 2006).
- El Tiempo (2010). La polémica "herencia" de las millonarias concesiones viales. Recuperado el 21 de mayo de 2015, disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-7843921>.
- Estache, A. (2001). Privatization and Regulation of Transport Infrastructure in the 1990's. The World Bank.
- González Torrijos, J. (2007). La financiación de la colaboración público-privada: El Project Finance.

- Gordon, M. J., and Shapiro, E. (1955). "Capital Equipment Analysis: The required rate of profit". MIT, 1955.
- Heinkel, Robert, 1982, A Theory of Capital Structure Relevance under Imperfect Information, *Journal of Finance* 37, 1141-50.
- Jensen, M. C., Black, F., and Scholes, M. S. (1972). "The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests." Michael C. Jensen, *Studies in the theory of capital markets*, Praeger Publishers Inc., 1972. Available at SSRN: <<http://ssrn.com/abstract=908569>>.
- Jensen, M. C. (1986). 'Agency costs of free cash flow, corporate finance, and takeovers', *American Economic Review*, 76, pp. 323-329.
- Meléndez, M. (2009), "Costos y beneficios de las concesiones de transporte de Colombia." Presentación ppt. Bogotá, 25 de agosto.
- Modigliani, F. and Miller M. (1958). "The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment." *American Economic Review* 48 (June 1958), 261-97.
- Modigliani, F. and Miller M. (1963). "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment". *American Economic Review*, 1963.
- National Agency of Financial Institutions - (ANIF) (2014). *Costos de Transporte, Multimodalismo y la competitividad de Colombia*. Retrieved on June 11 of 2015, Available at: <http://www.infraestructura.org.co/11congreso/Presentaciones/20Noviembre/SergioClavijo.pdf>.
- Roda, P., Perdomo, F., Sánchez, J. (2015), *Impacto de la infraestructura de transporte en el desempeño económico*. Archivos de economía, Documento 424 – Dirección de Estudios Económicos, Departamento Nacional de Planeación (DNP).
- Sharpe, W. (1964). "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk". *Journal Of Finance*, Vol 19 ,1964.
- Strong, J., J. L. Guasch y J. Benavides (2004), "Managing Risks of Infrastructure Investment in Latin America: Lessons, Issues, and Prescriptions." In J. Benavides (Ed.) *Recouping Infrastructure Investment in Latin America and the Caribbean – Selected Papers from the 2004 IDB Infrastructure Conference Series*. IDB. Washington, D.C. Felipe Herrera Library, IDB.
- Vasallo, J. and Izquierdo, R. (2010). *Infraestructura pública y participación privada: Conceptos y experiencias en América y España*. Corporación Andina de Fomento (CAF), Bogotá, Colombia.
- Villarreal, J. (2005) *El costo de Capital en proyectos de infraestructura civil básica (IB). Un ejemplo proactivo: El WACC para una concesión aeroportuaria*. *Revista de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de los Andes*, v. 20, p.17 – 27, 2005.

- Villarreal, J.; Cruz, J.; Rosillo, J. (2003). Finanzas corporativas, Valoración, Política de Financiamiento y Riesgo. Bogotá: Thompsom.
- Villarreal, J. El costo de capital en proyectos de infraestructura civil básica (IB). Revista de Ingeniería Universidad de los Andes , Bogotá, n. 21, p. 17-27, Mayo 2005.
- World Bank. (2003). “Private Participation in Infrastructure: Trends in Developing Countries in 1991-2001.”
- World Economic Forum. (2013). The Global Competitiveness Report 2014 – 2015: Retrieved on May 13 of 2015, available at: <<http://www.weforum.org/reports/global-competitiveness-report-2014-2015>>.
- World Finance. (2013). ANI lead Colombian road expansion: Retrieved on June 15 of 2015, Available at: <<http://www.worldfinance.com/infrastructure-investment/government-policy/ani-lead-colombian-road-expansion>>.

Anexo 1 Matriz de Riesgos Típica en Proyectos 4G

Matriz de Riesgos Típica en Proyectos 4G

Área riesgo	Tipo de Riesgo	Efecto	Privado	Público	Prob. Ocurrencia	Impacto
Riesgo de Adquisición Predial	Gestión Predial	No disponibilidad de predios derivados de actividades de gestión predial.	X		M	A
Riesgo de Adquisición Predial	Mayor Costo Predial	Sobrecostos por adquisición (incluyendo expropiación) y compensaciones socio-económicas.	X	X	M	A
Riesgos Ambientales	Gestión de Licenciamiento y/o permisos ambientales	Demoras en la obtención de las licencias y/o permisos derivados de la gestión ambiental.	X	X	B	A
Riesgos Ambientales	Sobrecostos por implementación del Manual	Sobrecostos por compensaciones socio	X	X	B	A

Área riesgo	Tipo de Riesgo	Efecto	Privado	Público	Prob. Ocurrencia	Impacto
	de Compensaciones exigido por la autoridad ambiental	ambientales.				
Riesgos Ambientales	Sobrecostos de obra por solicitudes adicionales a las previstas por entidad ambiental, de acuerdo a los problemas definidos en cada subtramo	Sobrecostos por obras adicionales como consecuencia del trámite de licencias ambientales.	X	X	B	M
Riesgo de Construcción	Geología y Geotecnia de Taludes	Dado el caso en el que exista inestabilidad en los taludes de corte para las excavaciones	X	X	B	A
Riesgo de Construcción	Túneles	Sobrecostos por inestabilidad de los frentes y del perímetro	X	X	M	M

Área riesgo	Tipo de Riesgo	Efecto	Privado	Público	Prob. Ocurrencia	Impacto
		de la excavación de los túneles como consecuencia de la existencia de accidentes tectónicos no detectados en la campaña de investigación geotécnica de los túneles o cambios en el tipo de terreno previsto en el diseño.				
Riesgo de Construcción	Cambio en el precio de los insumos para la construcción	Dado el caso en el que se incrementen los precios unitarios de los insumos para realizar las obras	X		M	M
Riesgo de Construcción	Cambios en los diseños / trazado	Fallas o cambios en los diseños;	X		B	A

Área riesgo	Tipo de Riesgo	Efecto	Privado	Público	Prob. Ocurrencia	Impacto
		causando mayores costos y demoras en el proyecto				
Riesgo de Construcción	Cambios en la cantidad de Obras	Dado el caso en que las cantidades de obras a realizar sean diferentes a las inicialmente definidas	X		B	A
Riesgo de Construcción	Relocalización de redes	Sobrecosto por manejo de redes.	X	X	M	A
Riesgo de Operación	Cambios en las cantidades de Operación y Mantenimiento	Dado el caso en el que las cantidades asociadas a la operación y mantenimiento sean mayores a los estimados.	X		B	M
Riesgo de Operación	Cambio en el precio de los insumos para la operación	Dado el caso en el que los costos de los insumos para la operación y	X		B	M

Área riesgo	Tipo de Riesgo	Efecto	Privado	Público	Prob. Ocurrencia	Impacto
		en especial el mantenimiento rutinario y periódico sean mayores a los presupuestados .				
Riesgo Comercial	Comercial o de Mercado	Dado el caso en el que hayan cambios inesperados en el volumen del tráfico o que por el contrario exista una evasión del peaje.	X		M	A
Riesgo Comercial	Evasión	Dado el caso en el que se reduzcan los ingresos por mala gestión en el cobro y manejo de los peajes.	X		B	B
Riesgo Comercial	Elusión	Dado el caso en el que se reduzcan los		X	B	B

Área riesgo	Tipo de Riesgo	Efecto	Privado	Público	Prob. Ocurrencia	Impacto
		ingresos por la instalación o construcción de vías o bypass ilegales que no sean imputables al concesionario.				
Riesgo Financiero	Cierre Financiero	Dado el caso en el que el privado no logre conseguir el cierre financiero que se necesita para ejecutar el proyecto	X		B	A
Riesgo Cambiario	Condiciones de la deuda	Dado el caso en que las condiciones del mercado (tasas de financiación, cambiario y de liquidez) afecten de manera directa la ejecución del	X		B	A

Área riesgo	Tipo de Riesgo	Efecto	Privado	Público	Prob. Ocurrencia	Impacto
		proyecto				
Riesgo Soberano o Político	Cambios en la legislación en general	Dado el caso en el que cambios en la legislación afecten de forma general a la población colombiana	X		B	A
Riesgo Soberano o Político	Cambios en la legislación que afecten de manera específica el proyecto	Ante cambios en la legislación aplicable a las APP, de tal forma que el flujo de caja del proyecto se vea afectado		X	B	M
Riesgo Soberano o Político	Realización de obras en tramos con póliza de calidad y estabilidad	Dado el caso en la concesión sea necesario realizar obras que involucren tramos que ya cuentan con póliza (están concesionados)	X		B	M

Área riesgo	Tipo de Riesgo	Efecto	Privado	Público	Prob. Ocurrencia	Impacto
Riesgo de Fuerza Mayor	Fuerza Mayor Asegurables	Dado el caso en el que durante la ejecución del proyecto se presente algún desastre natural	X		B	B
Riesgo de Fuerza Mayor	Fuerza Mayor No Asegurables	Sabotaje por terrorismo y/o actos guerrilleros, guerras o golpe de Estado.		X	B	M
Riesgo de Fuerza Mayor	Demora en la entrega de predios	Demora en la entrega de predios en expropiación considerado como evento de fuerza mayor.		X	M	A
Riesgo de Fuerza Mayor	Demora en la expedición de la licencia ambiental	Demora en la expedición de la licencia ambiental considerado como evento de fuerza		X	M	A

Área riesgo	Tipo de Riesgo	Efecto	Privado	Público	Prob. Ocurrencia	Impacto
		mayor.				
Riesgo Político Social	Gestión Social	Inconformidades y protestas por parte de la población aledaña con respecto a las obras o actividades a realizar en cada uno de los subtramos	X	X	B	B
Riesgo Político Social	Instalación de nuevas casetas de peaje	Dado el caso en que la población aledaña no permita la instalación de los nuevos peajes		X	M	A
Riesgo Político Social	Movimiento casetas peaje razones imputables al concesionario	Dado el caso en el que el privado no cumpla con los plazos establecidos para el	X		B	B

Área riesgo	Tipo de Riesgo	Efecto	Privado	Público	Prob. Ocurrencia	Impacto
		equipamento de conteo y las casetas de peaje				
Riesgo Político Social	Movimiento casetas peaje razones no imputables al concesionario	Dado el caso en el que la población aledaña impida la instauración de la caseta de peaje		X	M	A
Riesgo Político Social	Invasión de derecho de vía antes de iniciar las obras	Dado el caso en el que la población aledaña invada la vía antes de que se inicien las actividades de construcción		X	M	M
Riesgo Político Social	Invasión de derecho de vía una vez ejecutadas las obras	Dado el caso en el que la población aledaña invada la vía una vez ejecutadas las obras	X	X	B	M

Área riesgo	Tipo de Riesgo	Efecto	Privado	Público	Prob. Ocurrencia	Impacto
Riesgo Político Social	Costos por obras no previstas	costos por obras no previstas solicitadas por autoridades locales o comunidades.		X	B	A

Fuente: Elaboración propia con base en la matriz de riesgos de la ANI.