

AFECTACIÓN DE LA TIR POR MATERIALIZACIÓN DE RIESGOS EN
PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

DIEGO LEÓN CARO LONDOÑO

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

MEDELLIN

2015

AFECCIÓN DE LA TIR POR MATERIALIZACIÓN DE RIESGOS EN
PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

DIEGO LEÓN CARO LONDOÑO

Proyecto de grado para optar al título de Maestría en Ingeniería

ASESOR

FELIPE ISAZA CUERVO

INGENIERO MECÁNICO M.Sc INGENIERIA ADMINISTRATIVA

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL

MEDELLIN

2015

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Medellín, 28 de Octubre de 2015

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a Dios y a mis padres por estar siempre en mi camino hacia la excelencia.

A todas las personas que colaboraron con el desarrollo de este proyecto, por su tiempo, su paciencia y dedicación.

CONTENIDO

CONTENIDO	5
INTRODUCCIÓN	7
RESUMEN	9
1. INFRAESTRUCTURA.....	10
1.1. TIPOS DE INFRAESTRUCTURA	10
1.2. CONTEXTO DE LA INFRAESTRUCTURA EN COLOMBIA.....	12
2. RIESGO	15
2.1. DEFINICIÓN	15
2.2. CARACTERÍSTICAS	16
2.3. TIPOS DE RIESGOS	16
2.4. SUJETOS DEL RIESGO	20
3. ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS.....	22
3.1. DEFINICIÓN	22
3.2. NORMAS INTERNACIONALES PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS.....	22
3.3. PROCESO DE LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS.....	22
3.4. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN EL ANÁLISIS FINANCIERO	28
4. EVALUACIÓN DE PROYECTOS	30
4.1. PROCESO DE LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS	30
4.2. FLUJO DE CAJA	33
4.3. ELEMENTOS FLUJO DE CAJA	34
4.4. COSTO DE CAPITAL.....	36

4.5. CRITERIOS DE DECISIÓN EN EVALUACIÓN DE PROYECTOS.....	37
5. ANALISIS DE LOS RIESGOS PRESENTES EN LAS VIAS	39
5.1. METODOLOGÍA	39
5.2. IDENTIFICACIÓN	40
5.3. EVALUACIÓN	41
5.4. CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN.	41
5.5. OBTENCIÓN DE FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN Y PROBABILIDAD.....	41
5.6. EVALUACION FINANCIERA BAJO CRITERIOS DETERMINISTICOS Y DE RIESGOS.....	42
5.7. ANALISIS DEL VALOR Y RIESGO DE LA VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO EVALUADO BAJO RIESGO.....	42
6 CASO APLICADO.....	43
6.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO	44
6.2. ESCALAS DE CALIFICACIÓN.....	44
6.3. CALIFICACIÓN DE LOS RIESGOS.....	46
6.4. CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN	48
6.5. OBTENCIÓN DE FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN Y PROBABILIDAD.....	49
6.6. EVALUACION FINANCIERA BAJO CRITERIOS DETERMINISTICOS Y DE RIESGOS.....	51
6.7. Costo de capital.....	54
6.8. ANALISIS DEL VALOR Y RIESGO DE LA VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO EVALUADO BAJO RIESGO.....	56
8. BIBLIOGRAFIA	62

INTRODUCCIÓN

En el país actualmente, la mayoría de las empresas no cuentan aún con la cultura de administrar los riesgos. Generalmente estos son atendidos al momento que se presentan. Durante mucho tiempo la metodología de cuantificación y gestión de riesgos, no ha sido aprovechada por la gran mayoría de las constructoras a pesar de los beneficios que ésta ofrece. La falta de conocimiento y los prejuicios sobre la aplicación de la misma que tiene la gran mayoría de las constructoras han hecho de la administración de riesgo una herramienta al alcance de pocos.

Paralelo a esta situación, la distribución de los riesgos de los proyectos de construcción entre el constructor y el cliente, es cada vez más justa pasando de una situación donde el cliente tenía la responsabilidad de la gran mayoría de los riesgos, a una situación donde los constructores, han aceptado una mayor responsabilidad sobre aquellos riesgos que antes no eran de su obligación.

La industria de la construcción, cada vez más abierta a la competencia global, necesita incorporar las mejores prácticas internacionales para hacer frente a la apertura de los mercados internacionales de la industria de la construcción.

Inevitablemente los riesgos no pueden ser eliminados completamente, ya que la única forma de hacerlo, es dejando de realizar la actividad que pueda conllevar a su aparición. Es a partir de este punto, en donde el siguiente paso, una vez realizada toda la gestión de los riesgos y conscientes de que estos son algo inherente a cualquier actividad, calcular el costo de afectación que estos pueden tener en la rentabilidad de un proyecto al materializarse, se convierte en una herramienta que ayuda a la toma de decisiones de cualquier inversionista. Para este proyecto, los riesgos serán evaluados desde una perspectiva del impacto en la evaluación financiera como lo abordaremos más adelante.

Esta tesis de grado, está enfocada en la afectación que los riesgos puedan tener sobre la Tasa Interna de Retorno (TIR), apoyado en un criterio financiero de decisión de inversión como el Valor presente Neto (VPN). Aprovechando, uno de los proyectos más ambiciosos de la nación, el cual consiste en la cuarta generación de concesiones viales y teniendo en cuenta de que el nuevo esquema de contratación para esta cuarta ola de proyectos, es a través de las Asociaciones Público Privadas

(APP), donde el sector privado es un gran agente para el desarrollo de estos proyectos, esto pues gran parte de la financiación será con recursos propios.

Los proyectos de construcción, en este caso las vías, se desenvuelven bajo una incertidumbre considerable debido a que es muy difícil controlar algunas variables internas y externas que afectan el desempeño de los mismos en tiempo y costos. Actualmente muchos proyectos no se llevan a cabo exitosamente dentro de los costos y plazos estipulados inicialmente. Una de las causas de los retrasos y sobre los costos es provocado por la falta de prevención de riesgos durante la etapa de planeación de los proyectos. No basta solo con conocer los riesgos de forma técnica, si se quiere vender el proyecto, es necesario tener un panorama integral, fundamentado en conceptos tanto técnicos como financieros para determinar cuáles son las variables que pueden afectar el proyecto y sobre todo, como puede afectar la rentabilidad esperada de los inversionistas

Si bien el proyecto girará en torno a los proyectos de infraestructura vial, al final de este, se presenta una metodología que permite abordar otro tipo de proyectos, siendo la diferencia, la identificación de nuevos riesgos que se generen de la nueva actividad a desarrollar. Los riesgos usados para la ejecución del presente trabajo, serán los más relevantes dentro del proceso de ejecución de un proyecto vial en todas sus fases, desde la planeación, hasta su operación y mantenimiento.

Para el entendimiento del trabajo, se tendrá una parte descriptiva de los conceptos usados, tanto en la parte de riesgos como financiera; seguido a esto se realizará un análisis de riesgo en las vías en los cuales se destacaran los más comunes para realizar una selección y con este resultado, hacer un ejercicio aplicado para usar los conceptos mencionados a lo largo del trabajo y por último, concluir y desarrollar la idea del presente trabajo, la cual es, crear una metodología de evaluación de un proyecto vial, tanto en la parte de riesgo como financiera, para determinar la variación que puede sufrir la TIR en caso de materialización de uno o más riesgos.

RESUMEN

El presente trabajo de grado, tuvo como propósito identificar los riesgos presentes en la construcción de un proyecto de infraestructura vial y analizar cuál sería su impacto en la Tasa Interna de Retorno TIR, en caso de que estos se materialicen. Para dar cumplimiento a estos objetivos se realizó el estudio de varios proyectos de infraestructura vial apoyado en visitas aprovechando las nuevas concesiones viales que surgen en el País como es el caso de las 4G o cuarta generación de concesiones viales, al igual que se utilizaron modelos de simulación, para representar los escenarios en los cuales los riesgos se puede presentar y afectar la inversión realizada, afectando los ingresos esperados a futuro.

ABSTRACT

The purpose of the following assignment is to identify risks that are present in the construction areas of a vial infrastructure project and to analyze the impact of the internal rate return (IRR) in case of materialization. In order to accomplish the goals, we studied several different vial infrastructure projects based on visits where we took advantage of the new vial concessions that are emerging in our country, for example, the 4G case or the generation of the fourth vial concession where they used simulation models to represent different scenarios, where risks were demonstrated and affected the investment made, also affecting the incomes that were planned for the future.

1. INFRAESTRUCTURA

Cuando se piensa en infraestructura, frecuentemente, solo se asocia este término a todo lo relacionado con el sistema carretero, pero la verdad es que el término infraestructura, abarca muchas áreas que son importantes para el desarrollo de un país. La infraestructura es un conjunto de elementos y servicios que se necesitan para que algo funcione.

A continuación se mencionaran y se describirán los tipos de infraestructura.

1.1. TIPOS DE INFRAESTRUCTURA

A continuación se mencionan los sectores en que se desarrolla la infraestructura y los tipos de infraestructura pertenecientes a cada uno de ellos.

1.1.1. Infraestructura del transporte. A este sector pertenecen los equipamientos físicos y móviles necesarios para la conectividad entre dos lugares. Este es un sector muy importante para el crecimiento económico de un país. A este pertenecen:

- Vías terrestres: carreteras, túneles, líneas férreas, cables, etc.
- Vías fluviales: ríos y canales.
- Vías marítimas.
- Vías aéreas.
- Sistemas portuarios: está constituido por los puertos marítimos, fluviales y secos, aeropuertos y centros de transferencia.
- Sistemas especiales: se refiere a teleféricos, cables, poliductos.

1.1.2. Infraestructura del sector social. Este sector contiene todos los elementos físicos que permiten desarrollar todas las actividades del sector social.

- Infraestructura Educativa: incluyen las instalaciones necesarias para todos los niveles de la educación.

- Edificaciones públicas: acá se refieren a las instalaciones para la administración pública, en general todos los ramos gubernamentales como los son el poder ejecutivo, el legislativo y el judicial.
- Infraestructura urbana: este tipo de infraestructura es la que aporta el amoblamiento para la ciudad al igual que la recreación y algunas vías.
- Vivienda: esto comprende todas las edificaciones destinadas para la vivienda urbana y rural.
- Saneamiento básico: esto es una parte vital, aquí se encuentra el acueducto, alcantarillado, recolección y disposición de residuos sólidos y algo muy importante como lo son las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Infraestructura de seguridad: en un país como el nuestro, hay momentos en que es necesario invertir más en esta sector que en otras. Esto se refiere a las instalaciones necesarias para la seguridad interna y externa del país o la región, incluye cuarteles, comandos, estaciones marítimas y terrestres, cárceles.
- Infraestructura hospitalaria: para suplir las necesidades del sector salud en todos los niveles.
- Infraestructura de telecomunicaciones: todo lo relacionado con el desarrollo de las conexiones de televisión, radio, telefonía y otros procesos que requieren conectividad por red o por ondas.

1.1.3. Infraestructura productiva. Este tipo de infraestructura requerida para todos los niveles de la producción.

- Infraestructura energética: Todo lo relacionado con la producción de energía eléctrica, incluye hidroeléctricas, termoeléctricas y otras formas no tan convencionales.
- Infraestructura Industrial: en este sector están las instalaciones de todos los sectores industriales.

- Infraestructura agropecuaria: se incluyen todas las ferias de ganado, centrales de abastos, centros de acopio, entre otras.
- Infraestructura minera: todas las instalaciones físicas para la explotación, procesamiento y comercialización de minerales.
- Infraestructura turística: el conjunto de todas las instalaciones necesarias para atender la demanda turística como hoteles, posadas, casinos, etc.

1.2. CONTEXTO DE LA INFRAESTRUCTURA EN COLOMBIA

El desarrollo del país, ha ido de la mano con el desarrollo de la construcción. Por esto se han venido presentando una serie de cambios y modernizaciones en las empresas dedicadas a esta actividad. Dichos cambios comprenden todos los sectores que puede envolver una compañía, con esto hablamos de personal más capacitado para afrontar los nuevos proyectos que el país necesita, de igual forma se deben hacer cambios tecnológicos que acompañados del personal humano puedan facilitar los procesos de construcción. Se puede decir que teniendo una correcta explotación de los recursos locales, como se mencionó anteriormente, una incorporación de tecnologías avanzadas y la minimización del impacto ambiental, son algunos de los factores determinantes en el éxito de cualquier estrategia de desarrollo que se aplique a la industria.

Aprender de proyectos ejecutados en el exterior, esto puede servir como guía, mientras se adquiere todo el conocimiento requerido, esto con el fin que todos los mega proyectos que se quieran realizar en el país, no siempre se tenga que buscar las soluciones por fuera de este.

La industria de la construcción ha sido clave para el desarrollo económico del país en los últimos años debido a su gran dinamismo y se constituye como uno de los sectores más importantes y de mayor incidencia por su estrecha vinculación con la creación de infraestructuras básicas como: puentes, carreteras, puertos, vías férreas, túneles, plantas de energía eléctrica, hidroeléctricas y termoeléctricas, así como sus correspondientes líneas de transmisión y distribución, presas, obras de irrigación, construcciones industriales y comerciales, instalaciones telefónicas y telegráficas, perforación de pozos, plantas petroquímicas e instalaciones de

refinación y obras de edificación no residencial, entre otras. La mitad de los sectores productivos de la economía nacional se relacionan en mayor o menor grado con el sector de la construcción como proveedores directos.

La infraestructura siempre estará expuesta a diferentes tipos de riesgos como: naturales, humanos, inherentes, logísticos y patrimoniales. Por tal motivo esa gran inversión, que se tiene planeado para este sector, a través de las “Olas de Concesiones”, donde actualmente se están adjudicando los proyectos pertenecientes a la segunda Ola, los montos de las inversiones, tanto de capital privado como público son muy elevados, por lo que se debe hacer una óptima gestión de los riesgos para tener los menores contratiempos y reducir pérdidas económicas. En la tabla 1, se presentan algunos de los proyectos de infraestructura actuales más importantes en el país.

Proyecto	Descripción	Cuantía
Hidroituango	El grupo, conformado por Constructores e Comercio Camargo Correa S.A., y las colombianas Constructora Conconcreto S.A. y Coninsa Ramón H. S.A, se encargará de ejecutar la construcción de la presa, la central de máquinas y demás obras asociadas al proyecto hidroeléctrico.	\$ 1,890,000,000,000
Puerto de Urabá	El puerto de Urabá, se encuentra en su primera fase de estudio de pre factibilidad. El propósito de este puerto darle más salida a los productos que se originan al interior del país, los cuales son alrededor de un 70% del PIB	\$ 464,000,000,000
Ampliación Aeropuerto El Dorado	Ampliación de la terminal aérea existente con el fin de tener una capacidad mayor a la actual. Se encuentran en etapa de diseños	\$ 477,000,000,000

Tabla 1. Proyectos de Infraestructura. Fuente <http://www.portafolio.co>

Es acá donde aprovechando los conocimientos técnicos tanto en la gestión de riesgos, como financieros, se puede crear una herramienta que ayude a reducir la brecha de incertidumbre de los inversionistas a la hora de querer hacer parte de cualquier proyecto.

Por lo dicho anteriormente, nace la necesidad de identificar los riesgos que afectan estas obras, debido a las condiciones que se pueden presentar en el país, sean benéficas o adversas, ya que en caso de materializarse los riesgos, estos tendrán

un impacto que debe conocerse para realizar la debida gestión y mitigación de estos.

En el caso de aplicación de este trabajo se analizará el efecto de los riesgos sobre los resultados financieros en obras de infraestructura vial, las cuales son relevantes para el desarrollo económico del país, lo que se evidencia principalmente en ola de concesiones viales de cuarta generación que busca mejorar la malla de infraestructura vial en las carreteras de Colombia. En la tabla 2, se relacionan algunos de los proyectos con mayor cuantía en la cuarta generación de concesiones viales.

Proyecto	Descripción	Cuantía
Autopista al mar 1	El proyecto tiene una longitud estimada de 176 kilómetros y su recorrido discurre íntegramente por el departamento de Antioquia. El proyecto consiste en el mejoramiento de la calzada existente y construcción de vía nueva en otros tramos, de igual forma se construirán puentes y obras importantes como un túnel de 4.6 kilómetros	\$ 2,244,728,602,746
Corredor Neiva - Mocoa - Santana	Las vías objeto de la concesión “Corredor Neiva – Mocoa - Santana”, tiene una longitud total estimada de 447 kilómetros y en su recorrido atraviesa los departamentos de Huila, Cauca y Putumayo. El propósito fundamental del proyecto es desarrollar una vía de altas especificaciones para garantizar la conexión Sur - Norte de la Troncal Central, uniendo los departamentos del sur del país, específicamente Putumayo, Cauca y Huila, con el norte del país,	\$ 2,969,581,000,000
Rio Magdalena 1	Autopista al Río Magdalena 1, tienen una longitud total estimada origen destino de 156 kilómetros y su recorrido discurre íntegramente en el departamento de Antioquía. Las obras objeto de esta concesión consisten en un mejoramiento de la actual calzada y construcción de una nueva vía entre Porcesito y San José del Nus y la construcción de una nueva vía en doble calzada en el tramo San José del Nus- Alto de Dolores	\$ 1,151,573,085,996

Tabla 2. Concesiones Viales. Fuente Agencia Nacional De Infraestructura ANI

2. RIESGO

2.1. DEFINICIÓN

La palabra riesgo tiene diferentes significados, depende del contexto en que se evalúe, pero por lo general esta palabra se asocia a la incertidumbre y a eventos negativos.

A continuación se presentan cuatro definiciones disponibles de la palabra riesgo, las cuales tienen en común lo mencionado anteriormente:

Real Academia Española. “Contingencia o proximidad de un daño”.

Diccionario MAPFRE Seguros. “Combinación de la probabilidad de ocurrencia de un suceso y sus consecuencias... posible ocurrencia por azar de un acontecimiento que produce una necesidad económica...”.

Código de Comercio. “ARTÍCULO 1054. <DEFINICIÓN DE RIESGO>. Denominase riesgo el suceso incierto que no depende exclusivamente de la voluntad del tomador, del asegurado o del beneficiario, y cuya realización da origen a la obligación del asegurador...”

GTC 137 (ISO Guía 73:2009, definición 1.1). “Efecto de la incertidumbre sobre los objetivos.”

“Incertidumbre es el estado, así sea este parcial, de deficiencia de información relacionada con la comprensión o el conocimiento de un evento, su consecuencia o probabilidad.”

Las definiciones de riesgo en el Diccionario MAPFRE Seguros y en el Código de Comercio, son más extensas y enfocadas al contexto de los seguros, por tal motivo solo se toman fragmentos para mostrar lo común en estas definiciones y es que se refieren a algo incierto, porque no se conoce exactamente el cómo, el cuándo ni el dónde va a ocurrir el evento que se determinó que era un riesgo. Otro punto común es que hablan de pérdida o daño que se genera al materializarse dicho evento.

Luego de ver varias definiciones de la palabra riesgo, se puede decir de una forma genérica que riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un suceso incierto que

genere una pérdida, impida cumplir objetivos u ocasione resultados diferentes a los esperados.

2.2. CARACTERÍSTICAS

Algunos de los aspectos que definen las características de un riesgo son los siguientes:

2.2.1. Incertidumbre y aleatoriedad. Debe existir cierta incertidumbre de ocurrencia del riesgo, ya que de saber el cuándo, el cómo o el dónde, deja de ser riesgo para convertirse en un hecho. De esta manera la probabilidad de ocurrencia debe ser diferente de 0% o 100%. En el primer caso, si no hay posibilidad que se presente un riesgo, este no existe. Ejemplo: La probabilidad de ser afectados por un Tsunami en Medellín es nula, en consecuencia este riesgo, para Medellín no existe. En el segundo caso, cuando sabemos que la probabilidad de ocurrencia es 100%, ya es un hecho cierto y allí no hay riesgo.

Existen situaciones de riesgo que sabemos que tiene que ocurrir en algún momento, como es el caso de la muerte, pero lo que no sabemos es el cuándo, especialmente en personas sanas, jóvenes y en unas condiciones normales de vida, sería la única excepción de un riesgo cierto y que aun así tiene cobertura por una póliza de seguros.

2.2.2. Fortuito. Debe ser un evento donde no intervenga la voluntad propia, un evento súbito e imprevisto no predecible al cual se está expuesto. En el caso de las construcciones viales, siempre se tendrá el riesgo de un sismo, el cual es imposible de predecir, no como, ni donde, ni su magnitud; al ser imposible determinar estas variables, se hace difícil cuantificar la materialización de este riesgo, lo cual podría implicar sobre costos en caso tal de presentarse.

2.3. TIPOS DE RIESGOS

La clasificación de los riesgos también depende del contexto que se analice.

Las clasificaciones descritas a continuación no son una camisa de fuerza a seguir, son ejemplos. La clasificación de los riesgos puede ser realizada propiamente por

el equipo de la administración de riesgos. La idea es separarlos para hacer posible una mejor identificación.

2.3.1. Según sus resultados. Este tipo de riesgos son catalogados como los especulativos y los puros.

2.3.1.1. Riesgo de doble vía o riesgo especulativo. Es propio de un negocio e implica que se pueda tener mayores o menores beneficios e incluso pérdidas. Se presentan en los juegos de azar y en el sector financiero.

2.3.1.2. Riesgo de una vía o riesgo puro. En este riesgo en caso de materializarse, solo genera la posibilidad de pérdida. Incendio, hurto, daño material.

2.3.2. Según lo afectado.

2.3.2.1. Riesgos personales. Como su nombre lo dice, afecta el estado de las personas tales como la salud, integridad física o disminución de capacidades. A estos pertenecen la muerte, invalidez y enfermedad.

2.3.2.2. Riesgo sobre activos reales. Afecta los bienes muebles o inmuebles. De este tipo de riesgos son los daños materiales, hurto, incendio, choque, entre otros.

2.3.2.3. Riesgos patrimoniales. Con estos riesgos no existe un daño en un bien o en las personas, pero si se afecta el patrimonio de las mismas, implica una pérdida económica dada como por ejemplo por una responsabilidad civil, multa, pérdida de imagen o lucro cesante.

2.3.3. Según su origen, existen riesgos internos y externos. Los riesgos están en todas partes y existen en todas las empresas, dependiendo de la actividad a la que se dediquen, ciertos riesgos requieren de mayor atención que otros, al igual que la ubicación geográfica, agrava o disminuye la probabilidad de pérdida por cierto tipo de riesgo. A continuación se dividen los riesgos según su origen:

2.3.3.1. Riesgos internos o generados en la empresa. Estos son los riesgos que se generan según el tipo de empresa, los objetivos que la direccionan y los procesos que se llevan a cabo.

- Estratégico: son las pérdidas generadas por la implementación de una mala estrategia o hacerlo de una forma inadecuada, o por el ingreso de nueva competencia al mercado, falta de investigación, nuevos productos, cambios de tecnología, fallas en las redes de distribución, cambio o pérdida de imagen, la falta de adaptación a los constantes cambios del entorno empresarial.
- Operativos: es la posibilidad de pérdidas ocasionadas por un mal abastecimiento, producción y distribución. Fallas en el recurso humano o en los sistemas de control.
- Mercado: este es un riesgo especulativo, puede generar pérdidas o ganancias. Este riesgo puede ser afectado por la tasa de cambio, en caso tal que los insumos sean importados o porque el producto terminado sea exportado. Los insumos, así no sean importados, también pueden aumentar el valor, ya sea por el aumento o escasez de los combustibles o servicios públicos.
- Crédito: el aumento en las tasas de interés, puede llevar a que la empresa no pueda hacer nuevas compras de maquinaria u otras inversiones. Este riesgo se puede presentar más en las entidades financieras, cuando hacen préstamos que posiblemente no puedan ser pagados por los deudores. Las ventas a crédito ya son muy comunes, generando la posibilidad de no ser pagadas en las fechas establecidas o peor aún que estas cuentas no puedan ser rembolsadas por iliquidez del cliente.
- Tecnológico: en la actualidad, el uso de la tecnología por parte de las empresas es indispensable, especialmente en las telecomunicaciones. Pero esta puede ser vulnerable a los “hackers” o los virus. El colapso en las telecomunicaciones, puede llevar a parar una empresa o poner en riesgo la vida de personas. También existe el riesgo de la dependencia tecnológica, donde las empresas pueden entrar en la quiebra o salir del mercado por no estar a la vanguardia en este aspecto.

- Del personal: el recurso más importante de una empresa puede ser el personal. Los accidentes laborales o enfermedades profesionales, pueden generar lesiones leves, graves e incluso mortales que pueden ser causa de demandas. En caso tal que la lesión sea en uno de los empleados clave, la producción e incluso la imagen de la empresa podría ser afectada. La infidelidad de los empleados, también es otro riesgo que afecta las empresas.

2.3.3.2. Riesgos externos o generados por el entorno de la empresa. Estos riesgos son generados según el entorno en que se mueva la empresa.

- Políticos: los cambios de legislación nacional o internacional, la forma de manejo político que se dé por parte del gobierno, la calidad de sus gobernantes, la estabilidad del poder, los planes de gobierno entre otras, pueden afectar las empresas.
- Social: la ubicación geográfica de la empresa o el proyecto, puede generar o incrementar la posibilidad de ocurrencia de otros riesgos. La cultura de la región donde está instalada o ejecutado, las condiciones de seguridad, de vida y desarrollo, pueden alterar el proceso normal de las actividades de la compañía, ya que dependiendo de las condiciones antes mencionadas, el riesgo de hurto, terrorismo, vandalismo, extorsiones entre otras, aumenta o disminuye.
- Legal: el desconocimiento de las normas, no exime de su cumplimiento. Por este motivo, la omisión, desacato o una mala interpretación jurídica de normas legales o reglamentarias, pueden generar demandas o sanciones a la empresa.
- Naturales: los riesgos de la naturaleza están presentes en todas partes, también dependiendo de la ubicación geográfica, unos en mayor medida. Estos riesgos son: terremoto, maremotos, huracán, inundación, deslizamiento, descargas eléctricas, entre otras.
- Industria o sector: según el tamaño de la compañía y el sector al que pertenezca, las empresas tienen riesgos propios como lo son la corrupción, competencia desleal, actividades públicas peligrosas, responsabilidad por contratos en ejecución, enfermedades profesionales, tráfico de información, entre otras.
- Mercado: cambios en los hábitos de consumos, nuevas competencias.

- Demográficos: políticas migratorias, emigración, tasa de crecimiento poblacional.

2.4. SUJETOS DEL RIESGO

Ya que los riesgos están presentes en todas partes, las personas y los distintos tipos de bienes materiales están expuestas a ellos. A continuación se clasificarán de una manera muy general, pero conveniente para este proyecto, todo lo que está expuesto a un riesgo desde el punto de vista de una empresa.

2.4.1. Personal. Todas las personas están expuestas a los riesgos, dependiendo del tipo de empresa en mayor o menor medida. Si fuese una empresa en el sector de la construcción, considerado como uno de los campos más peligrosos, el personal estaría más expuesto que en una empresa de intermediación de seguros. Partiendo de la ética y la moral, todas las personas son iguales, ninguna tiene más valor que otra, pero, para el funcionamiento de una compañía, si existe personal clave, ya que de materializarse un riesgo en estas personas, puede generar efectos negativos en los resultados esperados de una empresa. Por tal motivo, el personal se puede diferenciar en general y directivos o claves.

2.4.2. Activos materiales. Para la contabilidad, los activos son los bienes que hacen parte del patrimonio de una empresa. Aunque estos pueden ser muebles e inmuebles, en esta ocasión sólo mencionaremos los activos inmuebles más representativos y que tienen mayor afectación en caso de materializarse un riesgo.

2.4.2.1. Edificios. Son las estructuras o instalaciones donde la empresa ejecuta su actividad económica. Pueden ser locaciones independientes o en una sola llevarse a cabo la producción, el almacenamiento y parte administrativa. Estas estructuras, dependiendo su ubicación, están expuestas en mayor o menor medida a terremotos, tsunamis, huracanes, deslizamientos y riesgos de la naturaleza en general.

2.4.2.2. Maquinaria y equipos. La maquinaria es parte fundamental en las empresas. En algunas este es su mayor activo. En las empresas que tienen planta de producción, un fallo en alguna de sus máquinas puede parar la producción completa o disminuirla en forma considerable. Las máquinas y los equipos están expuestos a los mismos riesgos que están expuestos los edificios, lo cuales ocasionarían daños

externos a las máquinas, pero adicional a estos están expuestas a otro tipo de riesgos como la impericia de los operarios, al daño interno, explosión

2.4.2.3 Equipos electrónicos. En la actualidad los equipos electrónicos son fundamentales en todas las empresas.

2.4.2.4 Materia prima e insumos. La materia prima y los insumos son parte fundamental para las empresas, ya que sin estas no pueden generar un producto. Los riesgos a los que se puede estar expuesto es la falta de materia prima por aumento en valor, difícil consecución o escasez en el mercado. Por parte de los insumos, en algunos casos, los servicios públicos como la electricidad o el agua, son insumos de gran importancia.

2.4.2.5 Otros activos. Algunos activos como el buen nombre de una compañía o la información que esta maneja, pueden ser de lo más importante de una compañía. Para este caso, la buena imagen puede ser un factor determinante a la hora de solicitar préstamos ante entidades bancarias o vender el proyecto a inversionistas

2.4.2.6 Activos de terceros. Existen empresas que su actividad principal es cuidar activos de terceros como lo son los parqueaderos o las bodegas de almacenamiento, la empresa es responsable por dichos activos.

3. ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

3.1. DEFINICIÓN

La administración de riesgos es la aplicación de los procesos y actividades de forma sistemática en un contexto, para identificar, evaluar, intervenir, prevenir y proteger las situaciones de riesgo que pueden afectar la ejecución de una actividad. Con esto se pretende evitar o mitigar las pérdidas.

En la norma ISO NTC 31000, definen la gestión de riesgos como las “*actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización con respecto al riesgo*”. Teniendo en cuenta de que los riesgos pueden afectar tanto a empresas que tienen un horizonte de operación indefinido, también afecta a los proyectos de infraestructura, que si bien tienen tiempos de operación definidos antes de ser revertidos al Estado, la metodología mencionada anteriormente, aplicaría para estos también.

3.2. NORMAS INTERNACIONALES PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

La norma más utilizada en los últimos diez años para la administración de riesgos fue la Norma Estándar de Australia y Nueva Zelanda de Administración de Riesgos AN/NZS 4360:2004 (Australian and New Zealand Standard on Risk Management). Basados en esta norma, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), creó la NTC 5254:2004 Norma Técnica Colombiana de Gestión de Riesgos. Luego en el año 2009, la ISO (The International Organization for Standardization), escribió la ISO 31000:2009 (Risk management – Principles and guidelines). En el 2011, el ICONTEC, saca la norma NTC 31000: 2011 (Gestión del riesgo. Principios y directrices), una traducción idéntica de la norma ISO 31000:2009.

3.3. PROCESO DE LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

En las normas antes mencionadas, proponen para la gestión del riesgo el proceso que se presenta en la Figura 1.

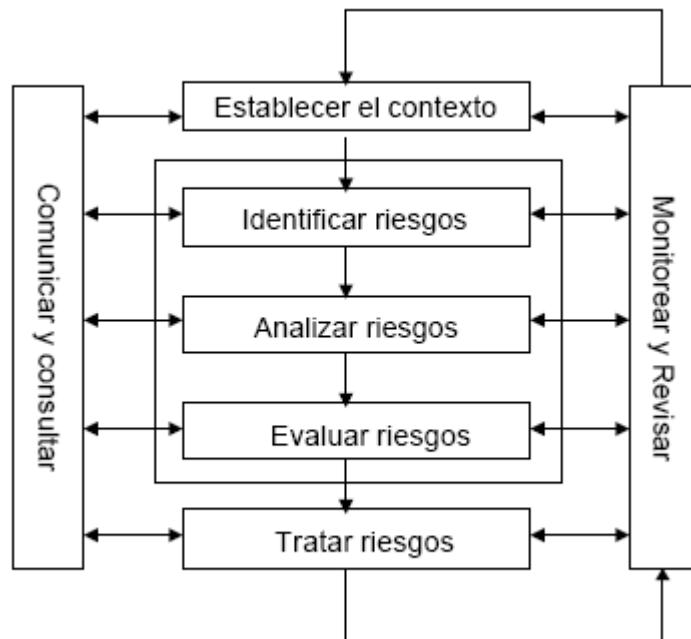


Figura 1. Metodología gestión de riesgos. Fuente Norma ISO 31000

Este proceso es sistemático y cíclico, se considera una guía genérica con los componentes necesarios para la administración del riesgo, el estándar debe ser aplicado a cada una de las actividades del proyecto que se quiera analizar. Dicho proceso no es una camisa de fuerza, ya que todos los proyectos son diferentes y puede tener variaciones. Lo que se pretende con esta metodología es dar una base para una buena administración de riesgos. A continuación se realizará una breve descripción de cada uno de los pasos.

3.3.1. Comunicar y consultar. Esta comunicación se enfoca en consultar con el personal participante en el proyecto, a qué tipo de riesgos creen ellos que están expuestos y mencionarles riesgos que no hayan tenido en cuenta y tomar nota de los que dicho personal no haya visualizado. Todo el proceso de administración de riesgos debe ser registrado, en especial la parte de comunicación y consulta, puesto que son el punto de partida para la toma de decisiones, ya que es muy importante conocer la percepción del riesgo que tienen todas las personas involucradas en el proceso.

3.3.2 Establecer contexto. Uno de los objetivos más importantes a la hora de ejecutar cualquier proyecto, es poder realizarlo dentro de los tiempos estipulados, ya que el no hacerlo, puede conllevar a multas afectando así la rentabilidad o las ganancias al final de este. Para establecer el contexto se debe tener en cuenta dos tipos, externo e interno. Para establecer el contexto externo, se debe tener en cuenta la reglamentación que rige a la empresa encargada de ejecutar la obra, la parte social que la rodea, la competencia, personas, empresas o entidades que tienen algún tipo de relación o interés en la compañía.

En el contexto interno se debe comprender la organización de la empresa, su organigrama, capacidades y recursos tanto materiales como de personal, los objetivos y las estrategias para cumplirlos. Establecido este punto, se pueden definir las políticas de riesgo.

3.3.3. Identificar riesgos. Un riesgo que no se identifique en este punto puede no ser tenido en cuenta en todo el proceso de la administración de estos.

Para la identificación de riesgos es necesario tener en cuenta los que estén bajo control de la compañía y los que no.

La forma que sugiere la norma NTC 5254, es preguntarse ¿Qué?, ¿Dónde? y ¿Cuándo puede materializarse un riesgo? La respuesta a estas preguntas ayuda a identificar los eventos que pueden retrasar o interrumpir el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

Al responder las preguntas ¿Por qué? y ¿Cómo puede suceder?, se identifica la manera de prevenir la ocurrencia de los eventos o disminuir su probabilidad, además de aminorar sus consecuencias en caso de materializarse.

3.3.4. Analizar riesgos. La finalidad de este paso es alcanzar una total comprensión de los riesgos, determinar que tanto pueden afectar la empresa. Para esto es necesario analizar la frecuencia y probabilidad con la que se puede presentar el riesgo y el impacto o posible pérdida que este puede causar a la compañía. Según ese impacto se determina si se trata el riesgo y la estrategia de tratamiento.

Los riesgos de menor impacto o los que son muy similares, pueden ser excluidos del estudio detallado, pero debe quedar registrado cuales fueron esos riesgos.

Examinar y analizar los controles existentes para la prevención y mitigación de riesgos, con el fin de evaluar sus fortalezas y debilidades.

La combinación apropiada de frecuencia y probabilidad de ocurrencia de un riesgo, dan como resultado un nivel de riesgo. Estas dos variables se pueden estimar utilizando análisis y cálculos estadísticos. Para ese análisis es necesario tener diferentes fuentes de información como:

- Registros de eventos ocurridos
- Experiencias de la empresa
- Publicaciones profesionales relevantes
- Experimentos y prototipos
- Juicios de expertos y especialistas
- Modelos económicos e ingenieriles
- Investigación de Mercados
- Resultado de consultas

Las técnicas para obtener la información pueden ser:

- Entrevistas con expertos de cada área que se necesite evaluar.
- Utilizar grupos multidisciplinarios de expertos.
- Realizar evaluaciones individuales mediante cuestionarios.
- Utilizar modelos o simulaciones.

Según los datos obtenidos, el grado de exactitud, el propósito del análisis a realizar y los recursos disponibles, se puede efectuar un análisis cualitativo, semicuantitativo, cuantitativo o una combinación entre ellos.

El análisis cualitativo utiliza palabras para describir las consecuencias y el impacto de estas en caso de materializarse un riesgo. Cuando no es posible acceder a datos numéricos o hay insuficiencia de recursos, este método puede ser utilizado.

Al darle valor a la magnitud del riesgo en el análisis anterior, se crea el análisis semicuantitativo. Con este se espera generar una clasificación más amplia y un poco más específica. Los valores dados no tienen que ser exactos con respecto a lo estudiado, pueden ser valores genéricos.

Un análisis numérico, solo emplea valores para las probabilidades y magnitudes. Estos valores son obtenidos de las fuentes de información, pero no en todos los casos se tienen registros cuantificados, lo que reduce su utilización. Dependiendo de la calidad de esta información, cuando existe, es la calidad del análisis.

3.3.5. Evaluación del riesgo. La idea de este paso es la toma de decisiones según el análisis realizado en el paso anterior. Según el análisis anterior, se priorizan los riesgos que requieren ser tratados y cuales solo requieren un tratamiento mínimo.

Una buena herramienta para esta priorización es la matriz de riesgos, luego de darle una valoración a la frecuencia y severidad, se ubican en esta matriz (Figura 2).

FRECUENCIA	4				
	3				
	2				
	1				
		0 - 5%	6 - 15 %	16 - 30 %	>30%
		SEVERIDAD			

Figura 2. Matriz de riesgos. Elaboración propia

Con esta matriz se priorizan de una manera más fácil los riesgos y según su ubicación se determina que tratamiento se le puede dar a cada uno de ellos.

3.3.6. Tratamiento del riesgo. Para saber cómo tratar un riesgo, es necesario conocer cuáles son las opciones que se tienen para este procedimiento y el costo

de cada una de ellas. Luego se evalúa cada una de esas opciones y se continúa con la preparación e implementación de la opción escogida.

El objetivo es reducir la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias en caso tal de materializarse el riesgo. Esto se logra transfiriendo, compartiendo o evitando el riesgo.

El proceso se resume en identificar las alternativas, evaluarlas, preparar los planes de manejo e implementar los planes. Como el proceso es cíclico, todas la medidas se comunican y se consultan con los interesados o posibles afectados en caso de materialización del riesgo.

Otra forma de determinar el tipo de tratamiento, es desde la ubicación del riesgo en la matriz de riesgos. En la siguiente figura 3, se muestran los diferentes tratamientos que se pueden dar a los riesgos según la calificación dada a la frecuencia y severidad del mismo.

FRECUENCIA	4	Prevenición Seguro Retención	Prevenición Protección Seguro Retención	Evitar Eliminar Prevenición Protección Seguro Retención	
	3				
	2				
	1	Prevenición Retención	Protección Seguro		
		0 - 5%	6 - 15%	16 - 30%	>30%
		SEVERIDAD			

Figura 3. Tratamiento matriz de riesgos. Fuente Elaboración propia

3.3.7. Monitoreo y Revisión. El proceso se debe revisar y monitorear periódicamente, asegurando que los planes y procedimientos se encuentren actualizados. Esta parte es de gran importancia ya que las variables asociadas a la materialización de los riesgos son cambiantes. Así también se compara el desempeño con lo que se consideró en un principio al inicio del proceso de la administración de riesgos.

3.3.8. Documentación. Cada etapa de este proceso de administración de riesgos debe quedar documentada, describiendo los métodos, las fuentes de información y los resultados obtenidos. Al documentar todo este proceso se generan ciertos beneficios para la empresa y son:

- Demostrar que se realiza el proceso de una manera apropiada.
- Se provee de evidencia en la identificación de los riesgos.
- Se genera un registro de los riesgos, lo que se convierte en una base de datos y conocimiento para la empresa.
- Al momento de tomar las decisiones con respecto a los riesgos, estas pueden ser fundamentadas fácilmente tomando como referencia esta información.
- Se convierte en una gran herramienta para la administración de riesgos.
- El monitoreo y la revisión se hace de una manera más ágil si se cuenta con los datos históricos.
- Facilita el comunicar y compartir la información.
- Puede convertirse en una ayuda legal.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN EL ANALISIS FINANCIERO

El análisis de los riesgos para la evaluación de los proyectos de cualquier índole, es un factor que hasta hace poco se empezó a involucrar de forma metódica y organizada para la gestión de grandes obras, debido a la necesidad de conocer a la pregunta, ¿Qué puede pasar en caso de? Y ¿Cómo puede afectar la rentabilidad esperada por los inversionistas?

Es acá, donde el estudio y la metodología de la gestión de riesgos, permite una plena identificación de los eventos más representativos y permite valorar la variabilidad de la viabilidad del proyecto y analizar factores críticos desde la

perspectiva financiera, apoyados en modelos financieros con los cuales el cualquier inversionista pueda tomar mejores decisiones a la hora de invertir en un proyecto

Colombia es un país que en infraestructura tiene mucho que mejorar, debido a que los grandes centros de producción están localizados al interior. De aca nace la necesidad de realizar grandes inversiones en este tipo de obras, la cuales saldrán en cierto porcentaje de capitales privados, los cuales necesitan una base de seguridad que dichas inversiones tendrán el retorno esperado.

4. EVALUACIÓN DE PROYECTOS

La evaluación de un proyecto parte de una necesidad, la cual, si llega a ser suplida, podrá generar un beneficio, el cual estará definido dependiendo del tipo de inversión que se realice: Inversión pública o social e inversión privada. En el primero, se busca cumplir unos objetivos sociales a través de metas gubernamentales o alternativas empleadas mediante programas de apoyo. En la inversión privada, ya sea hecha por una empresa o empresario en particular, se busca cumplir unos objetivos específicos, los cuales están encaminados en recuperar la inversión inicial y adicional, generar una rentabilidad.

Partiendo de lo dicho en el párrafo anterior, es de vital importancia precisar, que todo proyecto surge con una idea, con la cual se busca solucionar un problema al interior de una organización, ya sea pública o privada y como herramienta fundamental, para analizar dicha iniciativa, la evaluación de proyectos propone una metodología, que si bien ha sido aceptada, esta no puede ser rígida, debido a la gran diversidad de proyectos y sus aplicaciones pero es posible decir que la toma de decisiones debe estar basada en el análisis de los todos los posibles factores que participan y afecta el proyecto, con la aplicación de metodologías lógicas (Baca Urbina, 2001).

4.1. PROCESO DE LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

En el proceso de evaluación de un proyecto, se pueden identificar tres fases, las cuales son: Identificación de la idea; estudio de pre factibilidad y el proyecto definitivo.

En la identificación de la idea, se identifica cual es el problema o la necesidad actual que se quiere superar junto con los costos e ingresos. En el estudio de pre factibilidad, se profundiza en la investigación, en mercados y tecnologías, se determinan los costos y la rentabilidad del proyecto y entrega los resultados de la aplicación de un modelo de evaluación para la toma de decisiones y por último, en

el proyecto definitivo, se establecen los datos reales puestos como supuestas en la fase anterior, a través de cotizaciones y contratos ya puestos en marcha.



Figura 4. Proceso evaluación de un proyecto. Fuente Baca, 2011

En términos generales son 6 estudios los que se deben realizar para la evaluación de un proyecto, los cuales se presentan a continuación:

1. Estudio de viabilidad comercial: Se estudian 2 factores importantes los cuales son: la oferta y la demanda. A través de estos se puede generar una expectativa del flujo esperado para el proyecto, como ejemplo para este estudio, sería el tráfico habitual de una vía y el cual se espera con la mejora que se piensa hacer por medio del proyecto.
2. Estudio técnico: Abarca todos los estudios de ingeniería, los cuales soportaran técnicamente la viabilidad del proyecto. Como ejemplo tenemos los siguientes estudios: Diseños estructurales, Geotécnicos, Ambientales, Prediales, hidráulicos e hidrológicos, etc.
3. Estudio legal: a través de un estudio de viabilidad legal, se busca determinar la existencia de leyes o regulaciones que impidan la ejecución y operación

de un proyecto. Ningún proyecto por muy rentable que sea podrá llevarse a cabo si no se encuadra en el marco legal constituido

4. Estudio organizacional: En este estudio, se determina la capacidad operativa que tiene la empresa dueña del proyecto, con el fin de conocer cuáles son sus fortalezas y sus debilidades para el manejo de un proyecto y sus diferentes etapas, las cuales serían: Inversión, Ejecución, Operación y Mantenimiento.
5. Estudio Financiero: Cuando se determinen las inversiones necesarias, se definen las condiciones de mercado y tener estructurado el proyecto en aspectos comerciales, tecnológicos, legales, etc. se plasma toda esa información en términos económicos, dándole valor a todas las definiciones realizadas anteriormente, determinando los costos, la inversión, mantenimientos. Toda esta información se organiza de tal manera que se monta en el flujo de caja operacional de cada proyecto y se calculan indicadores asociados al escenario del proyecto. De este estudio se obtienen criterios de decisión de inversión, como por ejemplo la TIR o el VPN
6. Estudio de Administración de Riesgos: La administración de riesgos, es una etapa que es obviada en muchas de las formulaciones de los proyectos. Este estudio es un punto importante, ya que acá se suponen escenarios, ya sean optimistas, pesimistas o normales, por ejemplo, el flujo de caja del proyecto se puede someter a impactos y medir los riesgos asociados al desarrollo de un proyecto. Este estudio se nutre de la identificación de riesgos que se plasmó en el capítulo 3.

Si alguno de estos llegase a una conclusión negativa, podría determinarse de que el proyecto no se llevará a cabo.

Normalmente los estudios se centran en la viabilidad económica o financiera, dejando de lado los otros, pero lo cierto es que, un mal estudio de cada uno de ellos podría repercutir en pérdidas económicas al no gestionarse correctamente. Si los

proyectos los evaluamos con un sistema estructurado de análisis, estos tendrán más probabilidades de éxito.

Para los fines de este proyecto, solo nos centraremos en 3 de los 6 estudios mencionados anteriormente, los cuales son: Estudio técnico, Estudio financiero y estudio de Administración de riesgos.

4.2. FLUJO DE CAJA

Uno de los indicadores más importantes a la hora de evaluar un proyecto, es la construcción del flujo de caja. Este indicador muestra el estado de liquidez del proyecto o empresa que se esté analizando, porque se registran todos los ingresos y egresos de efectivo. Factores como el horizonte de tiempo de la evaluación, los costos asociados, la inversión y los beneficios futuros en los que se incurre con la realización de un proyecto, los gastos no desembolsables, los impuestos, entre otros, son vitales para la construcción del flujo de caja, debido a que la veracidad de los valores a calcular depende de la precisión de las proyecciones de los mismos.

Se considera como una buena alternativa de inversión o como un buen negocio, si el flujo de caja me permite reponer el capital de trabajo y soportar las necesidades de inversión, pagar mis obligaciones y entregarle utilidades a los accionistas.

Existen diferentes tipos de flujos de caja

- Flujo de caja puro u operacional: Permite medir la rentabilidad que tiene la inversión efectuada en el proyecto únicamente en función de los flujos operacionales del proyecto: Ingresos y Egresos asociados con la explotación e Inversiones destinadas a los activos operacionales del proyecto, analizando estas de manera independiente a como fueran financiadas..
- Flujo de caja Financiado: Permite medir la rentabilidad de los recursos propios considerando los préstamos para su financiación. Para esto se

obtiene el Flujo de Caja del inversionista a partir del Flujo de Caja puro y del flujo de caja de la financiación.

Es importante agregar que existen varias formas de construir flujos de caja, dependiendo de la información que desee obtener y a quien esté dirigido el análisis del flujo de caja.

4.3. ELEMENTOS FLUJO DE CAJA

Ingresos y egresos: hacen referencia a todos los movimientos de caja y se incluyen las ventas como ingresos, y como egresos: los costos de ventas, los gastos operativos y los gastos financieros.

Gastos no desembolsables: corresponden a gastos que no hacen referencia a salidas de caja pero que por fines contables permiten reducir la base de la utilidad sobre la cual se calculan los impuestos, estos son las depreciaciones y las amortizaciones.

Impuestos: corresponde a la base tributaria porcentual sobre la utilidad que se deben pagar al estado.

De acuerdo con Sapag Chain (2008) el Flujo de Caja operacional se compone de los siguientes 4 elementos básicos:

- Los egresos iniciales de fondo: corresponden al total de la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto.
- Los ingresos y egresos de operación: constituyen todos los flujos de entrada y salida de caja del proyecto
- El momento en que ocurren estos ingresos y egresos: Se debe tener clara la diferencia entre devengados o causados y reales se hace necesaria, ya que el momento en que se hacen efectivos realmente el ingreso y el egreso será determinante para la evaluación del proyecto

- El valor de desecho o salvamento del proyecto: Al evaluar la inversión normalmente la proyección se hace para un período de tiempo inferior a la vida útil del proyecto.

Por ello, al término del período de evaluación deberá estimarse el valor que podría tener el activo en ese momento, ya sea suponiendo su venta, considerando su valor contable o estimando la cuantía de los beneficios futuros que podría generar desde el término del período de evaluación hacia delante. La inversión que se evalúa no solo entrega beneficios durante el período de evaluación, sino que durante toda su vida útil, esto obliga a buscar la forma de considerar estos beneficios futuros dentro de lo que se ha denominado el valor de desecho. El esquema general del Flujo de Caja Operacional para un proyecto o empresa se presenta a continuación (Figura 5):

EBITDA
-Depreciaciones y Amortizaciones
UAI
-Impuestos
UODI
+Depreciaciones y Amortizaciones
Flujo Caja Bruto
-Inversiones Incrementales Capital de Trabajo (Δ KTNO)
-Inversiones Incrementales Activos Fijos (Δ AF)
FLUJO DE CAJA LIBRE

Figura 5. Esquema Flujo de Caja Operacional, Fuente: Elaboración Propia

Donde EBITDA representa el efectivo que genera la operación del proyecto, y el Capital de Trabajo representa las inversiones en activos operacionales circulantes que permiten llevar a cabo el desarrollo de la operación continua del negocio, estas inversiones también son conocidas como OPEX (Operational Expenditures) y las inversiones incrementales en activos fijos representan las inversiones permanentes, por lo general representadas en activos como maquinaria y construcciones, que

permiten llevar a cabo la operación del negocio o proyecto, estas inversiones también son conocidas como CAPEX (Capital Expenditures):

4.4. COSTO DE CAPITAL

Representa el costo de oportunidad representado como el costo promedio de las fuentes de financiación del proyecto, donde el costo del patrimonio se asocia con el costo de oportunidad por invertir en una actividad asociado a un riesgo específico. El costo de capital se define por el WACC (Weighted Average Cost of Capital) o Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC), y corresponde al costo promedio ponderado de cada uno de los componentes con los cuales se financia el proyecto: Deuda y Patrimonio. El WACC representa la tasa de descuento apropiada para traer a valor presente los flujos de caja operacionales del proyecto. El WACC se define de la siguiente forma (Copeland, Koller, McMurrin, 2003):

$$WACC = Ke * \frac{Patrimonio}{PasFciero + Patrim} + Kd * (1 - tax) \frac{PasivoFinanciero}{PasFciero + Patrim}$$

Donde:

Patrim: Capital aportado por los accionistas

PasFcro: Deuda financiera contraída para financiar el proyecto.

Tax: Tasa de Impuestos

Kd: Es la tasa de interés relacionada a las obligaciones financieras contraídas para financiar el proyecto.

Ke: Es el costo del patrimonio o la rentabilidad exigida por los accionistas del capital invertido; para su cálculo se utilizan el modelo de CAPM (Capital Asset Pricing Model) de la siguiente forma (Sharpe, 1965):

$$Ke = Rendimiento Activo Libre de Riesgo + \beta * Prima de Mercado$$

El rendimiento del Activo Libre de Riesgo representa el rendimiento esperado de un instrumento financiero sin riesgo en el incumplimiento del pago de sus rendimientos, por lo general se asume como el rendimiento esperado de los bonos del tesoro americano (T-Bonds 10yr). La Prima de Mercado representa el exceso de retorno esperado por los accionistas por exponerse con su proyecto a los riesgos asociados con un emprendimiento riesgoso, este exceso de retorno se expresa como la diferencia entre el rendimiento esperado por el mercado, definido a través del rendimiento de un índice bursátil bien diversificado (Por ejemplo el S&P500), y el rendimiento esperado del activo libre de riesgo.

Beta: Representa una medida de riesgo específico asociado con la actividad de la empresa o proyecto analizada, el parámetro Beta captura la sensibilidad a la variación del retorno esperado por una actividad específica con relación a las variaciones en los retornos del mercado, de manera que permite ajustar las expectativas de retorno de los inversionistas al riesgo asumidos por estos con relación a las variaciones del mercado.

4.5. CRITERIOS DE DECISIÓN EN EVALUACIÓN DE PROYECTOS.

Los criterios clásicos de decisión para evaluar la viabilidad de un proyecto evaluado mediante flujos de caja descontados son los siguientes:

- Valor Presente Neto – VPN
- Tasa Interna de Retorno – TIR

Valor Presente Neto – VPN.

Es el valor resultante de traer a valor presente todos los futuros flujos de caja, lo que se conoce como descontarlo, menos el valor de la inversión inicial, más explícitamente, es llamado el valor agregado del proyecto periodo tras periodo (García, 1999). Dicho criterio, permite identificar si una inversión cumple con el objetivo básico, el cual es maximizarse. Se calcula de la siguiente manera:

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{\text{Flujo de caja en el periodo } t}{(1 + WACC)^t} - \text{Inversión Inicial}$$

De acuerdo con los resultados obtenidos del VPN se toman las decisiones de inversión, así:

- VPN>0, es porque el proyecto tiene un rentabilidad mayor a la del costo de capital, esto es bueno porque indica el proyecto agrega valor en el tiempo.
- VPN=0, es porque el proyecto renta igual que el costo de capital, ni agrega ni destruye valor.
- VPN<0, es porque el proyecto tiene un rentabilidad menor a la del costo de capital, esto es malo porque indica el proyecto destruye valor en el tiempo.

Tasa Interna de Retorno - TIR.

Es la tasa de interés que hace equivalente los ingresos de los egresos en el tiempo y se define como la rentabilidad que ganan los fondos que permanecen en un proyecto. Está definido que cuando la TIR de un proyecto de inversión es mayor que el costo de capital entonces este es aceptable. Para proyectos o flujos que hacen referencia únicamente al costo el criterio de decisión se define al contrario, cuando la TIR de un proyecto de costo es menor que el costo de capital entonces este es aceptable. Un fenómeno que es importante explicar es que cuando evaluamos con estos dos criterios van a haber ocasiones en las cuales los resultados van a ser contradictorios, esto se da porque al calcular la VNP se asume que los flujos se reinvierten al costo de capital, en cambio, en el cálculo de la TIR se asume que los flujos futuros son descontados con la misma tasa; esto se soluciona, reinvertiendo los flujos de caja al costo de capital y luego hallar la verdadera tasa de rentabilidad.

5. ANALISIS DE LOS RIESGOS PRESENTES EN LAS VIAS

Los riesgos presentes en un proyecto de infraestructura vial, suelen variar, tanto en su calificación de probabilidad y severidad, como en la cantidad de riesgos que apliquen a cada proyecto, ya que depende de la zona o el lugar en donde se vaya a ejecutar la obra.

Si bien se puede hablar de una cantidad extensa de riesgos presentes en este tipo de proyectos, también se puede hacer énfasis en que hay algunos que por el tipo de obra, es más común encontrarlos e identificarlos.

5.1. METODOLOGÍA

Usando los conceptos de la administraciones de riesgos mencionado en capítulos anteriores, se analizará un caso práctico en donde se tendrá un proyecto típico, al cual se le identificarán los riesgos y del mismo modo se cuantificarán desde su impacto financiero.

Para esto se contará con información recolectada de varios proyectos viales, en los cuales se detectó cuáles de estos son los más comunes en este tipo de proyecto.

Una vez seleccionados los riesgos, se tendrá una separación dependiendo del tipo a que estos correspondan. Para este ejercicio práctico los riesgos se han dividido en tres tipos:

- Riesgos técnicos y operaciones
- Riesgos de la naturaleza
- Riesgo Sociales

Con la selección de los riesgos y distribuidos dependiendo del tipo a que estos pertenezcan, se realizará la evaluación para cada uno de estos, en donde se les otorgará un valor dependiendo de la severidad y la probabilidad que tenga cada uno. Paso a seguir, se ubicará en una matriz de riesgos para de este modo, tener una mayor visualización de este en un esquema más gráfico.

Para el ejercicio práctico, se escogerán los 3 riesgos más significativos, los cuales se cuantificaran en términos monetarios y se incluirán dentro del flujo de caja de un proyecto, para de esta forma mirar cómo afectaría el desarrollo de este en términos financieros.

5.2. IDENTIFICACIÓN

Se ha propuesto una lista de riesgos, los cuales han sido seleccionados debido a que son los más típicos en la construcción de un proyecto vial de cuarta generación (4G). En la Tabla 3 se presentan los riesgos técnicos y operacionales presentes para proyectos viales.

No.	Riesgos Técnicos y Operacionales	
1	Riesgos por el tipo de obra	Riesgos asociados a la complejidad de las obras que requiere el proyecto.
2	Riesgos de diseño	Errores en los diseños, que puedan desencadenar errores constructivos y generar un mayor costo del proyecto
3	Riesgo Ambiental y retraso en las licencias	impacto que pueda causar la ejecución del proyecto en el entorno
4	Riesgo de Recaudo	Disminución del tráfico promedio diarios por las estaciones de peaje, afectando así los ingresos del constructor
5	Riesgo derivado de daño a redes	Afectación a los recursos renovables y no renovables
No.	Riesgos por Amenazas Naturales del Sitio	
6	Riesgo de deslizamientos o daños derivado de la topografía del terreno	Tipología del terreno que pueda ocasionar problemas durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento
7	Riesgo Sísmico	Zonas de amenaza sísmica por la que atraviesa el proyecto
8	Presencia de fallas y lineamientos	Fallas o lineamientos no identificados que afecten las obras ya construidas, o en caso de ser detectados aumenten el presupuesto y el cronograma.
9	Riesgo de daños por agua	Afectaciones que pueda sufrir el proyecto debido a fuertes olas invernales, inundaciones, etc.
10	Vientos fuertes	Toda perturbación atmosférica que genera vientos fuertes y destructivos, principalmente sin lluvia o con poca lluvia.
11	Riesgo de erupción volcánica/ lahar	Afectación de las obras o del campamento por erupción volcánica o lahar.
12	Tsunami	Zonas vulnerables a tsunami.

No.	Riesgos sociales	
13	Presencia de comunidades o resguardos que retrasen el inicio de la obra o generen cambios en los trazados	Condiciones sociales de las zonas de intervención que puedan potenciar eventos de huelga, protestas, conmoción civil, motín, asonada entre otros.
14	Problemas o demoras en la adquisición de predios	Retrasos o paros de las obras por dificultad en la adquisición de los predios por donde se desarrollará el proyecto.
15	Títulos mineros	El proyecto cruza títulos mineros
16	Actos terroristas contra la infraestructura vial	Presencia en la zona de influencia del proyecto de grupos al margen de la ley que puedan generar daños o retrasos a los cronogramas derivados de atentados o acciones en contra de las personas o la infraestructura del proyecto.

Tabla 3. Identificación de riesgos. Elaboración propia.

Una vez definida la lista de los riesgos, se pasará a calificarlos y ubicarlos en la matriz.

5.3. EVALUACIÓN

En esta etapa, se definirá una escala de probabilidad, severidad y vulnerabilidad, con la cual se calificarán los riesgos identificados en la tabla 3. Para esta evaluación, se utilizarán tanto conceptos técnicos en la metodología de gestión de riesgos descrita en el capítulo 3, como conceptos técnicos de obras viales.

5.4. CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN.

Una vez calificados los riesgos, estos serán distribuidos en la matriz propuesta (Ver Figura 2), para de esta forma tener una mirada más gráfica de cada evento. Teniendo los riesgos ya evaluados y clasificados, se pasa a la fase de selección, en donde se escogerán los 3 riesgos que presenten las vulnerabilidades más altas, dichos riesgos serán los que se ingresarán al flujo de caja, para ver en caso de materialización, como puede variar la rentabilidad esperada o TIR.

5.5. OBTENCIÓN DE FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN Y PROBABILIDAD.

Una vez seleccionados los riesgos, estos se ingresarán al modelo de evaluación financiera, para de esta forma observar cómo es su variabilidad de la rentabilidad de dicho proyecto debido a la materialización probabilística de los riesgos. Para esto

se asignarán funciones de distribución de probabilidad discretas o continuas empíricas, como la distribución triangular, a partir del análisis de los datos. Para la evaluación se realiza una simulación Monte Carlo que evalúa diferentes escenarios probabilísticos de materialización de los riesgos en el modelo de evaluación financiera. Para esto se utilizan paquetes estadísticos y de simulación como @Risk¹.

5.6. EVALUACION FINANCIERA BAJO CRITERIOS DETERMINISTICOS Y DE RIESGOS.

En este paso se modelarán los flujos de caja operacionales del proyecto, realizando dos evaluaciones:

Evaluación determinística: En este caso se evalúa el flujo de caja bajo condiciones normales sin considerar la ocurrencia de riesgos.

Evaluación probabilística: En este caso se evalúa el flujo de caja teniendo en cuenta la afectación de los 3 riesgos seleccionados, pudiendo determinar mediante simulación Monte Carlo el efecto de la materialización de los riesgos sobre los resultados financieros del proyecto.

5.7. ANALISIS DEL VALOR Y RIESGO DE LA VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO EVALUADO BAJO RIESGO.

Se evaluarán los resultados arrojados por las simulaciones hechas en el programa @Risk, en donde por medio de las distribuciones de probabilidad y las variaciones del flujo de caja, se conocerá que tanto puede variar un proyecto con la inclusión de los riesgos dentro de un flujo de caja.

¹ Para la simulación de Monte Carlo se pueden utilizar programas como Crystal Ball, Risk Simulator o el mencionado @Risk. Todos estos trabajan bajo entorno de Microsoft Excel.

6 CASO APLICADO

En este capítulo se desarrolla un ejercicio con datos estimados referentes a la construcción de un tramo de vía, en el cual se le aplicará la incidencia que puede tener la materialización de una serie de riesgos identificados en esta clase de proyectos.

Como base para este ejercicio, tomamos uno de los proyectos de cuarta generación que actualmente se están desarrollando en el país. Dicho proyecto es la construcción de la Transversal del Sisga, el cual tiene como objetivo principal la consolidación del corredor vial existente realizando obras de rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura existente de tal modo que se garantice las condiciones de transitabilidad. Esta información fue extraída de la página de la Agencia Nacional de Infraestructura ANI.

El proyecto discurre por los Departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Casanare, específicamente por las poblaciones de Sisga, Macheta, Guateque, San Luis de Gaceno y Agua Clara.

En el presente ejercicio, se simula un caso típico con datos aproximados a los reales, todos los racionales y supuestos son coherentes con lo técnico, lo legal y el esquema de contratación de las vías de cuarta generación y Asociaciones Público Privadas de iniciativa pública.

El proyecto seleccionado sirve como base, ya que se pudo obtener información sobre su presupuesto y de esta forma realizar cálculos más cercanos a la realidad, aunque por efecto de practicidad, también se ha modificado algunos aspectos del proyecto tales como, el tránsito promedio diario, las unidades funcionales, obras en construcción, fuentes de agua cercana al proyecto, longitud total del proyecto, etc. Esto con el fin, de que es presente trabajo se centra más en la metodología de cómo realizar la evaluación y no entrar en la evaluación en detalle del proyecto, ya que se requiere de mucha información que en cierto caso es confidencial y no fue posible obtener.

6.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto cuenta con una longitud de 40 kilómetros y discurre por una topografía montañosa. Actualmente la vía tiene puntos críticos en los cuales se han presentado deslizamientos que se agudizan en temporadas de invierno dificultando así el tránsito por esta ruta. Adicional a lo anterior, el proyecto transcurre de forma paralela a fuentes de agua como ríos, los cuales han causado daños a la banca de la vía. El proyecto cuenta con una sola unidad funcional, acompañada de un solo peaje.

El objetivo del proyecto, es realizar los trabajos correspondientes para regresar la vía a condiciones óptimas de tránsito. Dentro de las obras principales tenemos la construcción de 20 kilómetros de vía y la rehabilitación de los 20 kilómetros restantes, construcción de un puente de 20 metros y la construcción de 1 túnel de 1 kilómetro de longitud. Los tiempos de ejecución de la obra se representan en el siguiente esquema (Tabla 4):

Diseño	Construcción	Operación y Mantenimiento	Reversión
1 año	3 años	27 años	1 año

Tabla 4. Tiempos de ejecución de la obra. Elaboración propia

6.2. ESCALAS DE CALIFICACIÓN

A continuación se realizará la calificación de cada uno de los riesgos y se ubicaran en la matriz de riesgos establecida en la figura 2, dependiendo de dicha calificación. Para esto se definieron las siguientes escalas:

En la tabla 5, se observa las escalas de calificación tanto para la probabilidad como la severidad. La escala de probabilidad se definió basados en entrevistas hechas a personas del gremio de la construcción de vías en el país y el sector asegurador², apoyados en registros de siniestros que han ocurrido, de igual forma, para efectos del ejercicio, en algunos caos la probabilidad se aumenta, ya que si bien un riesgos en alguna zona es de menor frecuencia, en otra no tanto, con esto de busca tener

² Por petición de las personas entrevistadas y motivos de confidencialidad, los nombres y empresas se omiten en el presente documento.

un ejercicio más práctico para efectos de ocurrencia de los riesgos. La escala de severidad se basó en la afectación que el riesgo pueda tener en el presupuesto de la obra.

Probabilidad			Severidad		
Criterio	Código	Descripción	Criterio	Código	Descripción
Remoto	1	1 vez en varios años	Menor	1	0 - 5% del presupuesto
Ocasional	2	1 - 2 veces al año	Moderada	2	6 - 15 % del presupuesto
Frecuente	3	3 veces al año	Alta	3	16 - 30 % del presupuesto
Muy Frecuente	4	> 3 veces al año	Crítica	4	>30% del presupuesto

Tabla 5. Escala de Probabilidad y Severidad

La vulnerabilidad se definió como la exposición que tiene el proyecto ante la materialización de los riesgos. En la tabla 6 se presenta la escala definida para la vulnerabilidad.

Vulnerabilidad			
Color	Código	Descripción	
	1	Zona de riesgo Aceptable	El riesgo puede ser controlado
	2	Zona de riesgo tolerable	El riesgo puede ser controlado, se debe complementar con seguimientos y monitoreo, sistemas de prevención para evitar que la vulnerabilidad pase a alta
	3	Zona de riesgo alta	El riesgo se encuentra en una zona en la cual se puede controlar con Monitoreo y seguimiento constantes; Instalación de sistemas de protección y prevención. Requiere de un sistema de transferencia de riesgo como el seguro para los riesgos más complejos y difíciles de controlar
	4	Zona de riesgo crítico	Transferencia del riesgo- Seguro

Tabla 6. Escala de Vulnerabilidad

6.3. CALIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Con las escalas definidas en las tablas 5 y 6, se procede a realizar la calificación de los riesgos identificados en la tabla 3. En las tablas que se presentan a continuación, se puede observar las calificaciones que obtuvieron los riesgos técnicos y operacionales (Tabla 7), riesgos naturales (Tabla 8) y riesgos sociales (Tabla 9), del mismo modo se determina cual es el grado de exposición, expresado en la vulnerabilidad.

No	Riesgos Técnicos y Operacionales		Probabilidad		Severidad		Vulnerabilidad
1	Riesgos por el tipo de obra	Riesgos asociados a la complejidad de las obras que requiere el proyecto.	3	Frecuente	4	Critica	4
2	Riesgos de diseño	Errores en los diseños, que puedan desencadenar errores constructivos y generar un mayor costo del proyecto	1	Remoto	4	Critica	3
3	Riesgo Ambiental y retraso en las licencias	impacto que pueda causar la ejecución del proyecto en el entorno	2	Ocasional	3	Alta	2
4	Riesgo de Recaudo	Disminución del trafico promedio diarios por las estaciones de peaje, afectando así los ingresos del constructor	1	Remoto	4	Critica	3
5	Riesgo derivado de daño a redes	Afectación a los recursos renovables y no renovables	1	Remoto	2	Moderada	1

Tabla 7. Calificación de los riesgos técnicos y operacionales

No	Riesgos por Amenazas Naturales del Sitio		Probabilidad		Severidad		Vulnerabilidad
6	Riesgo de deslizamientos o daños derivado de la topografía del terreno	Tipología del terreno que pueda ocasionar algún tipo de problema en las etapas de construcción, operación y mantenimiento	3	Frecuente	4	Critica	4
7	Riesgo Sísmico	Zonas de amenaza sísmica por la que atraviesa el proyecto	2	Ocasional	2	Moderada	2
8	Presencia de fallas y lineamientos	Fallas o lineamientos no identificados que afecten las obras ya construidas, o en caso de ser detectados aumenten el presupuesto y el cronograma.	1	Remoto	2	Moderada	1
9	Riesgo de daños por agua	Afectaciones que pueda sufrir el proyecto debido a fuertes olas invernales, inundaciones, etc.	3	Frecuente	4	Critica	4
10	Vientos fuertes	Toda perturbación atmosférica que genera vientos fuertes y destructivos, principalmente sin lluvia o con poca lluvia.	1	Remoto	1	Menor	1
11	Riesgo de erupción volcánica/ lahar	Afectación de las obras o del campamento por erupción volcánica o lahar.	1	Remoto	1	Menor	1
12	Tsunami	Zonas vulnerables a tsunami.	1	Remoto	1	Menor	1

Tabla 8. Calificación riesgos de la naturaleza

No	Riesgos sociales		Probabilidad		Severidad		Vulnerabilidad
13	Presencia de comunidades o resguardos que retrasen el inicio de la obra o generen cambios en los trazados	Condiciones sociales de las zonas de intervención que puedan potenciar eventos de huelga, protestas, conmoción civil, motín, asonada entre otros.	2	Ocasional	2	Moderada	2
14	Problemas o demoras en la adquisición de predios	Retrasos o paros de las obras por dificultad en la adquisición de los predios por donde se desarrollará el proyecto.	2	Ocasional	2	Moderada	1
15	Títulos mineros	El proyecto cruza títulos mineros	1	Remoto	1	Menor	1
16	Actos terroristas contra la infraestructura vial	Presencia en la zona de influencia del proyecto de grupos al margen de la ley que puedan generar daños o retrasos a los cronogramas derivados de atentados o acciones en contra de las personas o la infraestructura del proyecto.	2	Ocasional	2	Moderada	2

Tabla 9. Calificación riesgos sociales

6.4. CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN

Calificados los riesgos y teniendo su grado de vulnerabilidad, los ubicaremos en la matriz de riesgos para de esta forma, ver en qué zona se ubican. En la siguiente tabla vemos como los riesgos tipo 1 (Riesgo por tipo de obra), 6 (Deslizamientos) y 9 (Riesgos por daños de agua), se encuentra en una zona de riesgo crítico. Por ser

los riesgos con mayor calificación, estos tres riesgos serán los escogidos para ingresarlos al flujo de caja y observar como lo afectan

FRECUENCIA	4				
	3				1; 6; 9
	2		7; 13; 14; 16	3	
	1	10; 11; 12; 15	5; 8		2; 4
		1	2	3	4
SEVERIDAD					

Figura 6. Matriz de Riesgos

6.5. OBTENCIÓN DE FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN Y PROBABILIDAD

Para la obtención de las funciones de distribución, en primer lugar se definieron cuáles son los riesgos que por su alta vulnerabilidad pueden afectar en mayor medida el flujo de caja. Los riesgos seleccionados fueron los siguientes:

- Riesgo por el tipo de obra.
- Riesgo de deslizamientos o daños derivado de la topografía del terreno.
- Riesgo de daños por agua.

Para definir los parámetros bajo los cuales se calificarían los riesgos, se definieron varios criterios:

Probabilidad de ocurrencia: se define como la probabilidad de que un riesgo pueda llegar se materializar, para el presente ejercicio, cada riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia diferente dependiendo en la etapa que se encuentre, sea en construcción, en donde se presentan las mayores probabilidades o en la etapa de operación y mantenimiento.

Probabilidad de no ocurrencia: como contraparte a la probabilidad de ocurrencia, se encuentra la posibilidad de que el riesgo no se materialice. Igual que el criterio

anterior, cada riesgo tiene una probabilidad diferente dependiendo de la etapa en la que se encuentre el proyecto. En la siguiente tabla, se definieron los parámetros de probabilidad.

Riesgo	Etapa de construcción		Etapa de operación y mantenimiento	
	Probabilidad de ocurrencia	Probabilidad de no ocurrencia	Probabilidad de ocurrencia	Probabilidad de no ocurrencia
Riesgo Deslizamiento	45%	55%	30%	70%
Riesgo por Agua	40%	60%	25%	75%
Riesgo por tipo de obra	10%	90%	5%	95%

Tabla 10. Distribución de probabilidad

En la Tabla 11, se presentan los valores de severidad para obtener una función triangular, de modo que se asignaron tres valores para cada riesgo. Cada valor va asociado a un escenario de la siguiente forma: Valor mínimo corresponde a un escenario favorable, valor medio a un escenario esperado o intermedio y valor máximo al escenario más perjudicial para el proyecto.

Los valores plasmados en la Tabla 11, varían dependiendo del tipo de riesgo que se esté analizando. Los valores escogidos hacen referencia a un promedio de cuánto podría costar dicho riesgo en caso de materializarse. Para el riesgo por deslizamiento se tiene un valor mínimo el cual corresponde a la afectación de 20 metros de vía, un valor medio el cual corresponde a una afectación de 30 metros de la vía y un valor máximo para la afectación de 100 metros de vía. Para el riesgo de daños por agua aplican las mismas longitudes descritas para el riesgo anterior. Para el riesgo por el tipo de obra, se clasificaron tres valores correspondientes a las estructuras más relevantes del proyecto, el valor mínimo corresponde a daños en la vía, valor medio daños en puentes y el valor máximo a daños en el túnel.

Riesgo	Severidad		
	Valor mínimo	Valor medio	Valor Máximo
Riesgo Deslizamiento	\$ 60,000,000	\$ 90,000,000	\$ 300,000,000
Riesgo por Agua	\$ 140,000,000	\$ 400,000,000	\$ 1,400,000,000
Riesgo por tipo de obra	\$ 200,000,000	\$ 500,000,000	\$ 1,000,000,000

Tabla 11. Valores de severidad

6.6. EVALUACION FINANCIERA BAJO CRITERIOS DETERMINISTICOS Y DE RIESGOS.

Para la construcción de los flujos de caja, se cuenta con un presupuesto aproximado de un proyecto de concesión vial, el cual fue ajustado para fines de practicidad y se ajustara a los objetivos del ejercicio. A continuación se describirán los componentes del flujo de caja, con los cuales se realizaron los cálculos financieros del proyecto.

Vigencias futuras: El Ministerio de Hacienda define las vigencias futuras como autorizaciones para que las entidades, en este caso, el concesionario pueda asumir compromisos que afecten presupuestos de vigencias fiscales. Su objetivo es garantizar que los compromisos que se vayan a adquirir, cuenten con las asignaciones presupuestales correspondientes para el cumplimiento de las obligaciones derivadas de los mismos. Para efectos de este ejercicio, se asumieron los montos de estas vigencias y los años en los cuales se va a realizar el pago de estas. Para los 3 años que dura la fase de construcción, no se tendrán ingresos pertenecientes a vigencia futuras. Una vez inicie el periodo de operación y mantenimiento, esta vigencia se pagaran anualmente durante 23 años. El esquema de estas vigencias lo podemos ver en la siguiente tabla.

Ingreso por vigencias	Años Construcción	Años operación y mantenimiento	
	Año 1 al año 3	Año 4 al año 26	Año 27 al año 30
Monto	\$ -	\$ 5,000,000,000	\$ -

Tabla 12. Vigencias Futuras

Ingreso por peajes: para determinar este ingreso, se consultaron promedios típicos de estaciones de peaje de otros proyectos de concesiones viales en cuanto a la cantidad de vehículos que pasan al día y dependiendo de este valor se estimaba la cantidad anual. Para efectos de este ejercicio, se hizo un aproximado de la cantidad de vehículos que transiten por el proyecto. Los supuestos para el cálculo del ingreso por peajes son los siguientes:

- Valor promedio pago peaje: \$16.000/vehículo.
- Flujo de vehículos promedio día: 7.000 vehículos.

Para el valor del pago de peaje, se supuso un valor promedio aproximado, teniendo en cuenta que los vehículos están divididos por categorías y cada una de estas tiene una tarifa diferente. De acuerdo al sistema de pagos que se tienen en esta cuarta generación de concesiones viales, el concesionario no puede disponer del recaudo de peajes hasta que termine completamente las unidades funcionales. Para este ejercicio, se asumió de que durante la etapa de construcción, el concesionario no recibirá ingresos de este tipo. En la Tabla 13, se presenta como fue la distribución y el monto de los ingresos por peaje.

Ingreso por peajes	Años Construcción	Años operación y mantenimiento [Miles]		Observación
	Año 1 al año 3	Año 4 al año 11	Año 11 al año 30	
Monto	\$ -	\$ 40,880,000	\$ 49,056,000	Se supone que para el año 9 en adelante el flujo de vehículos se incrementa un 20%

Tabla 13. Ingresos por peaje

Egreso operativo: el egreso operativo está compuesto por los siguientes ítems: Mantenimiento rutinario, Mantenimiento periódico, Interventoría, Operación estación pesaje, Recaudo peaje, Atención al usuario, Operación policía de carreteras, Reposición policía de carreteras, Gerencia. En la Tabla 14 se presentan los valores asumidos para este componente del flujo de caja.

Egreso Operativo	Años Construcción [Miles]	Años operación y mantenimiento [Miles]			Observación
	Año 1 al año 3	Año 4	Año 6 al año 29	Año 30	
Monto	\$ 4,375,550	\$ 5,274,933	\$ 10,211,998	\$ 25,049,636	Para los años de construcción el monto se mantiene constante. En los años de operación, sólo varía en el año 4 y en el año 30, de resto todos los años se suponen con el mismo valor

Tabla 14. Egreso operativo

OPEX: el OPEX está compuesto por todas aquellas actividades con las cuales se mantiene el funcionamiento de la vía durante el tiempo de operación y mantenimiento. De acá que en los primeros 3 años que es la etapa de construcción, no se tengas egresos de este tipo. En la Tabla 15 se presentan los valores que componen el OPEX.

OPEX	Años Construcción	Años operación y mantenimiento		
	Año 1 al año 3	Año 4 al año 19 y 21 al 29	Año 20	Año 30
Monto	\$ -	\$ 30,000,000	\$ 380,000,000	\$ 400,000,000

Tabla 15. OPEX

CAPEX: Este ítem por el contrario del OPEX, es más fuerte en la etapa de construcción de la obra, ya que es donde se presentan las mayores inversiones del proyecto. El CAPEX está conformado por: Construcción, diseños, interventoría, gestión y adquisición de predios, compensación social, gestión ambiental, compensación ambiental, adquisición de equipos, costos de estructuración, etc. En las tablas siguientes se presentan los valores y componentes del CAPEX.

TOTAL CAPEX PROYECTO CONCESIÓN	
Ítem	% de participación por actividad
Valor Total Construcción	68.39%
Peaje	0.26%
Infraestructura de Operación	2.73%
REDES	0.61%
DISENOS	0.72%
Interventoría	3.78%
Gestión predial	0.45%
Adquisición de predios	0.08%
Compensación social	0.00%
Valor gestión ambiental	4.10%
Valor gestión social	4.31%
Compensación ambiental	0.68%
Policía carreteras	0.55%
Equipos operación vial	5.20%
Costos de estructuración	0.91%
costos indirectos por cierre financiero	1.04%
Gerencia	6.18%
TOTAL CAPEX	100%

Tabla 16. Componentes del CAPEX

CAPEX	Años Construcción [Miles]			Años operación y mantenimiento [Miles]		
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6 al 30
Monto	\$ 16,000,000	\$ 87,000,000	\$ 94,000,000	\$ 6,000,000	\$ 2,000,000	\$ 550,000

Tabla 17. CAPEX

El Flujo de Caja construido a partir de la información anterior se presenta de manera ilustrativa en el ANEXO A.

6.7. Costo de capital

Para la estimación del costo de capital (WACC) que permite evaluar los flujos de caja operacionales del proyecto se consideran los siguientes supuestos:

El flujo evaluado será el flujo operacional, en consecuencia no se tendrá en cuenta el efecto del flujo de la financiación y del inversionista o patrimonial. Sin embargo en el análisis se considerará una estructura típica de financiación de este tipo de

proyectos. Para el costo de la deuda se asume un costo aproximado a los observados en contratos vigentes sobre proyectos de infraestructura vial.

El costo de capital patrimonial se estima siguiendo la metodología propuesta por Damodaran (2009) para valorar el costo de capital del patrimonio para países emergentes. Los parámetros de cálculo del costo de capital se presentan en la Tabla 18:

Parámetros	Valor	Observaciones
Estructura Deuda:	40%	Asumido para el modelo.
Estructura Patrimonio:	60%	Asumido para el modelo.
Beta Desapalancada	0.73	Obtenida para el sector de Ingeniería y Construcción para países emergentes (Damodaran, 2015)
Beta apalancada:	1.06	
Rendimiento Activo Libre de Riesgo	2.17%	Rendimiento Bonos Tesoro Estados Unidos con vencimiento a 10 años (T-Bonds 10yr) (Damodaran, 2015)
Prima de Mercado	5.81%	Prima medida como la diferencia del retorno esperado del S&P500 sobre los T-Bonds 10yr. (Damodaran, 2015)
Riesgo País	2.85%	Tomado de acuerdo con la calificación de riesgo país Colombia para largo plazo (Damodaran, 2015)
Devaluación largo plazo (DPC)	0.76%	Tomado como la devaluación en paridad cambiaria tomando el promedio histórico de la inflación Colombia y Estados Unidos de los últimos cuatro años.
Costo Patrimonio (Ke)	12.00%	

Tabla 18: parámetros de cálculo para el costo del patrimonio. Fuente: Elaboración propia

La Beta apalancada refleja el riesgo adicional de los inversionistas del proyecto que asumen no solo por los aspectos operativos de la actividad realizada (Ingeniería y Construcción), sino también por la estructura de financiación que utilizan, la Beta apalancada se calcula como:

$$Beta_{apalancada} = Beta_{desapalancada}(1 + (1 - Tax) \%Deuda/\%Patrimonio)$$

La devaluación de largo plazo, asumida en este caso como la devaluación en paridad cambiaria (García, 2003), permite estimar el costo de capital calculado a partir de datos de activos financieros que operan en dólares de Estados Unidos

como un costo de capital patrimonial para flujos de caja en dólares. Con lo anterior el costo del patrimonio se estima como:

$$K_e = (1 + R_f + Beta_{apalancada} Prima Mercado + Riesgo País)(1 + DPC) - 1$$

Para el cálculo del WACC se considera el costo de capital del patrimonio y se asume un costo promedio de la deuda financiera del 8%, con estos valores el costo de capital o WACC para el caso simulado será de: WACC=9.34%.

Con este valor, el proyecto de infraestructura valorado bajo condiciones de materialización de riesgos, para que sea viable debe tener un rendimiento, Tasa Interna de Retorno, superior al WACC.

6.8. ANALISIS DEL VALOR Y RIESGO DE LA VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO EVALUADO BAJO RIESGO.

A partir de la construcción de los flujos de caja operacionales del proyecto vial simulado se realizan dos evaluaciones: Una discreta que no considera la posibilidad de materialización de riesgos, y una probabilística que incluye la posibilidad de materialización de dichos riesgos.

Los resultados de la evaluación discreta indican que el VPN y la TIR del proyecto es de \$4.284 Millones; y de 9.591% respectivamente. Lo anterior implica que este tipo de proyecto tiene viabilidad financiera desde la operación (VPN>0 y la TIR>WACC). Sin embargo en esta evaluación se está desconociendo la posibilidad de que ocurran eventos de riesgo que tengan un impacto en los resultados financieros para los inversionistas.

En la evaluación probabilística, se realizan 50.000 iteraciones en una simulación Monte Carlo, utilizando las funciones de distribución de probabilidad definidas en las tablas 10 y 11, e ingresadas en el flujo de caja tal como se puede observar en el ANEXO A. En los siguientes párrafos se analizan las distribuciones de los resultados de los criterios de evaluación del proyecto vial bajo condiciones de riesgo.

6.8.1. Análisis del VPN bajo riesgo. El valor esperado del proyecto incorporando la posibilidad de la materialización de los riesgos obtenido mediante simulación Monte Carlo es de \$1967 Millones, es decir un 54% inferior al valor determinado para el

proyecto sin considerar el riesgo. También se puede observar que esta distribución muestra que existe una probabilidad del 1,1% de que dicho proyecto no sea financieramente viable (Ver Figura 7), es decir, a pesar de los riesgos, el impacto de estos se bien reduce el valor esperado para los inversionistas, el proyecto tiene una probabilidad del 98,9% de ser viable. La desviación estándar del VPN es de \$782.779.841, lo que corresponde a un coeficiente de variación del 39.7%.

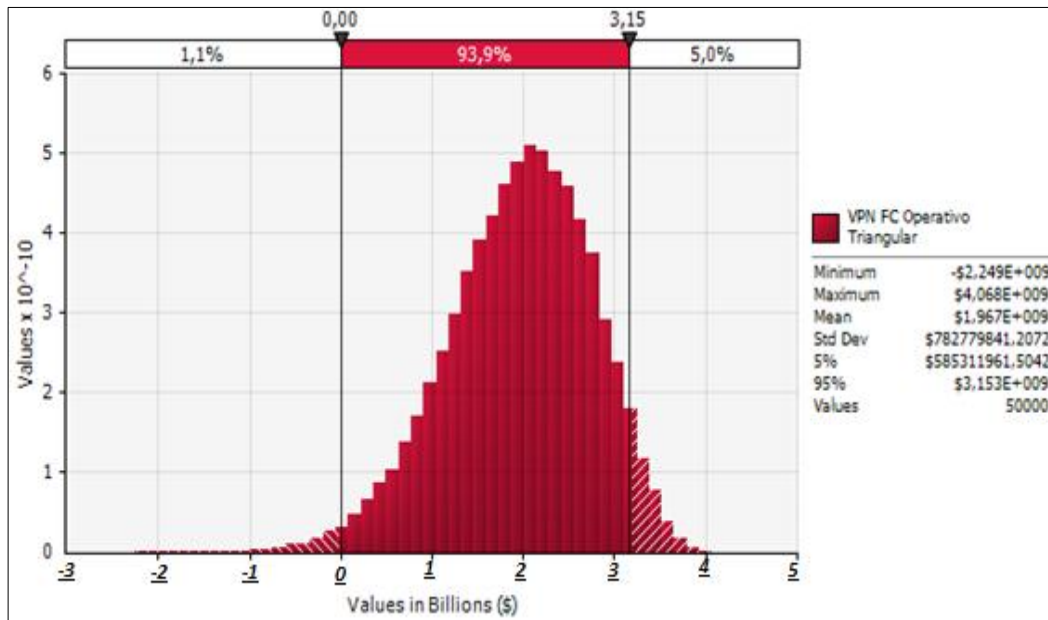


Figura 7. Distribución de VPN del proyecto de concesión vial evaluado bajo condiciones de riesgo.

6.8.2. Análisis de la TIR bajo riesgo. Al igual que con el VPN, se analiza la distribución de resultados de la TIR simulada bajo condiciones de riesgo. En este caso se encuentra que la TIR esperada corresponde a un valor de 9.458%, que sigue siendo superior al valor del costo de capital del proyecto, e igual que con el VPN es inferior al encontrado mediante la valoración discreta que no considera los riesgos del proyecto. La TIR esperada con relación a la TIR del proyecto evaluado sin riesgos representa una diferencia del 14% frente a la TIR discreta. La desviación estándar de la TIR es de 0,0447%. La desviación estándar es una medida de la dispersión y del riesgo financiero del proyecto, este valor entrega un coeficiente de variación de 0.4681%. EL coeficiente de variación es inferior a uno y no es significativo con relación a la TIR esperada, esto indica que a pesar de considerar el riesgo el efecto que tiene este sobre la viabilidad del proyecto, bajo los parámetros

calculados es muy baja. La distribución de los resultados de la TIR simulada se observan en la Figura 9.

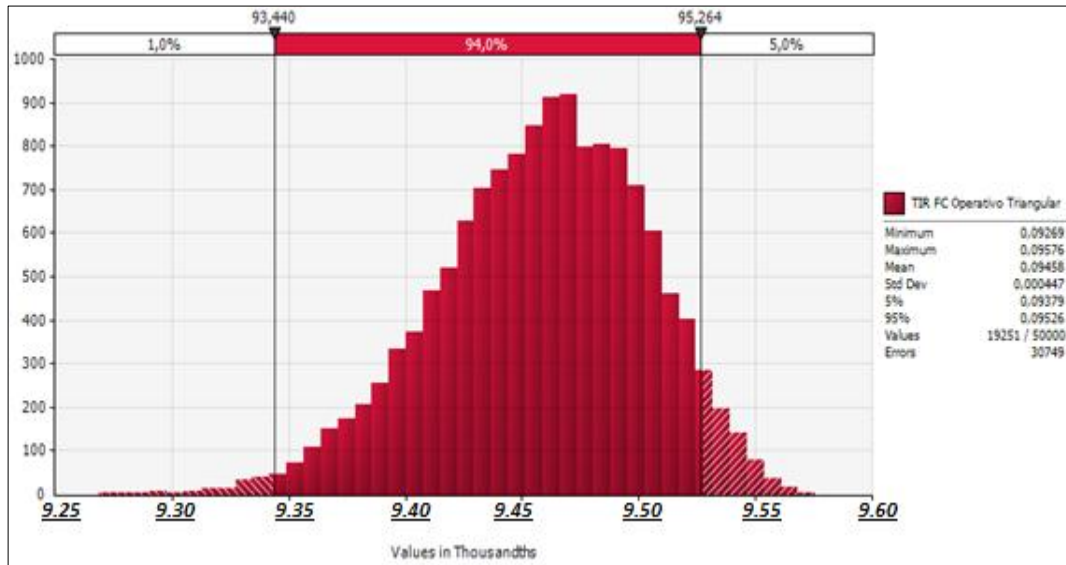


Figura 8. Distribución de TIR del proyecto de concesión vial evaluado bajo condiciones de riesgo.

6.8.3. Análisis de correlación de riesgos. Una de las ventajas del análisis mediante simulación es que permite identificar el impacto sobre los resultados financieros de la materialización de algunos riesgos específicos, ya sea por tipo o por el periodo en el que se llegaran a materializar. Para lo anterior se realiza un análisis de coeficiente de correlación entre los riesgos simulados y los resultados del criterio financiero de decisión, esto se analiza a través del gráfico de tronado de coeficientes de correlación que se presenta en la Figura 9. En el diagrama de tornado se observa que todos los riesgos tienen una correlación negativa con el resultado de la evaluación financiera del negocio, esto significa que en caso de materializarse el efecto sobre el resultado financiero, es la reducción del Valor Presente Neto (VPN) o la rentabilidad (TIR) del proyecto. Se identifica que los riesgos más significativas son aquellos que están relacionadas con "riesgos por agua" y que de estos los que tienen mayor impacto son los que se materializarían en la etapa de construcción con una correlación para el primer año de -0.4; para el segundo año de -0.37 y para el tercer año de -0.33. Los riesgos por tipo de obra solo se identifican como relevantes durante la etapa de construcción, y para la etapa de operación solo se consideran relevantes o con un impacto significativo los riesgos por agua.

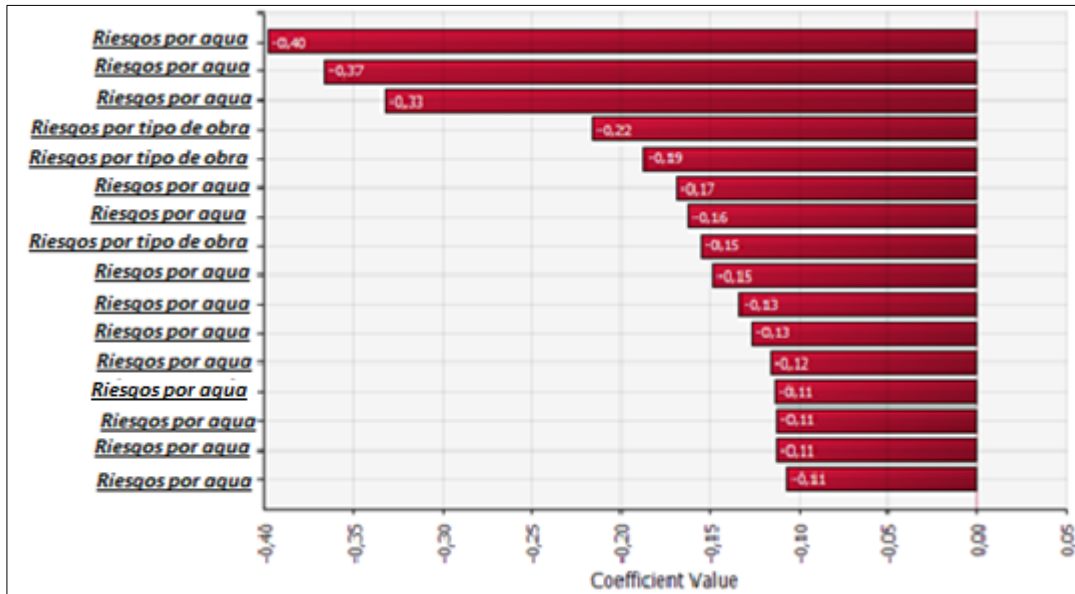


Figura 9. Coeficiente de correlación entre los riesgos y el resultado financiero del proyecto medido a través de la TIR.

Debido a la topografía que se tiene en Colombia y a la biodiversidad de climas, los riesgos asociados daños por agua, es uno de los eventos que se presenta con mayor frecuencia durante el desarrollo de proyectos de infraestructura vial.

7. CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta un marco conceptual de la teoría de riesgos y se propone una metodología de análisis y clasificación de estos con fines de poder realizar una identificación de los impactos financieros que permitan realizar una evaluación del impacto de la materialización de estos en un flujo de caja.

El trabajo aplica el desarrollo metodológico para un caso de estudio simulado de un proyecto de concesión vial en Colombia, esto se selecciona por la pertinencia que tienen las obras de infraestructura vial en el país, sin embargo los procedimientos desarrollados pueden ser replicados en otro tipo de obras.

Al aplicar el procedimiento se identifican todos los tipos de riesgos que afectan un proyecto de infraestructura vial y para el caso específico se identifican los riesgos por: Deslizamiento, Agua y Tipo de Obra como los riesgos más relevantes para este tipo de proyectos. Para los riesgos identificados se proponen unas probabilidades de ocurrencia anual de la materialización de estos riesgos, tanto para la etapa operativa como la de construcción, y además se identifican los valores mínimo, más probable y máximo que tendrían como impacto financiero, en términos de egreso al momento de materializarse. Estos resultados se utilizan para definir las funciones de distribución de probabilidad de riesgos que se llevan a un Flujo de Caja operativo.

Para el análisis financiero se construyen flujos de caja bajo condiciones ceteris paribus o constantes en cuanto al comportamiento del flujo de vehículos y del ingreso del peaje, es decir las consideraciones de la variación de estas variables no son tenidas en cuenta en la simulación, de manera que solo se evalúa el impacto de los riesgos asociados con los aspectos de ingeniería del proyecto.

En los resultados de evaluación discreta se encuentra que el proyecto es viable financieramente, sin embargo al incorporar el riesgo se observa que los valores esperados de los criterios de decisión son inferiores a los que se obtienen bajo condiciones sin riesgo. De esto se concluye que una evaluación que no considere el riesgo puede llevar a tomar decisiones de inversión erradas, esto a pesar que los resultados obtenidos dan una alta probabilidad de que el proyecto sea financieramente viable a pesar de la materialización de los riesgos.

Los resultados del análisis de los coeficientes de correlación entre los riesgos y los criterios de decisión financiera son negativos negativo indicando que estos tienen un comportamiento inverso sobre la inversión: Si se materializa el riesgo el impacto es de disminuir la TIR. Según el orden de jerarquía se debe priorizar la atención de riesgos desde el diseño y ejecución de las obras iniciales del proyecto.

Los riesgos más fuertes son los riesgos por agua en la etapa de construcción, seguido por los riesgos por tipo de obra. En la etapa constructiva los únicos riesgos críticos se relacionan con riesgos por Agua, y en la etapa operativa no se identifican como críticos los riesgos por deslizamiento y por tipo de obra. El riesgo por tipo de obra solo es crítico en la etapa de construcción, a pesar de que este se considera durante toda la etapa del proyecto.

Los resultados del análisis de la TIR, muestran una variación cuando los riesgos entran a impactar el modelo financiero, si bien la variación en este caso es mínima la TIR sigue siendo mayor al costo del capital WACC, por lo que el proyecto sigue siendo viable. Sin embargo cabe resaltar que dependiendo del tipo de proyecto, los riesgos pueden ser más probables o más severos y por ende tener un mayor impacto en el flujo de caja, por lo que este análisis se vuelve indispensable para cualquier inversionista a la hora de tomar una decisión de inversión.

Pese a que muchos riesgos están presentes en la construcción de un proyecto vial, para este trabajo se escogieron los más comunes. Cabe resaltar que a mayor número de riesgos se consideren y se incluyan en el modelo financiero, mayor será la variabilidad que tendrá el flujo de caja. Aunque todos los riesgos no tengan las mismas probabilidades de ocurrencia ni la misma severidad, el efecto de estos se verá reflejado en la utilidad de los diferentes escenarios.

8. BIBLIOGRAFIA

Agencia Nacional de Infraestructura. Sistema electrónico de contratación pública. [En línea].
https://www.contratos.gov.co/consultas/inicioConsulta.do?codi_enti=124001001

COPELAND, T., KOLLER, T., MURRIN, J., Valuation: Measuring and managing the value of companies 3ª Ed. McKinsey & Company Co. 2000.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Grupo de Comunicaciones y Relaciones Públicas Boletín 145 [En línea].
<<http://www.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=TWyvtxUakQ%3D&tabid=1157>>.

Damodaran, A. (2015). Datos actualizados de mercados financieros. <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>. Consultado en Octubre de 2015.

Damodaran, A. (2009). Volatility rules: Valuing Emerging Market Companies. Stern School of Business, NYU.

GARCÍA, O.L., Valoración de Empresas, Gerencia del Valor y EVA. Prensa Moderna, 2003.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión del riesgo. Bogotá: ICONTEC, 2004. 50p. (NTC 5254)

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Risk Management. Principle and Guidelines on Implementation. Génova: ISO, 2009, 24p (ISO/IEC 31000:2009).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión del Riesgo: Principios y Directrices. Bogotá: ICONTEC. 2004. 46p. (NTC 31000:2011)

MAPFRE SA. Gerencia de riesgos y seguros en la empresa. Madrid, España: Editorial MAPFRE, 1998. 466 p.

MAPFRE. Diccionario MAPFRE de Seguros. [En línea]

<<http://www.mapfre.com/wdiccionario/general/diccionario-mapfre-seguros.shtml>>.

[Citado el 15 de Noviembre 2011]

MEJIA QUIJANO, Rubi Consuelo. Administración de riesgos: un enfoque empresarial. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2006. 239 p.

[Citado el 25 de Noviembre de 2011]

Ministerio de Hacienda. Vigencias Futuras. [En línea]

<<http://www.minhacienda.gov.co/portal/page/portal/HomeMinhacienda/presupuestogeneraldeplanacion/Normativapresupuesto/Circulares/Circular%20No.%202%20tramite%20vf..pdf>>[Publicado el 31 de enero de 2012]

PORTAFOLIO. EPM adjudicó las obras de Hidroituango al Consorcio [En línea].

<<http://www.portafolio.co/negocios/epm-adjudico-las-obras-hidroituango-al-consorcio-ccc>> [Citado el 28 de agosto de 2012]

SAPAG, N y SAPAG, R. Preparación y Evaluación de Proyectos. 5ª Edición. Mc Graw-Hill. México, 2008.

ANEXO A.

A continuación se presenta el Flujo de Caja proyectado indicando los valores consolidados de las vigencias, ingresos por peajes, egresos operacionales, posibles egresos por materialización de riesgos por deslizamiento, riesgo de agua y riesgo por tipo de obra.

	AÑOS DE INVERSIÓN - PREOPERATIVOS			AÑOS DE OPERACIÓN					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2042	2043	2044
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 28	AÑO 29	AÑO 30
Vigencias Futuras				\$ 5,000,000,000	\$ 5,000,000,000	\$ 5,000,000,000			
Peajes				\$ 40,880,000,000	\$ 40,880,000,000	\$ 40,880,000,000	\$ 49,056,000,000	\$ 49,056,000,000	\$ 49,056,000,000
Egreso operativo	\$ 4,375,550,422	\$ 4,375,550,422	\$ 4,618,192,063	\$ 5,274,933,659	\$ 10,211,998,989	\$ 10,211,998,989	\$ 10,211,998,989	\$ 10,211,998,989	\$ 25,049,636,326
Egreso Riesgo Deslizamiento	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Egreso Riesgo Agua	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Egreso Riesgo Tipo Obra	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
UAIL	-\$ 4,375,550,422	-\$ 4,375,550,422	-\$ 4,618,192,063	\$ 40,605,066,341	\$ 35,668,001,011	\$ 35,668,001,011	\$ 38,844,001,011	\$ 38,844,001,011	\$ 24,006,363,674
Impuesto (Renta+CREE)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 13,805,722,556	\$ 12,127,120,344	\$ 12,127,120,344	\$ 13,206,960,344	\$ 13,206,960,344	\$ 8,162,163,649
UODI	-\$ 4,375,550,422	-\$ 4,375,550,422	-\$ 4,618,192,063	\$ 26,799,343,785	\$ 23,540,880,667	\$ 23,540,880,667	\$ 25,637,040,667	\$ 25,637,040,667	\$ 15,844,200,025
OPEX	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 30,000,000	\$ 30,000,000	\$ 30,000,000	\$ 30,000,000	\$ 30,000,000	\$ 400,000,000
CAPEX	\$ 16,000,000,000	\$ 87,000,000,000	\$ 94,000,000,000	\$ 6,000,000,000	\$ 2,000,000,000	\$ 550,000,000	\$ 550,000,000	\$ 550,000,000	\$ 550,000,000
Flujo Caja Operativo UF 1	-\$ 20,375,550,422	-\$ 91,375,550,422	-\$ 98,618,192,063	\$ 20,769,343,785	\$ 21,510,880,667	\$ 22,960,880,667	\$ 25,057,040,667	\$ 25,057,040,667	\$ 14,894,200,025

Este flujo se presenta con fines ilustrativos y se omiten los flujos calculados entre los años 6 y 28 de la proyección, los cuales corresponden al periodo operativo.

Es importante observar que si bien la imagen presenta un valor de cero en los egresos de riesgo, al momento de realizar una simulación Monte Carlo que considera la probabilidad de ocurrencia de estos riesgos, el valor cambiará de acuerdo con los parámetros definidos en las distribuciones de los riesgos seleccionados en las tablas 10 y 11.