

**TRABAJO DE FIN DE MASTER**

**CONCESIONES VIALES EN COLOMBIA DURANTE LA FASE DE  
EXPLOTACIÓN: ANÁLISIS DE RIESGOS, VALIDACIÓN Y ESTUDIO  
COMPARATIVO**

*Presentado por*

---

Gonzalez Saavedra, Ronald

*Para la obtención del*

---

Master Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

*Curso: 2018/2019*

*Fecha: Agosto/2019*

*Tutor: Jaime Jimenez Ayala*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## DEDICATORIA

A mi familia y amigos, fuentes de motivación y alegrías.

## AGRADECIMIENTOS

A todos los expertos y evaluadores que con su conocimiento y apoyo colaboraron con la realización de esta investigación.

A mi tutor Jaime Jiménez por su apoyo y paciencia.

A mis amigos Jairo, Carlos y Gabriel, por su guía, rigor y crítica.

## RESUMEN

Las Concesiones Viales en Colombia se han convertido en un sector representativo para la economía del país, según proyecciones se espera que el sector adicione un 0.7% al PIB de Colombia para el 2024. Tal impacto obliga al sector a llevar un manejo responsable y controlado de la incertidumbre sobre su negocio, impulsando la gestión del riesgo empresarial como herramienta fundamental para mejorar sus condiciones.

El presente trabajo identificó los riesgos que se encuentran presentes en las etapas de operación y mantenimiento de todas las Concesiones Viales en Colombia. El desarrollo estuvo apoyado en fuentes literarias y experiencia de empresas del sector. Asimismo, se realiza la validación de riesgos a través de expertos calificados siguiendo las indicaciones del método Delphi. Posteriormente se estructuró una matriz de impacto/probabilidad definiendo criterios base para el sector de las concesiones del país. Finalmente, se realizó la evaluación de la matriz con la ayuda de un grupo de profesionales estratégicos de las concesiones, para así obtener una imagen general del riesgo en el sector.

*Palabras clave: Concesiones viales, gestión riesgo, identificación del riesgo, evaluación del riesgo, probabilidad, impacto.*

## ABSTRACT

Road Concessions in Colombia have become a representative sector for the country's economy, according to projections, the sector is expected to add 0.7% to Colombia's GDP by 2024. Such an impact forces the sector to carry out a responsible and controlled management of the uncertainty about your business, driving business risk management as a fundamental tool to improve your conditions.

This work identified the risks that are present in the operation and maintenance stages of all Road Concessions in Colombia. The development was supported by literary sources and experience of companies in the sector. Likewise, risk validation is carried out through qualified experts following the indications of the Delphi method. Subsequently, an impact / probability matrix was structured defining baseline criteria for the country's concessions sector. Finally, the matrix evaluation was carried out with the help of a group of strategic concession professionals, in order to obtain a general picture of the risk in the sector.

Keywords: Road concessions, risk management, risk identification, risk assessment, probability, impact.

## RESUM

Les Concessions Vials a Colòmbia s'han convertit en un sector representatiu per a l'economia del país, segons projeccions s'espera que el sector s'adicione un 0,7% al PIB de Colòmbia per al 2024. Tal impacte obliga el sector a portar un maneig responsable i controlat de la incertesa sobre el seu negoci, impulsant la gestió del risc empresarial com a eina fonamental per millorar les seves condicions.

El present treball va identificar els riscos que es troben presents en les etapes d'operació i manteniment de totes les Concessions Vials a Colòmbia. El desenvolupament va estar recolzat en fonts literàries i experiència d'empreses del sector. Així mateix, es realitza la validació de riscos a través d'experts qualificats seguint les indicacions del mètode Delphi. Posteriorment es va estructurar una matriu d'impacte / probabilitat definint criteris base per al sector de les concessions del país. Finalment, es va realitzar l'avaluació de la matriu amb l'ajuda d'un grup de professionals estratègics de les concessions, per així obtenir una imatge general del risc en el sector.

Paraules clau: Concessions vials, gestió risc, identificació del risc, avaluació del risc, probabilitat, impacte.



<b>TITULO DEL TRABAJO FIN DE MASTER:</b> Concesiones viales en Colombia durante la fase de explotación: análisis de riesgos, validación y estudio comparativo.	
<b>AUTOR:</b> RONALD GONZALEZ SAAVEDRA	
<b>1. Planteamiento del problema</b>	<p>Inicialmente las Concesiones Viales proyectan una lista de riesgos como parte de su gestión empresarial antes de iniciar el contrato, y dependiendo de su nivel de madurez, se estructura una serie de controles para la gestión efectiva del riesgo. Sin embargo solo el 31% de las empresas cuentan con una Gestión del Riesgo totalmente implementada. La importancia del sector de las concesiones y su vulnerabilidad ante la gestión del riesgo es evidente. Tanto así que se espera que el sector adicione un 0,7% al PIB del país para el 2024.</p> <p>Esta situación consolida un escenario de oportunidad para aportar conocimiento al sector de las Concesiones. En la literatura se identifica mayor información sobre riesgos en construcción que en concesiones, por tanto se encuentra más vulnerable la operación y un aporte de conocimiento resultaría más significativo.</p> <p>La identificación de los riesgos presentes en las concesiones y la percepción del riesgo en el sector representarían un primer paso para la consolidación del conocimiento sobre gestión del riesgo en concesiones.</p>
<b>2. Objetivos</b>	<p><b>Objetivos generales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Validar una lista de riesgos para las Concesiones Viales en Colombia que se encuentren en la etapa de operación y mantenimiento de la vía.</li> <li>b) Analizar los niveles de riesgo encontrados en el sector de las Concesiones que se encuentran en la etapa de operación y mantenimiento.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Establecer el marco teórico adecuado y enfocado a la identificación de riesgos en Concesiones Viales.</li> <li>ii. Identificar y validar los riesgos propios de las Concesiones Viales en la etapa de Operación y Mantenimiento.</li> <li>iii. Definir los parámetros de evaluación de riesgos para la matriz de Impacto / Probabilidad.</li> <li>iv. Valorar los riesgos en el sector de las Concesiones Viales del país.</li> <li>v. Comparar los resultados de las valoraciones de riesgo efectuadas.</li> <li>vi. Presentar propuestas para futuras líneas de investigación en la Gestión del Riesgo en Concesiones Viales.</li> </ul>



<p><b>3. Estructura Organizativa</b></p>	<p>Capítulo 1. Introducción. Planteamiento del problema, contextualización y estructura de la investigación.</p> <p>Capítulo 2. Objetivos. Objetivos generales y específicos, alcance de la investigación.</p> <p>Capítulo 3. Marco Teórico. Se establecen definiciones, conceptos y normativa. Contexto del sector de estudio y características.</p> <p>Capítulo 4. Métodos y criterios. Establecimiento de los métodos a emplear en la investigación. Definición de herramientas de evaluación de riesgos, criterios, escalas de probabilidad, impacto y velocidad, criterios de consenso, selección de expertos y evaluadores.</p> <p>Capítulo 5. Validación del riesgo. Aplicación del método Delphi para validación de riesgos. Identificación y selección de expertos. Rondas de preguntas, resultados y lista de riesgos definitiva.</p> <p>Capítulo 6. Evaluación de matriz. Evaluación de matriz de impacto / probabilidad. Identificación y selección de evaluadores. Análisis de resultados, gráficas y aplicación de herramientas estadísticas para el análisis.</p> <p>Capítulo 7. Conclusiones. Conclusiones de la investigación divididas en categorías. Conclusiones generales. Conclusiones sobre el proceso de identificación y validación de riesgos. Conclusiones sobre el proceso de valoración del riesgo.</p> <p>Capítulo 8. Futuras líneas de investigación. Propuestas para continuar con la investigación respecto al riesgo en concesiones viales.</p> <p>Capítulo 9. Bibliografía. Fuentes bibliográficas empleadas en el desarrollo de la investigación.</p>
<p><b>4. Método</b></p>	<p>Se realiza la búsqueda de literatura referente al riesgo y las concesiones viales para identificar los riesgos presentes en el sector. Se complementa la investigación con listas de empresas privadas y consultoras. Los riesgos son cruzados y verificados para determinar una primera lista de riesgos.</p> <p>La lista de riesgos es validada por un grupo de expertos idóneos empleando la técnica Delphi. La validación consta de una serie de preguntas respecto a todos los riesgos identificados. Se busca el consenso entre los expertos y la aceptación de los riesgos propuestos. Se realizan dos rondas para lograr tal objetivo. Una vez finalizado el proceso se obtiene una lista de riesgos validada.</p> <p>La lista de riesgos validada es incluida dentro de una matriz Impacto / Probabilidad – Velocidad. La evaluación se realiza por un grupo de profesionales vinculados a las concesiones viales. Los criterios de evaluación se establecen tomando en consideración los aspectos generales de todas las concesiones de estudio.</p>



	<p>Se concluye la investigación con el empleo de herramientas estadísticas para analizar los resultados e identificar los riesgos y consideraciones claves encontradas.</p>
<b>5. Contribuciones</b>	<p>La principal contribución del presente trabajo es la construcción de una lista de riesgos completa y validada, adaptada específicamente para las concesiones viales del país, la cual puede ser tomada como herramienta base para una gestión del riesgo adecuada,</p> <p>En segundo lugar se aporta una serie de criterios generales que sirven como base para la evaluación cualitativa del riesgo. La unificación de criterios es el primer paso para la comparación del riesgo entre concesiones.</p> <p>Por último se aporta una imagen general de la percepción del riesgo en el sector de las concesiones viales, un primer paso para identificar los riesgos críticos en los que se deben enfocar el gobierno y la empresa privada para los proyectos en marcha o futuras licitaciones.</p>
<b>6. Recomendaciones</b>	<p>En caso de implementación de la matriz se recomienda verificar los riesgos identificados por medio de mesas de expertos de la misma compañía. Así mismo, los criterios deben ser verificados y ajustados a la luz de las condiciones específicas del negocio.</p> <p>Se recomienda a las concesiones y entidades gubernamentales llevar un registro histórico de los riesgos materializados en las concesiones, sus consecuencias y las medidas de contención o manejo dado, para así iniciar con la gestión de bases de datos adecuadas para el análisis de riesgo cuantitativo.</p> <p>Se recomienda para los riesgos de mayor impacto profundizar en el análisis por medio de métodos cuantitativos de valoración para determinar precisamente su impacto y probabilidad real.</p>
<b>8. Limitaciones</b>	<p>Existe muy poco interés del gobierno y de las concesiones viales por compartir su experiencia y conocimiento frente al tema de riesgos. En los múltiples acercamientos a estos no se logró su participación.</p> <p>La restricción de acceso a las fuentes de información históricas de las Concesiones no permitió la implementación del método Cuantitativo para la gestión del riesgo.</p>



## Tabla de contenido

<b>1. Introducción.....</b>	<b>13</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Objetivos generales .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3 Alcance .....</b>	<b>19</b>
<b>3. Marco teórico.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Riesgo.....</b>	<b>23</b>
3.1.1 Generalidades. ....	23
3.1.2. Gestión del riesgo. ....	26
3.1.3. Gestión del riesgo en la construcción. ....	27
3.1.4. Lineamientos NTC-ISO 31000.....	31
<b>3.2. Asociaciones Público Privadas (APP).....</b>	<b>34</b>
3.2.1. Alcance de las APPs en el mundo .....	39
3.2.2. Concesiones Viales en Colombia .....	44
<b>3.2.3 Gestión del riesgo en Concesiones Viales. ....</b>	<b>54</b>
<b>4. Métodos y criterios.....</b>	<b>58</b>
<b>4.1. Métodos Cualitativos y Cuantitativos en Análisis de Riesgos.....</b>	<b>60</b>
4.1.1. Herramientas de Evaluación de Riesgo (IEC 31010). ....	63
<b>4.2. Identificación de riesgos.....</b>	<b>65</b>
4.2.1. Clasificación del riesgo en concesiones viales. ....	66
<b>4.3. Método Delphi .....</b>	<b>73</b>
4.3.1. Consenso de Resultados. ....	75
<b>4.4. Matriz de Riesgos .....</b>	<b>77</b>
4.4.1. Criterios de Riesgo. ....	79
4.4.2. Selección de evaluadores.....	91
<b>5. Validación de riesgo .....</b>	<b>93</b>
<b>5.1. Identificación del riesgo.....</b>	<b>93</b>
<b>5.2. Validación de los Riesgos.....</b>	<b>94</b>
5.2.1. Primera Ronda. ....	96
5.2.2. Segunda Ronda.....	102
5.2.3. Lista de riesgos definitiva.....	106
<b>6 Evaluación del riesgo .....</b>	<b>107</b>
<b>6.1. Evaluación de Matriz.....</b>	<b>107</b>



<b>6.2. Análisis de Resultados.....</b>	<b>108</b>
6.2.1. Análisis de Probabilidad.....	111
6.2.2 Análisis de Impacto.....	114
6.2.3. Análisis de Velocidad (mayor y menor).....	116
6.2.4. Análisis de Impacto x Probabilidad.....	123
<b>7. Conclusiones.....</b>	<b>127</b>
<b>7.1. Conclusiones Generales .....</b>	<b>127</b>
<b>7.2. Conclusiones sobre el proceso de identificación y validación de riesgos.....</b>	<b>128</b>
<b>7.3. Conclusiones sobre el proceso de valoración del riesgo.....</b>	<b>129</b>
<b>8. Futuras líneas de investigación.....</b>	<b>132</b>
<b>9. Bibliografía .....</b>	<b>133</b>

## Lista de tablas

Tabla 1 . Listado de vías 4G con cierre financiero. Fuente: Elaboración propia con fuente.....	20
Tabla 2 Definiciones de APP Fuente: Traducido de UNECE, 2012 .....	35
Tabla 3 Nomenclatura de APPs (Fuente traducido de World bank, ADB e IDB, 2014).....	38
Tabla 4 Concesiones Viales en America Latina, Junio 2004 (Fuente Bull, 2014) .....	43
Tabla 5 Estado de la Red Vial Primaria de Colombia – 2018. Fuente INVIAS (2019) .....	46
Tabla 6 Aplicabilidad de herramientas usadas para la evaluación del riesgo (Traducción de fuente IEC-FDIS 31010, 2009).....	64
Tabla 7 Elaboración propia a partir de Conpes 3714.....	68
Tabla 8 Elaboración propia a partir de Deloitte y Duran & Osorio (2016) .....	69
Tabla 9 Elaboración propia a partir de Deloitte y Duran & Osorio (2016) y CONPES 3714 (2016).....	72
Tabla 10 Matriz Impacto / Probabilidad fuente propia.....	79
Tabla 11 Escala de Probabilidad (Traducida de COSO, 2012) .....	80
Tabla 12 Escala de Probabilidad (Traducida de IRM, 2002).....	81
Tabla 13 Escala de Probabilidad (DNP – CONPES 3714).....	81
Tabla 14 Escala de Probabilidad (CCE, 2013) .....	82
Tabla 15 Criterios de Probabilidad Propuestos.....	83
Tabla 16 Comparativo de Criterios de Probabilidad.....	84
Tabla 17 Resumen de Propuestas de Impacto.....	85
Tabla 18 Propuesta de Impacto Propia .....	86
Tabla 19 Criterios de impacto. Traducido de COSO (2012) .....	87
Tabla 20 Impacto de Riesgo. CCE (2013) .....	88
Tabla 21 Criterios de impacto Propia, a partir de COSO (2012) y CCE (2013). .....	90
Tabla 22 Traducción de criterios de velocidad a partir de COSO (2012). .....	91
Tabla 23 Relación de Expertos – Método Delphi (Construcción Propia) .....	96



Tabla 24 Extracto de Encuesta – Ronda .....	98
Tabla 26 Extracto de Encuesta – Ronda 2 .....	103
Tabla 27 Resumen de resultados – Ronda 2 .....	105
Tabla 28 Matriz Probabilidad – Impacto (Extracto) – creación propia .....	107
Tabla 29 Datos estadísticos del conjunto de riesgos (Creación propia - SPSS Statistics).....	110
Tabla 30 Tabla de frecuencias Probabilidad.....	111
Tabla 31 Lista de riesgos – 25% de riesgos más altos en probabilidad.....	113
Tabla 32 Tabla de frecuencias Impacto .....	115
Tabla 33 Lista de riesgos con mayor impacto .....	116
Tabla 34 Lista de riesgos – 25% de riesgos más altos en impacto .....	118
Tabla 35 Tabla de frecuencias Velocidad.....	119
Tabla 36 Lista de riesgos – 25% de riesgos más altos en velocidad.....	121
Tabla 37 Lista de riesgos – Riesgos con calificación de velocidad más alta.....	122
Tabla 38 Tabla de frecuencias Probabilidad.....	123
Tabla 39 Lista de riesgos – 25% de riesgos más altos en P*I.....	125

## Lista de figuras

Figura 1 Relaciones entre los principios, el marco de referencia y los procesos para la gestión del riesgo. Fuente: (NTC-ISO 31000,2009) .....	28
Figura 2 Proceso para la gestión del riesgo Fuente: NTC-ISO 31000.....	32
Figura 3 Compromisos de inversión en proyectos de infraestructura con participación privada en mercados emergentes y economías en desarrollo (EMDE) - (Fuente World Bank, 2018).....	40
Figura 4 Participación sectorial en compromisos de inversión en proyectos de infraestructura con participación privada en EMDEs - (Fuente World Bank, 2018) .....	41
Figura 5 APPs a nivel mundial, Costo Total Nominal (in Billones \$USD), 1985 – 2011 (Fuente: PWF, 2011).....	42
Figura 6 Clasificación de riesgos (Traducido de El-Amm, 2003).....	55
Figura 7 Ejemplo de ubicación de riesgos en matriz gráfica. (Creación propia).....	108
Figura 8 Matriz Probabilidad/Impacto Consolidada. (Creación propia) .....	109
Figura 9 Histograma Probabilidad Frecuencia .....	111
Figura 10 Histograma Impacto Frecuencia.....	115
Figura 11 Histograma Velocidad Frecuencia .....	119
Figura 12 Histograma Probabilidad Frecuencia .....	123



## Lista de anexos

Anexo 01. Cuestionario modelo 1ra ronda expertos. Carta de invitación e instrucciones	146
Anexo 02. Tabulación de resultados 1ra Ronda	166
Anexo 03. Cuestionario modelo 2da ronda expertos. Carta de invitación e instrucciones	177
Anexo 04. Tabulación de resultados 2da Ronda	186
Anexo 05. Lista de Riesgos Validada	189
Anexo 06. Tabulación de resultados de la evaluación de la matriz	200
Anexo 07. Matrices Impacto / Probabilidad / Velocidad	212

## 1. Introducción

El presente trabajo busca identificar los riesgos que se encuentran presentes en todas las Concesiones Viales en Colombia, tanto en su etapa de operación, como de su mantenimiento. Así mismo, se profundiza en la identificación y validación de riesgos a través de expertos de las diferentes áreas de las Concesiones. En ese orden de ideas se estructura una matriz de evaluación de riesgos con sus respectivos criterios generales de probabilidad e impacto. La evaluación del riesgo es efectuada por un grupo de profesionales estratégicos del sector de las Concesiones para concluir con una imagen general de los riesgos del sector.

Inicialmente las Concesiones Viales proyectan una lista de riesgos como parte de su gestión empresarial antes de iniciar el contrato, y dependiendo de su nivel de madurez, se estructura una serie de controles para la gestión efectiva del riesgo. Como lo presenta Marsh (2015) en el estudio realizado a 369 empresas de diferentes sectores y características en Latinoamérica, “aun cuando el 93% de las empresas realizan una identificación de riesgos, solo el 31% de las empresas cuentan con una Gestión del Riesgo totalmente implementado.” (p,2)

En Colombia no se cuenta con datos precisos que puedan identificar la penetración de la gestión del riesgo en las empresas, y menos aún en el sector de la construcción o de las concesiones. Se puede determinar que existe una penetración; baja considerando que las leyes expedidas para la gestión del riesgo hacen referencia a la gestión del riesgo de desastres adicionalmente hasta 2011



no se contó con una norma técnica que ofreciera las bases para la gestión del riesgo.<sup>1</sup> La importancia de la gestión del riesgo ha sido reconocida por asociaciones y gremios como la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol), quienes destacan la importancia de la gestión del riesgo para lograr el aumento de la productividad en el sector. (Camacol, 2017).

El peso económico también es un factor determinante. En el 2018 la construcción aportó el 7% del PIB colombiano (Revista Dinero, 2018). Por otro lado, las construcciones viales por si solas han representado entre el 1.41% y el 1.79% del PIB en los últimos 10 años (Ramirez & Villar, 2015). Se espera que para el 2024, debido al desarrollo de Concesiones se consiga un incremento adicional en el PIB del 0.7%, pasando del 4.6% de crecimiento esperado a un 5.3%. Según se determinó a nivel nacional en el Conpes 3760 de 2013.

La importancia del sector de las concesiones y su vulnerabilidad ante la gestión del riesgo es evidente. Por lo tanto, se consolida como un escenario de oportunidad para aportar conocimiento al sector de las Concesiones, bien sea en su etapa de construcción o en su etapa de operación y mantenimiento. En la literatura se identifica mayor información sobre riesgos en construcción que en concesiones, por tanto se encuentra más vulnerable la operación y un aporte de conocimiento resultaría más significativo. Con este contexto, podemos entender que el proceso de valoración del riesgo está dividido en identificación, análisis y evaluación (NTC-ISO 14000, 2011). La investigación parte de esta división y así determinar los riesgos, analizarlos y evaluarlos. Para tal fin se plantearon dos fases. La primera fase corresponde a la identificación y

---

<sup>1</sup> **Ley 1523 de 2012** "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo



análisis del riesgo. Se seleccionan inicialmente las concesiones viales a estudiar. Los riesgos son identificados apoyados en literatura, listas existentes y experiencia del autor. De manera procedimental se da paso a la aplicación del método Delphi se validan los riesgos encontrados. La literatura existente aporta las bases para determinar los criterios generales de probabilidad, impacto y velocidad. La primera etapa concluye con la estructuración de una matriz de riesgo que refleja los riesgos y los criterios para proceder a su evaluación.

La segunda fase inicia con la identificación de los evaluadores. La evaluación de los riesgos se realiza de forma anónima, cada evaluador mide el impacto, la probabilidad y la velocidad de cada riesgo. La comparación de los resultados se realiza de forma global, los resultados no se individualizan por evaluador, así mismo no se considera ningún tipo de información personal o empresarial para el análisis. En este sentido, las conclusiones finales aluden a este tipo de análisis y presentan una visión general que algunos profesionales vinculados al sector ofrecen. A partir de esta división, se desarrollan los capítulos en forma ordenada. Validar una lista de riesgos y comparar los niveles de riesgo se convierten en los dos objetivos principales de la investigación. De igual manera el alcance también es tratado en el primer capítulo, ya que allí se presentan los parámetros considerados en la valoración del riesgo, las concesiones a estudiar, las limitantes y por ultimo un acercamiento inicial a los métodos de valoración.

El segundo capítulo presenta el Marco Teórico dividido en tres temas principales necesarios para el entendimiento teórico de la problemática. En primer lugar se presentan los conceptos sobre: riesgo y sus generalidades, gestión de riesgo y la norma colombiana NTC-ISO 31000. Una vez entendido el concepto general del riesgo, se procede a contextualizar las concesiones, explicando



el concepto de Asociación Público Privada, su historia y aplicación colombiana. Por último, entrados en el contexto colombiano, se presenta una visión general de la gestión del riesgo en Concesiones Viales.

La metodología y los criterios son desarrollados en el tercer capítulo. Se inicia con la presentación detallada de toda la metodología del proyecto desarrollado, resaltando los conceptos que se ampliarán. Los temas resaltados corresponden a criterios o selecciones que se llevaron a cabo durante la investigación como por ejemplo: métodos de análisis, criterios de consenso y criterios de evaluación, entre otros. La discusión se desarrolla en cada subcapítulo, explicando las opciones consideradas y la selección final

El Cuarto Capitulo desarrolla el proceso de validación del riesgo. Presenta el proceso de validación que inicia con la identificación y termina con el consenso de los expertos. Se presentan los perfiles de los expertos participantes en el método Delphi, así como los resultados obtenidos. Se concluye con la presentación de la matriz de Riesgos que incluye la lista de riesgos validada y los criterios previamente seleccionados.

El Capitulo Quinto desarrolla la evaluación de la matriz. Explica la selección de los profesionales evaluadores y la forma de evaluación desarrollada. Presenta los resultados obtenidos como conjunto. Por último se realiza un análisis general del sector y presenta las consideraciones más relevantes.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

Los últimos capítulos se destinan a las conclusiones, líneas de investigación futuras y a la bibliografía empleada.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivos generales

- a. Validar una lista de riesgos para las Concesiones Viales en Colombia que se encuentren en la etapa de operación y mantenimiento de la vía.
- b. Analizar los niveles de riesgo encontrados en el sector de las Concesiones que se encuentran en la etapa de operación y mantenimiento.

### 2.2 Objetivos específicos

- i. Establecer el marco teórico adecuado y enfocado a la identificación de riesgos en Concesiones Viales
- ii. Identificar y validar los riesgos propios de las Concesiones Viales en la etapa de Operación y Mantenimiento.
- iii. Definir los parámetros de evaluación de riesgos para la matriz de Impacto / Probabilidad.
- iv. Valorar los riesgos en el sector de las Concesiones Viales del país.
- v. Comparar los resultados de las valoraciones de riesgo efectuadas.
- vi. Presentar propuestas para futuras líneas de investigación en la Gestión del Riesgo en Concesiones Viales.

### 2.3 Alcance

Como parte de las condiciones y requisitos dentro de los contratos de Concesión, el proyecto debe asegurar la aprobación de todos los recursos necesarios que permitan su completa ejecución obteniendo así un cierre financiero del proyecto. Es decir que se consiga la igualdad entre sus costos y las fuentes de financiación, como determinar el Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2015). Con la aprobación del modelo financiero se puede asegurar que en los proyectos se realizaron pruebas de solvencia, acuerdos de préstamos, verificación de shareholders y demás requisitos exigidos por las entidades bancarias y organismos multilaterales como determina Dentons. ( 2013).

Los proyectos que al momento de iniciar la investigación han logrado el cierre financiero y alcanzado la etapa de operación y mantenimiento son trece (tabla 01) de un total de 47 concesiones (ANI, 2019).

No	Proyecto	Programa	Valor Contrato Millones COP	Fecha Suscripción Contrato	Año terminación Contrato	Longitud (Km)
1	Cartagena - Barranquilla	4G	\$ 1.709.364,00	10/09/2014	2039	146,6
2	Girardot - Honda - Puerto Salgar	4G	\$ 1.548.656,00	09/09/2014	2039	190
3	Pacifico 2	4G	\$ 1.300.234,00	11/09/2014	2039	96,5
4	Pacifico 3	4G	\$ 1.869.330,00	10/09/2014	2039	146
likert	IP - Chirajara - Villavicencio	4G	\$ 5.090.472,00	09/06/2015	2054	85,6
6	Perimetral Oriente de Cundinamarca	4G	\$ 1.647.776,00	08/09/2014	2039	153



7	Conexión Norte	4G	\$ 1.300.273,00	10/12/2014	2040	145
8	IP - Antioquia - Bolivar	4G	\$ 2.752.552,00	14/10/2015	2049	490,9
9	IP - Neiva - Girardot	4G	\$ 2.017.901,00	30/10/2015	2045	196,85
10	Transversal Sisga	4G	\$ 966.849.097.446,00	10/07/2015	2040	137
11	Pacifico 1	4G	\$ 2.087.106.000.000,00	15/09/2014	2039	50,2
12	Bucaramanga - Barranca - Yondo	4G	\$ 2.789.835.000.000,00	21/08/2015	2040	152
13	Villavicencio - Yopal	4G	\$ 2.939.320.796.324,00	23/07/2015	2044	265

*Tabla 1 . Listado de vías 4G con cierre financiero. Fuente: Elaboración propia con fuente.<sup>2</sup>*

Para el desarrollo de la investigación se toma como guía la Norma NTC-ISO 31000 y la norma IEC/FDIS 31010 como complemento. La primera presenta los requisitos para la identificación de riesgos y de la segunda se extraen los métodos de identificación de riesgos. Las demás informaciones que consolidan el marco teórico, la justificación de conceptos y las propuestas de métodos se obtienen de fuentes académicas y/o empresas consultoras especializadas.

Los métodos de identificación de riesgos también se encuentran limitados por la complejidad del estudio. El número de concesiones y la imposibilidad de acceder de información historia, personal y acompañamiento, limitan los métodos aplicables. Los métodos cuantitativos de gran complejidad requieren un estudio profundo de datos históricos y registros de riesgos de cada empresa. Los métodos cualitativos no requieren tanta profundización en cada empresa y permiten la identificación de riesgos aplicables a un conjunto.

<sup>2</sup> Temática expuesta por la publicación especializada Revista Dinero en 2018 y la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, 2019)



La norma IEC/FDIS 31010 presenta una lista de métodos para la identificación, análisis y evaluación de riesgos, los cuales se toman como referencia para el desarrollo de la investigación, teniendo en cuenta las limitantes expuestas. En este orden, se toma como método evaluativo de riesgos la Matriz Impacto / Probabilidad, la cual es la herramienta que mejor se adapta a la disponibilidad de tiempo, así como al conocimiento de la herramienta de los evaluadores, tal como se expone más adelante en el Marco Teórico.

Es necesario exponer que algunas concesiones fueron contactadas para verificar su interés de participar, pero esto generó una de las primeras dificultades en la investigación, las cuales podrían derivar en un aumento no planeado, del tiempo máximo de elaboración de esta investigación. Las entidades adujeron la necesidad de solicitar autorización formal de las juntas directivas o incluso de los socios para responder la solicitud. Este proceso de autorizaciones podría tomar 2 meses según la programación de reuniones de junta directiva anuales de cada concesión, el proceso de evaluación podría tomar 2 meses adicionales. Un total de 4 meses para evaluar superando los plazos totales disponibles para la investigación.

Antes las dificultades afrontadas se toma como camino alternativo realizar la evaluación de riesgos con el apoyo de los profesionales que pertenecen al sector. Los evaluadores aplican su conocimiento y experiencia y emiten una valoración de los riesgos desde su perspectiva profesional. La Matriz de Riesgo se evalúa anónimamente y no requiere aprobaciones de empresas o terceros. El análisis de resultados se desarrolla en conjunto y las conclusiones solo presentan las conclusiones de la mayoría y no individualizadas.



La matriz de riesgo que se presenta a los profesionales evaluadores no presenta ningún ajuste específico por concesión. La evaluación se realiza a manera general teniendo los mismos criterios para todas las concesiones. Por consiguiente la fase del tratamiento de los riesgos no se considera dentro del presente trabajo, en primer lugar, la evaluación recibida corresponde a profesionales estratégicos y no a una concesión como un todo, y en segundo lugar las posibilidades de tratamiento deben ser analizadas a la luz del contexto de cada organización y sus políticas de riesgo.

### 3. Marco teórico

Para el correcto desarrollo del presente trabajo de grado se presentan a continuación las definiciones, conceptos y normas que permiten el desarrollo de la valoración del riesgo de forma adecuada, con la intención de generar un glosario propio del trabajo y así entender a cabalidad el desarrollo del mismo:

#### 3.1 Riesgo

##### 3.1.1 Generalidades.

La definición de **riesgo** no tiene un inicio claro, no existen evidencias que determinen una fecha exacta en la que se usó por primera vez (Cháves, 2018). Sin embargo, el termino **gestión del riesgo** ha tenido un desarrollo estable, por lo que sea ha consolidado como un concepto más moderno y rastreable en el tiempo. Después de la Segunda Guerra Mundial el termino empezó a aparecer en diferentes revistas (Crockford, 1982). Según Dionne (2013) los primeros autores que publicaron sobre el tema fueron Mehr y Hedges en 1963 y Williams y Hems en 1964.

En su uso más básico, el riesgo y su gestión han sido empleados para evitar pérdidas, sean económicas en el comercio de bienes, de vida humanas en desastres naturales, o en general; es decir de todo lo que pueda ser perdido. Durante su historia estos dos términos han generado gran cantidad de definiciones, siendo cambiadas y ajustadas a medida que las herramientas y el entendimiento del riesgo aumentaba. Incluso algunos autores mencionan que con la aparición de

la teoría de probabilidades la gestión del riesgo le permitió un manejo más sistemático del riesgo (Hubbard, 2009).

En Colombia el riesgo fue definido finalmente dentro de la “*Norma Técnica Colombiana – ISO 31000 Gestión del Riesgo: Principios y directrices*”. La norma introduce al lector a diferentes conceptos para un mejor entendimiento del riesgo. Considerando que la presente investigación se desarrolla en el marco del país y que la NTC es un referente nacional de normalización. Se tomaron las definiciones de la NTC, entendiendo que estas son establecidas por el referente de normalización nacional y que de manera determinada la investigación se desarrolla para concesiones colombianas.

Algunos conceptos que requerían interpretación o profundización para el lector fueron complementados con algunos conceptos del Comité de Organizaciones Patrocinadoras del Treadway - COSO, quien actúa como un segundo referente mundial en la gestión de riesgos.

**Riesgo.** La definición que nos ofrece la Norma Técnica Colombiana es la siguiente: Riesgo:

Efecto de la incertidumbre sobre los objetivos. Siendo el efecto cualquier desviación positiva o negativa de lo esperado, y los objetivos cualquier meta definida por la organización de carácter financiera, ambientales, productividad, ente otros.” (NTC-ISO 31000, 2009). Como explica la misma norma, el riesgo está caracterizado en base a los eventos y consecuencias o su combinación, expresados en la probabilidad de que este suceda



**Probabilidad (Likelihood)** Definido por la NTC como la “probabilidad de que algo suceda”. Su definición viene del término en inglés “Likelihood” y no debe confundirse con el término similar “Probability”, entendiéndose que el segundo se expresa en términos más matemáticos mientras que el primero contempla una definición más general de que algo suceda. Para COSO (2012) la probabilidad es la posibilidad de que un determinado evento suceda y puede expresarse en términos de probabilidad (matemática) o frecuencia.

**Impacto.** También conocido como consecuencia en la NTC-ISO 31000 (2009), se define como el resultado de un evento, el cual puede originar efectos positivos o negativos. El Departamento Nacional de Planeación – DNP, en el documento CONPES 3714 lo definió como “la medida de la magnitud de las consecuencias monetarias de un evento generador de riesgo sobre el objeto del contrato.”(p.9) En la gestión del riesgo a nivel mundial la consideración del impacto en términos monetarios queda corta, como aclara COSO (2012) los criterios de evaluación del riesgo pueden incluir aspectos financieros, reputacionales, regulatorios, SST, entre otros.

**Velocidad.** El criterio de velocidad es un concepto nuevo recientemente introducido por COSO (2012), también es relacionado someramente en la norma IECF-FDIS 31010. Hace referencia a la velocidad con la que un evento puede manifestarse, o como el tiempo que pasa entre la ocurrencia de un evento y el momento en que la compañía siente sus efectos.

**Nivel del Riesgo.** Definida por la NTC como la magnitud del riesgo, se puede entender como la combinación de la consecuencia, la probabilidad y la velocidad. Estos niveles de riesgo suelen ser determinados por los propios evaluadores desde un nivel gerencial. La manera visual más



usada para determinar un nivel de riesgo es la aplicación de matrices Impacto Probabilidad, los márgenes de aceptación/tolerancia de riesgo son determinadas al nivel gerencial como parte de la estrategia de gestión del riesgo.

### **3.1.2. Gestión del riesgo.**

Como se mencionó anteriormente, la temática tomó fuerza en la segunda mitad del siglo XX y fue hasta 1960 en que las primeras publicaciones sobre la gestión del riesgo fueron hechas. El enfoque inicial de la gestión del riesgo se centró en el sector de las aseguradoras (Crockford, 1982). Durante la década de 1980 las compañías incluyeron la gestión del riesgo financiero y en la década de 1990 la gestión del riesgo incluyó los conceptos de riesgo operacional y líquido. A inicio del nuevo milenio la bancarrota de diferentes compañías, las dificultades económicas de la época e incluso el 11-s, llevaron a una implementación más rigurosa de la gestión del riesgo, así como la intervención de agencias gubernamentales y la expedición de controles por parte de diferentes entidades regulatorias (Dionne, 2013). De igual manera, la crisis que se vivió más fuertemente en el sector bancario, aunque terminó expandiéndose a los demás sectores, permitió poner mayores esfuerzos en la gestión del riesgo.

En 2001 el Comité de Supervisión Bancaria (BCBS) creó un nuevo estándar internacional para la gestión del riesgo bancario, y posteriormente, como asegura Hubbard (2009) el gobierno de los Estados Unidos estableció una serie de requisitos para el análisis de riesgo de todos los principales programas gubernamentales. La iniciativa del Gobierno Norteamericano sirvió para

que el sector privado participara en la implementación de la gestión del riesgo, así como con el desarrollo de medidas propias, aumentando y expandiendo la cultura del riesgo.

### **3.1.3. Gestión del riesgo en la construcción.**

La construcción participó igualmente en el desarrollo de la cultura del riesgo para sí. La segunda mitad del sigloXX vivió un gran desarrollo desde el punto de vista de la cultura del riesgo en la construcción. En la investigación llevada por Edwards y Bown (1998) se observa el incremento de la literatura del riesgo a medida que el siglo terminaba. En la misma investigación también se resaltan los temas investigados. A principio del periodo la investigación se centraba en las diferentes técnicas y métodos para la valoración del riesgo. Al finalizar el periodo el interés se centró en la penetración del riesgo y su aplicación dentro de la construcción. El sector buscó generar conocimiento sobre las técnicas y posteriormente midió la penetración que tuvo este conocimiento generado. La importancia que ha cobrado el riesgo en la construcción no es solo demostrada por la investigación académica realizada sobre el tema. Thaheem y De Marco (2013) encuestaron una serie de empresas del sector de la construcción para identificar el nivel de penetración de las técnicas de gestión del riesgo. Todas las empresas encuestadas mostraron un uso de alguna técnica de identificación de riesgos, sea cualitativa o cuantitativa.

Para Latinoamérica, Marsh (2015) realizó un benchmarking de las prácticas de gestión de riesgo de empresas en Latinoamérica. Entre sus resultados resalta la penetración de técnicas de identificación de riesgos que alcanza un 93% de las empresas. En las dos investigaciones se

observa la penetración de las primeras etapas de la gestión del riesgo, así como la existencia de un proceso de implementación de la gestión como describe Marsh.

La gestión del riesgo en el sector de la construcción no tiene una diferenciación significativa con la de los demás sectores. El proceso tiene una estructura básica que es ajustada a cada sector o necesidad. La norma NTC-ISO 31000 expone sus principios y directrices para la gestión del riesgo de manera general y la interacción entre los procesos.

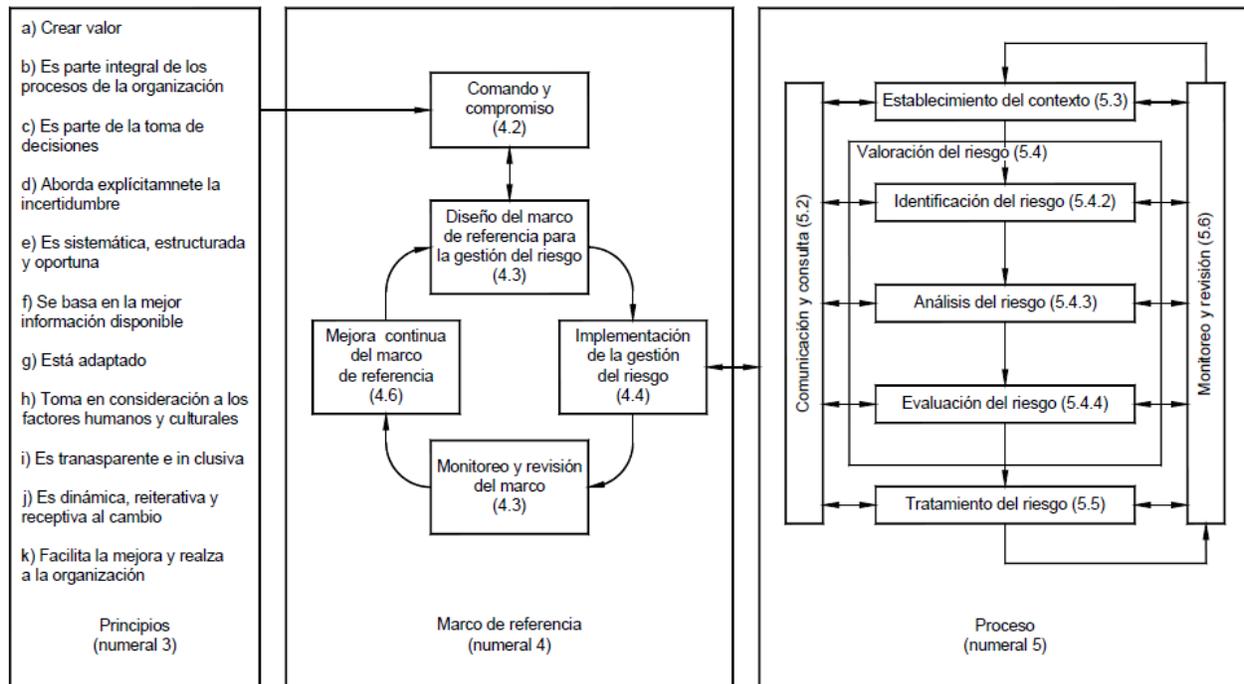


Figura 1 Relaciones entre los principios, el marco de referencia y los procesos para la gestión del riesgo. Fuente: (NTC-ISO 31000,2009)

Lo anterior no debe entenderse como una negativa hacia el desarrollo específico de la gestión del riesgo en la construcción, sino únicamente como la existencia de un marco general para la



gestión del riesgo, normalizado y generalizado para todos los sectores. Así como explica la misma norma, cada caso de estudio requiere la adecuación específica para sus necesidades.

Autores como Aguria, Wang y Dulaimi (2004) hablan de un acercamiento sistemático a la gestión del riesgo en la construcción, consistente en tres partes: identificación del riesgo, análisis y evaluación del riesgo y respuesta al riesgo. La anterior propuesta coincide con el proceso de valoración del riesgo de la NTC-ISO 31000, con una diferencia clave; la división entre el análisis y la evaluación del riesgo, convirtiendo el ciclo en un proceso de 4 pasos incluyendo el tratamiento.

Por su parte Lee, Park y Shin (2009) sustenta que el principal objetivo de la gestión de riesgos en un proyecto es identificar, evaluar y controlar los riesgos para el éxito del proyecto. Se entiende que la estructura básica de la gestión de riesgos reposa en estos tres conceptos, sin importar la presentación o divisiones que haga cada autor. Para la presente investigación la estructura seguirá la propuesta de la NTC.

El primer escalón del proceso de gestión del riesgo es la identificación. Requiere determinar cuáles son los riesgos que pueden afectar un proyecto y sus características, realizando una correcta descripción de cada uno (Serpella, Ferrada, Howard & Rubio, 2014). Para identificar y analizar los riesgos se cuentan con más de 36 técnicas como explican Forbes, Smith y Horner (2008). De todas estas solo algunas pocas son usadas en la industria de la construcción. Especialmente por dos razones señalan los autores, la falta de recursos y la falta de conocimiento respecto a los escenarios a aplicar cada técnica.

Algunos autores como Baker, Ponniah y Smith (1999) resaltan la experiencia personal y empresarial, el juicio ingenieril y el brainstorming como caminos efectivos para la identificación de riesgos; reforzada por Chapman (1998), quien propone el uso de 3 métodos combinados concluyendo que una sola herramienta no es suficiente para la identificación de riesgos.

En cuando al análisis de riesgos, Thaheem & De Marco (2013) resaltan el uso de técnicas como las entrevistas y la estimación de costo como técnicas cuantitativas y a su vez, resaltan como técnicas cualitativas, la evaluación del impacto y el riesgo, la categorización del riesgo y las matrices impacto/probabilidad. Por su parte, Lyons y Skitmore (2014) concluyeron en su estudio que en el sector predominan los métodos cualitativos para la evaluación de riesgos, entre ellos la matriz probabilidad / impacto como la más usada. En este punto, es necesario resaltar que como explica Tah y Carr (2001), los métodos cuantitativos de análisis de riesgo no permiten que la información relacionada a riesgos, problemas, tratamiento y lecciones aprendidas de proyectos anteriores pueda ser capturada y reutilizada para futuros proyectos.

Una vez determinado el nivel de riesgo el método seleccionado se continúa con el tratamiento, o las decisiones que deben tomarse respecto a qué hacer con el riesgo. Inicialmente se debe verificar cual es la magnitud del riesgo y en cuál de los límites de clasificación se encuentra. Una vez determinada la magnitud se realiza alguna de las cuatro acciones de tratamiento como propone Frame (2003): Aceptación del riesgo, rechazo del riesgo, transferencia del riesgo o mitigación del riesgo. En el caso de COSO, se presenta el capítulo de respuesta al riesgo, en este se proponen cuatro acciones: evitar, reducir, compartir y aceptar el riesgo.

Por su parte la NTC-ISO 31000 presenta diferentes tratamientos a aplicar para modificar el riesgo: evitar, tomar, retirar la fuente del riesgo, cambiar la probabilidad, cambiar las consecuencias, compartir el riesgo y retener el riesgo. Así mismo, la norma aclara que las diferentes opciones propuestas no son necesariamente excluyentes. Las organizaciones deben analizar a la luz del costo y el esfuerzo la mejor opción(es) para el tratamiento.

#### **3.1.4. Lineamientos NTC-ISO 31000.**

La norma NTC-ISO 31000 introducida en Colombia en el año 2011 por el Instituto Colombianos de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC fue tomada como una copia idéntica de la norma del mismo nombre emitida por el Instituto Internacional de Estandarización en el 2009. Su objetivo fue el de establecer los principios y directrices para la implementación de la gestión del riesgo en una organización.

En el documento se presentan los términos y definiciones más usados en la gestión del riesgo, así como el principio de la gestión del riesgo, el proceso de formulación del marco de referencia y el proceso para la gestión del riesgo (Figura 01). La Norma Técnica establece una estructura base para la Gestión del Riesgo que puede ser amoldada a cualquier empresa de naturaleza privada, pública o mixta, complementando las políticas de gestión existentes, y de igual manera, creando todo un proceso de gestión del riesgo desde cero.

A partir de su emisión en 2009 ha sido referencia para la implementación de la gestión del riesgo. El Instituto para la Gestión del Riesgo – RIM (2002) en su documento <Estándar para la gestión del riesgo> emplea la ISO-31000 como referente para el estándar propuesto. Purdy (2010) presenta las ventajas que esta representa y las posibilidades de mejora que tiene, así mismo resalta la homogeneidad que ofrece la norma y su independencia a las anteriores.

El proceso de la gestión del riesgo que se expone en la NTC-ISO 31000 inicia desde la comunicación y consulta con las partes involucradas en la gestión. Esta debe existir durante todo el proceso y debe dejarse clara para su implementación. Continúa con el establecimiento del contexto de acuerdo a cada organización o caso de estudio, siendo esta la parte más importante, pues supone la necesidad de definir tanto el contexto externo como interno. Así mismo, se incluyen los objetivos, estrategias, el alcance y los criterios de riesgo.

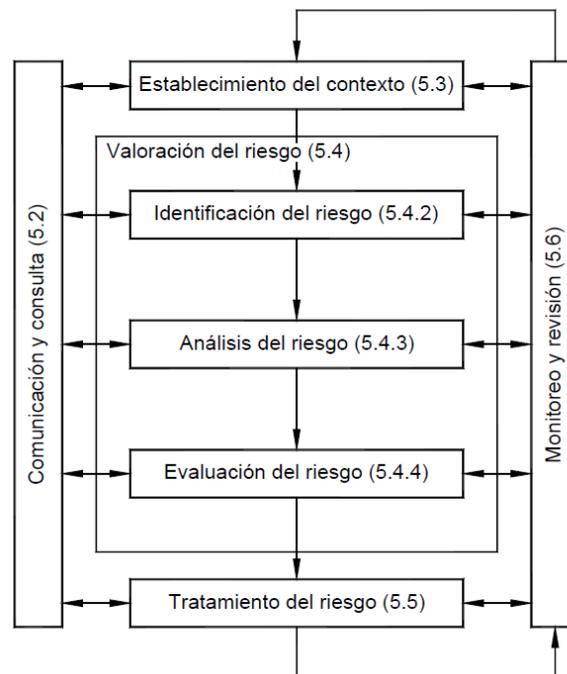


Figura 2 Proceso para la gestión del riesgo Fuente: NTC-ISO 31000

La evaluación del riesgo como se explica en la figura 02, se divide en 3 partes fundamentales:

La *identificación del riesgo* corresponde a la identificación de los riesgos incluyendo sus fuentes, eventos, causas, consecuencias y las áreas que impacta. Como conclusión se obtiene una lista exhaustiva de los riesgos posibles. La identificación debe incluir todos los riesgos existentes, incluso si su origen se encuentra dentro del control de la organización.

Con la lista definida se debe realizar el *análisis del riesgo*. Este incluye la comprensión del riesgo identificado, de forma que se defina la probabilidad y consecuencia de cada uno de los riesgos. En este punto se puede incluir un tercer criterio de análisis: La velocidad de ocurrencia recomendado en la norma IEC/FDSI 31010 (2009), la cual hace referencia a la velocidad en la que se manifiesta la consecuencia de un riesgo después de ocurrido un evento.

Un correcto análisis de los riesgos facilita al analista una visión inicial para la toma de decisiones, y así dar inicio a la etapa de *evaluación del riesgo*. Tiene como objetivo establecer la magnitud del riesgo es cada criterio establecido.

Las técnicas para realizar la evaluación del riesgo dependen de la complejidad del proyecto a evaluar, de las herramientas disponibles, las dificultades en su implementación, el enfoque y de los objetivos de la organización, así como del conocimiento que las partes poseen, al igual que los recursos disponibles (Forbes, Smith & Horner, 2008). Como guía para encontrar y



seleccionar herramientas recomendadas para la evaluación del riesgo se emplea la Norma ISO-IEC 31010 (Ver tabla 06).

Con esta información y con el contexto se puede continuar con el paso del *tratamiento del riesgo*, en donde se define si es necesario realizar una evaluación posterior, proyectar el riesgo para un tratamiento futuro o simplemente no tratarlo. Todo basado en el contexto previamente definido por la organización. Se prosigue con la valoración del riesgo y con el tratamiento del mismo, dando por finalizado el proceso con el monitoreo y la revisión del proceso, para así convertir este en un proceso que se encuentra en mejora continua y aplicación constante, en línea con lo propuesto por Mills (2001), quien resalta que la gestión del riesgo en construcción no se puede considerar como una actividad de un solo uso. La gestión del riesgo debe aplicarse continuamente durante la vida del proyecto, de forma que todo el proceso continuo de gestión permita la creación, captura y utilización del conocimiento.

### **3.2. Asociaciones Público Privadas (APP)**

El concepto de Asociaciones Público Privadas – APP (Public Private Partnership – PPP) se ha presentado como un tipo de contrato relativamente nuevo para la contratación pública. Pese a que existen registros de arreglos entre el sector público y el privado desde el imperio romano (EPS-PEAKS, 2017) no fue hasta 1989 que el concepto fue introducido formalmente. Sin embargo, estas relaciones se convertirían en desafío para el entendimiento de la gestión del riesgo. Inicialmente la problemática giraba en torno a la necesidad de usar capital privado para la financiación del sector público. Para solucionar esto, en 1989 el Reino Unido cambio las

políticas para la financiación privada de proyectos y el sector privado fue incluido e impulsado para proponer esquemas de financiación (EPEC, 2012).

La literatura no han llegado a un consenso para una definición clara de las APPs (Hodge y Greve, 2007). Diferentes entidades han promovido definiciones propias manteniendo cierta discusión sobre el alcance de una APP. La UNECE (2012) presenta una tabla con diferentes definiciones de organizaciones líderes en el mundo:

Entidad	Definición
HM Treasury	Un acuerdo entre dos o más entidades que les permite trabajar cooperativamente hacia un objetivo compartido o compatible y en el que existe un grado de autoridad y responsabilidad compartida, inversión conjunta de recursos, riesgo compartido y beneficio mutuo
World Bank	El termino APP se refiere a un número de elementos incluyendo la existencia de un enfoque de "Asociación" para la provisión de infraestructura en lugar de una relación proveedor (...) cualquiera de las partes asume la responsabilidad de un elemento de la empresa total y trabajan juntos; o ambas partes toman responsabilidad conjunta por cada elemento (...) una APP involucra compartir el riesgo, responsabilidad, recompensa y valor.
European Commission	Una asociación es un acuerdo entre dos o más partes quienes han acordado trabajar cooperativamente hacia objetivos compartidos y/o compatibles y en los cuales existe una autoridad y responsabilidad compartida; inversión conjunta de recursos; responsabilidad compartida o toma de riesgos e idealmente beneficios mutuos.
Canadian Council for PPP	APP es una empresa cooperativa entre los sectores público y privado, basada en la experiencia de cada socio que mejor satisface las necesidades públicas a través de la adecuada asignación de riesgos y recompensas

*Tabla 2 Definiciones de APP Fuente: Traducido de UNECE, 2012*

En la tabla se observa que las entidades y organismos comparten conceptos claves como cooperación, compartir riesgo y compartir beneficios, estos mismos conceptos se repiten en las



diferentes definiciones encontradas en la literatura. En base a estos conceptos claves, cada país, entidad o institución parte para crear su propia definición ajustada a su realidad. Adicionalmente la UNECE (2012) ofrece tres condiciones que debe tener un contrato APP:

Un contrato a largo plazo entre el sector público o el cliente y una parte del sector privado, para el diseño, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento de activos de capital público por parte del sector privado.

Con el pago durante la vida del contrato de APP a la parte del sector privado por la prestación de servicios y el uso del activo, realizado por la parte pública o por el público en general como usuarios del activo; y Con la reversión del activo a propiedad del sector público al final del contrato. (2012)

Con el uso de estas condiciones y los diferentes ajustes que la industria realizó según sus necesidades, surgieron diferentes tipos de contratos a nivel mundial Cada contrato tiene una aplicación o ajustes en condiciones como la forma de pago, el tipo de activo, las obligaciones, entre otras. Para distinguir los contratos que han surgido en el medio el World Bank, ADB e IDB (2014) presenta la tabla 03.



Contract Nomenclature	Nomenclatura de Contrato	Descripción General	Tipo de Activo	Funciones transferidas	Mecanismo de Pago
Design-BuildFinance-OperateMaintain (DBFOM) DesignBuild-FinanceOperate (DBFO) Design-ConstructManage-Finance (DCMF)	Diseñar - Construir - Financiar - Operar - Mantener (DCFOM) Diseñar - Construir - Financiar - Operar (DCFO) Diseñar - Construir - Gerenciar - Financiar (DCGF)	Bajo esta nomenclatura, la gama de tipos de contratos de APP es descrita por las funciones transferidas al sector privado. La función de "mantener" puede quedar fuera de la descripción (por lo tanto, en lugar de DCFOM, un contrato que transfiere todas esas funciones puede simplemente describirse como DCFO, con la responsabilidad del mantenimiento implícita como parte de las operaciones). Una descripción alternativa en líneas similares es Diseñar - Construir - Gerenciar - Financiar (DCGF), que es equivalente a un contrato DCFOM	Nueva Infraestructura	Según lo definido en el nombre del contrato	Puede ser pagado por el gobierno o por el usuario
Operations and Maintenance (O&M)	Operación y Mantenimiento (OyM)	Los contratos de O&M para activos existentes pueden incluirse en la definición de APP cuando estos están basados en el desempeño y a largo plazo (a veces también se llaman contratos de mantenimiento basados en el desempeño)	Infraestructura Existente	Operación y Mantenimiento	El Gobierno paga
Build-OperateTransfer (BOT) Build-OwnOperate-Transfer (BOOT) BuildTransfer-Operate (BTO)	Construir - Operar - Transferir (COT) Construir - Tener - Operar - Transferir (CTOT) Construir - Transferir - Operar (CTO)	Este enfoque para describir las APP de nuevos activos incluye la propiedad legal y el control de los activos del proyecto. Bajo un proyecto COT, la compañía privada es propietaria de los activos del proyecto hasta que sean transferidos al finalizar el contrato. CTOT se usa a menudo de forma intercambiable con COT. Por el contrario, en un contrato de Construir-Transferir-Operar (CTO), la propiedad de los activos se transfiere una vez que se completa la construcción. Los derechos de propiedad afectan principalmente la forma en que se gestiona el traspaso de activos al final del contrato.	Nueva Infraestructura	Por lo general, diseñar, construir, financiar, mantener y algo o toda la operación. En algunas definiciones, COT o CTO pueden no incluir financiamiento privado, mientras que CTOT siempre incluye financiamiento privado	Puede ser pagado por el gobierno o por el usuario
RehabilitateOperate-Transfer (ROT)	Rehabilitar - Operar - Transferir	En cualquiera de las convenciones de nomenclatura descritas anteriormente, "Rehabilitar" puede tomar el lugar de "Construir" donde la parte privada es responsable de rehabilitar, actualizar o ampliar los activos existentes	Infraestructura Existente	Como la anterior pero con Rehabilitar en lugar de construir	Como la anterior
Concession	Concesión	Concesión se utiliza para una variedad de tipos de contratos. En algunas jurisdicciones, la concesión puede implicar un tipo específico de contrato; mientras que en otros se usa más ampliamente. En el contexto de las APP, una concesión se utiliza principalmente para describir un APP de "usuario paga". Por ejemplo, en Brasil, la "Ley de Concesión" se aplica solo a los contratos que el usuario paga; una Ley APP distinta regula los contratos que requieren algún pago del gobierno. Por otro lado, la "concesión" se usa a veces como un término general para describir una amplia gama de tipos de APP: por ejemplo, todas las APP más recientes en Chile se han implementado bajo la "Ley de Concesión", incluidos los contratos totalmente pagados por el gobierno.	Existente	Diseñar, rehabilitar, extender o construir, financiar, mantener y operar - típicamente ofreciendo servicios a los usuarios.	Por lo general, el usuario paga: en algunos países, dependiendo de la viabilidad financiera de la concesión, la parte privada puede pagar una tarifa al gobierno o puede recibir un subsidio



Contract Nomenclature	Nomenclatura de Contrato	Descripción General	Tipo de Activo	Funciones transferidas	Mecanismo de Pago
Lease or affermage	Arrendamiento	Un contrato de arrendamiento es similar a una concesión, pero el gobierno generalmente es responsable de los gastos de capital. Dichos contratos pueden o no estar incluidos en la definición de PPP, dependiendo de la duración del contrato.	Existente	Mantener y operar ofreciendo servicios a los usuarios	El usuario paga: la parte privada generalmente remite parte de las tarifas de los usuarios al gobierno, para cubrir los gastos de capital
Franchise	Franquicia	La "franquicia" se usa a veces para describir un acuerdo similar a una concesión o un contrato de arrendamiento o reclamación.	Existente o Nueva	Puede incluir diseñar, construir y financiar; o puede estar limitado al mantenimiento y operación del activo.	Puede ser el usuario o el gobierno
Private Finance Initiative (PFI)	Iniciativa Privada de Financiación (IPF)	El Reino Unido fue uno de los primeros países en introducir el concepto de APP, bajo el término "Iniciativa de Financiamiento Privado". El 'IPF' se usa normalmente para describir el APP como una forma de financiar, construir y administrar nueva infraestructura	Nueva	Diseñar, construir, financiar, mantener - puede incluir algo de operación, pero frecuentemente sin proveer servicios directamente al usuario.	El Gobierno paga

Tabla 3 Nomenclatura de APPs (Fuente traducido de World bank, ADB e IDB, 2014)

Se resalta que los contratos de concesión se clasifican dentro de los APPs así como las Iniciativas Publico privadas. En Colombia la definición de APP está enmarcada dentro de 1508 de 2012 (Ley 1508, 2012), la cual en su artículo primero establece lo siguiente:

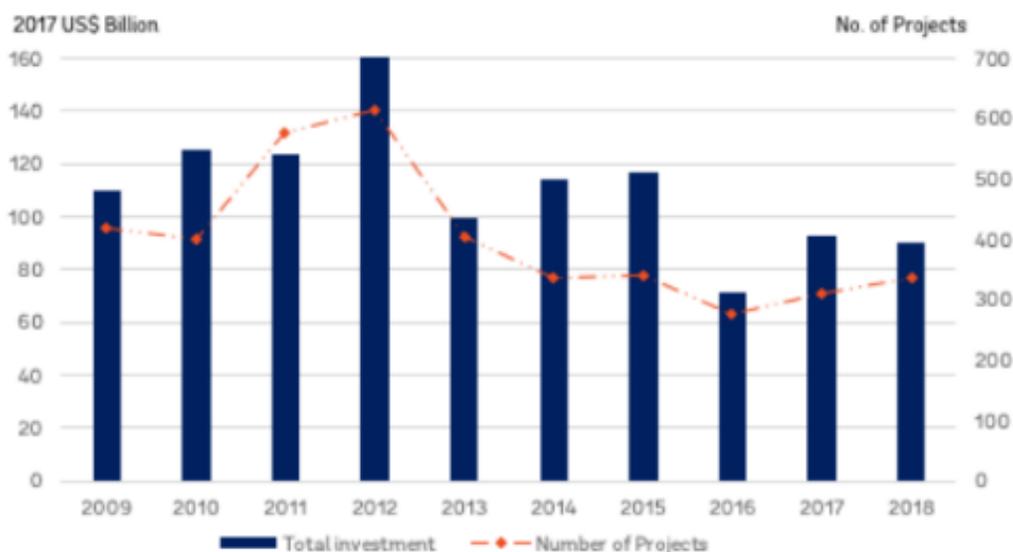
ARTÍCULO 1o. DEFINICIÓN. Las Asociaciones Público Privadas son un instrumento de vinculación de capital privado, que se materializan en un contrato entre una entidad estatal y una persona natural o jurídica de derecho privado, para la provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados, que involucra la retención y transferencia de riesgos entre las partes y mecanismos de pago, relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio. (2012)

En este artículo se establece el régimen jurídico para las Asociaciones Publico Privadas para la Republica de Colombia y establece las normas y condiciones para el uso de las APPs. Tambien se establecen las limitantes respecto al porcentaje de participación privada, el monto de constitución y demás restricciones. A pesar de los diferentes mecanismos que se desarrollaron para aprovechar las APPs, la ley 1508 se queda corta, como concluye Sepulveda (2014) en su trabajo, “esta ley omite otros mecanismos o modelos, igualmente la participación de sociedades de economía mixta.” (2014)

### **3.2.1. Alcance de las APPs en el mundo**

Las Asociaciones Publico Privadas han demostrado ser una buena herramienta que permite compartir riesgos y costos en el desarrollo de la infraestructura de un país (Istrate y Puentes,

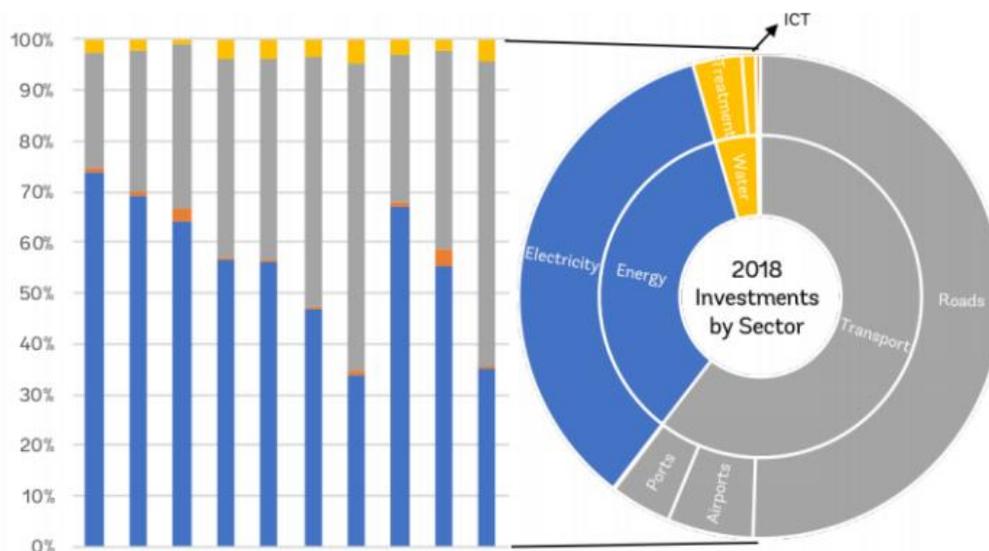
2011). Este tipo de negocios resulta favorable tanto para el sector público como para el privado, permitiendo una colaboración de largo plazo que incluye compartir el riesgo y ofrecer a cambio de una ganancia razonable a un valor adecuado. El proyecto del Banco Mundial <Participación Privada en Infraestructura> (PPI por sus siglas en inglés) lleva una base de datos de los proyectos APP en el mundo. Ofrecen una mirada global del comportamiento y penetración de este modelo a nivel mundial. En el caso de los mercados emergentes en donde se ubica Colombia, los montos de inversión se muestran en la figura 03.



*Figura 3 Compromisos de inversión en proyectos de infraestructura con participación privada en mercados emergentes y economías en desarrollo (EMDE) - (Fuente World Bank, 2018)*

Las APPs en las economías emergentes alcanzó en 2018 una inversión de 90 billones de dólares distribuidos en 335 proyectos a través de 41 países. El Banco Mundial en su informe resalta la reducción de megaproyectos bajo el modelo de APP y el aumento de proyectos pequeños y medianos bajo esa figura.

En una mirada más detallada, la inversión en las APPs tiene una clara tendencia hacia los proyectos viales. La figura 4 muestra que estos proyectos se ven desagregados, alcanzando un porcentaje superior al 60% en esta categoría. Le continúan en importancia los proyectos energéticos en la modalidad de APPs. Una inversión de ese tamaño representa anualmente más de 54 billones de dólares de inversión; cifra bastante representativa para las economías de países emergentes que requieren obtener el mayor valor al menor precio.



*Figura 4 Participación sectorial en compromisos de inversión en proyectos de infraestructura con participación privada en EMDEs - (Fuente World Bank, 2018)*

En el caso Europeo la penetración del modelo de APPs en la figura de Concesiones y similares representa el 38% de la infraestructura vial (Fayard, 2005). Cada país ha establecido sus propias políticas para el uso y aplicación de APPs, sin embargo se deben enmarcar dentro de las políticas europeas (CEE). Usualmente las diferencias entre países de la UE corresponden a la forma de compartir el riesgo y los tipos de riesgos. Las variaciones comunes parten desde la forma y los

riesgos a compartir con las empresas privadas. Los criterios de selección de la empresa concesionaria suelen tener variaciones igualmente, Fayard (2005) nos ofrece los puntos clave en la selección: “el monto del subsidio público requerido, la credibilidad del acuerdo financiero, la calidad técnica del proyecto, la estrategia operativa y la política de precios y la reputación de la empresa concesionaria.” (p.20).

En el caso de Estados Unidos la penetración no ha sido tan significativa como en Europa. El mercado americano solamente aportó el 8.8% del costo total de las APP en el periodo entre 1985 y 2011. En la Figura 05 se observa el aporte de EEUU frente al resto, resalta el hecho que la mayor economía del mundo dispone menor presupuesto a las APPs que regiones en desarrollo como Latinoamérica y el Caribe (11.4%). Para el caso Norteamericano el 81% de estos proyectos fueron en vías, puentes y túneles.

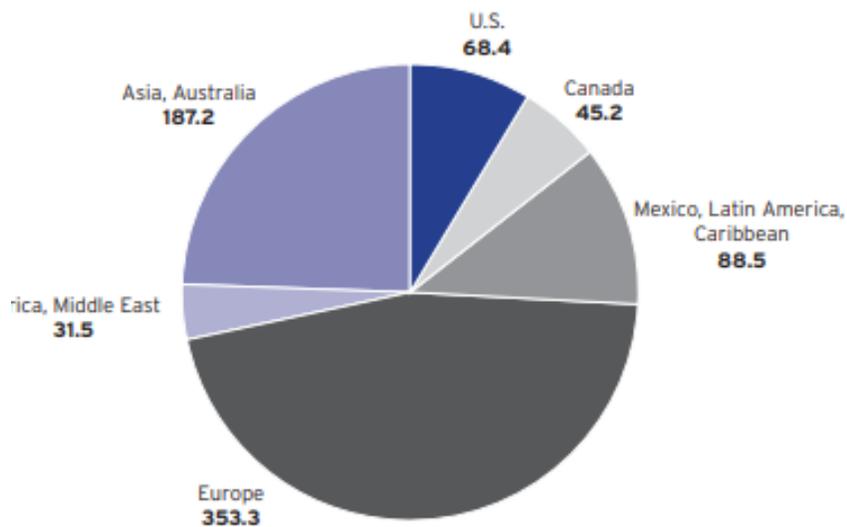


Figura 5 APPs a nivel mundial, Costo Total Nominal (in Billones \$USD), 1985 – 2011 (Fuente: PWF, 2011)

Canadá quien se lleva el 5.8% de la inversión en proyectos APP desarrolló una entidad federal para las APPs (APP Canadá). La entidad es controlada por el gobierno y adscrito al Ministerio de Hacienda del Parlamento, pero tiene un funcionamiento más enfocado al negocio, asegura Istrate y Puentes (2011). APP Canadá proporciona asistencia técnica tanto a agencias federales como a proyectos adscritos, comparte las mejores prácticas del sector y educa las agencias públicas en el uso de las APPs. Por su parte Latinoamérica supera en inversión de APPs a regiones importantes como África, Canadá y Estados Unidos. En total la región concesionó 36.103 kilómetros de carreteras bajo esta modalidad (Tabla 04). En este resumen se observa como los diferentes países de Latinoamérica han incursionado en las APPs como un modelo de contratación para sus necesidades: Entre los países con mayor penetración de APPs se Brasil, México, Chile, Argentina y Colombia

País	Cantidad	Kilómetros	Porcentaje de la red	
			Interurbana <sup>a</sup>	Pavimentada
Argentina	22	10 691	1,7	15,0
Brasil	36	9 644	0,6	5,6
Chile	25	2 526	3,2	14,4
Colombia	22	3 086	2,7	24,0
Costa Rica	2	144	0,4	2,4
Ecuador	6	1 312	3,0	17,0
Guatemala	1	23	0,2	0,5
México	120	6 436	1,9	5,8
Panamá	2	104	1,0	2,9
Paraguay	1	140	0,2	4,6
Perú	2	289	0,4	2,8
R. Dominicana	2	136	0,7	2,6
Uruguay	5	1 572	2,3	20,1
<b>Total</b>	<b>246</b>	<b>36 103</b>	<b>1,0</b>	<b>7,3</b>

Tabla 4 Concesiones Viales en America Latina, Junio 2004 (Fuente Bull, 2014)

Argentina por su parte desarrolló 10.691 kilómetros de vías concesionadas, sin embargo ha experimentado dificultades por las rebajas de los peajes decretadas desde 1991 y la recesión que ha experimentado. El caso de Brasil también ha encontrado dificultades en el costo de los peajes



y dificultades con los Concesionarios privados. Chile por su parte ha tenido una buena experiencia en el manejo de concesiones, con 25 concesiones activas a 2004 es el tercer país latinoamericano con más concesiones, y más importante aún, es el país con menos traumatismos por estas.

México tuvo una mala experiencia en la época de 1997 cuando tuvo que crearse el FARAC para rescatar una serie de concesiones viales después de la quiebra de los concesionarios privados. Sin embargo después de las lecciones aprendidas ha relanzado nuevamente sus planes de concesiones.

Los beneficios económicos y financieros de las APPs aún están sujetos a debate. Este modelo de contratación ofrece aun un poco de incertidumbre en la contratación (Hodge y Greves, 2007). A partir de las problemáticas vistas en el caso Latinoamericano, este modelo aún presenta problemas y requiere aprender de las lecciones internacionales para continuar su perfeccionamiento.

### **3.2.2. Concesiones Viales en Colombia**

Las Concesiones Viales en Colombia son relativamente jóvenes, sus inicios se remontan a principios de 1997 (Muñoz P. 2002). Fueron pensadas como una solución financiera a los problemas de liquidez del gobierno. Su primer objetivo fue el de impulsar obras de gran envergadura que garantizarán el desarrollo nacional. Como segundo objetivo se buscaba aumentar la inversión privada. En las etapas iniciales del uso de las Concesiones en el país, el



gobierno nacional formó el instituto Nacional de Concesiones – INCO, siguiendo los ejemplos de países como México y Canadá. La función de este era la de centralizar la gestión de las concesiones de infraestructura de transporte (Decreto 1800, 2003). Este funcionó hasta que en el 2011 el país impulsó la inversión privada y se abrió a nuevas formas de inversión privada. Como resultado el INCO sufrió un cambio de alcance y funciones y pasó a llamarse Agencia Nacional de Infraestructura – ANI.

El nuevo alcance de la ANI (2019) es el siguiente:

La Agencia Nacional de Infraestructura, tendrá por objeto planear, coordinar, estructurar, contratar, ejecutar, administrar y evaluar proyectos de concesiones y otras formas de Asociación Público Privada - APP, para el diseño, construcción, mantenimiento, operación, administración y/o explotación de la infraestructura pública de transporte en todos sus modos y de los servicios conexos o relacionados y el desarrollo de proyectos de asociación público privada para otro tipo infraestructura pública. (2019)

En comparación con el modelo de entidad canadiense para la gestión de concesiones el alcance de la ANI no es tan profundo y educativo en contratación. Según el INVIAS (2017) en su reporte del estado de la red vial a diciembre de 2018, el país cuenta con cerca de 7.019 Kilómetros de vías primarias en el país (Tabla 05). Vías pavimentadas suman un total de 5958 Km. Sin embargo, de estas únicamente el 47 % se encuentran en un estado muy bueno o bueno. Es decir, que es adecuado y cumple con los requisitos para garantizar un nivel mínimo de servicio y operación. Esto deja más del 50% de las vías en estado regular o inferior.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS E INNOVACIÓN															
dic-18															
No.	TERRITORIAL	PAVIMENTADO (Kms)					SIN PAVIMENTAR (Kms)					RED TOTAL CALIFICADA			
		MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	PAV.	SIN PAV.	INTERV.	TOTAL
1	ANTIOQUIA	9,28	85,59	148,11	52,61	0,00	0,00	0,00	0,69	1,80	0,00	295,59	2,49	0,00	298,08
2	ATLÁNTICO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	BOLÍVAR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	BOYACÁ	54,37	165,79	250,27	120,41	0,00	0,00	4,99	11,53	83,12	22,45	590,83	122,07	0,00	712,91
5	CALDAS	59,37	79,32	39,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	178,43	0,00	0,00	178,43
6	CAQUETÁ	141,97	51,05	14,22	20,01	0,00	0,00	1,61	21,21	28,73	1,04	227,25	52,60	9,45	289,29
7	CASANARE	0,00	17,22	186,53	39,85	0,00	0,00	0,00	11,95	13,50	0,00	243,60	25,45	0,00	269,05
8	CAUCA	43,87	66,65	109,47	91,26	0,00	0,00	0,00	75,83	117,63	0,95	311,25	194,41	0,00	505,66
9	CESAR	19,77	108,56	82,01	93,56	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	304,89	0,00	0,00	304,89
10	CHOCÓ	4,02	45,72	48,58	0,00	0,00	0,00	0,00	6,27	46,06	0,00	98,32	52,32	0,00	150,65
11	CÓRDOBA	0,00	15,92	14,98	53,10	35,98	0,00	0,98	7,94	29,68	13,98	119,98	52,58	0,00	172,56
12	CUNDINAMARCA	0,00	73,10	91,22	30,99	0,00	0,00	2,58	6,30	19,03	0,00	195,31	27,91	0,00	223,22
13	GUAJIRA	20,31	34,40	71,69	25,61	0,00	0,00	3,10	2,95	4,65	0,32	152,01	11,01	0,00	163,02
14	HUILA	29,54	22,01	26,21	59,05	1,03	0,00	47,00	0,94	89,03	10,93	137,83	147,89	0,00	285,72
15	MAGDALENA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	META	0,20	0,74	11,71	7,00	0,00	0,00	0,00	11,69	36,83	0,00	19,65	48,52	0,00	68,17
17	NARIÑO	252,60	272,23	100,19	72,74	0,62	0,00	5,81	1,00	4,88	9,58	698,38	21,26	0,00	719,64
18	N. DE SANTANDER	19,81	46,84	83,01	77,23	0,97	0,00	3,11	75,43	27,94	0,66	227,85	107,14	0,00	334,99
19	PUTUMAYO	0,00	31,55	6,11	3,55	0,00	0,00	20,99	18,01	25,11	0,00	41,21	64,11	0,00	105,32
20	QUINDÍO	0,00	33,02	41,27	7,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,39	0,00	8,52	89,91
21	RISARALDA	34,99	96,31	38,53	4,84	0,00	0,00	10,80	30,06	3,31	0,00	174,67	44,16	0,00	218,84
22	SANTANDER	1,00	199,23	368,70	116,17	0,00	0,00	19,47	39,29	6,76	0,00	685,10	65,51	0,00	750,61
23	SUCRE	6,66	73,49	40,10	20,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	140,62	0,00	0,00	140,62
24	TOLIMA	48,68	169,69	64,10	29,54	1,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	313,30	0,00	0,00	313,30
25	VALLE	31,06	98,72	97,02	71,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	298,51	0,00	0,00	298,51
26	OCAÑA	16,99	188,90	103,30	56,60	10,23	0,00	0,00	0,00	4,43	0,00	376,02	4,43	0,00	380,45
27	S. ANDRÉS y PROV.	16,14	24,60	5,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,75	0,00	0,00	45,75
	<b>TOTAL RED VIAL</b>	<b>810,63</b>	<b>2.000,64</b>	<b>2.042,08</b>	<b>1.053,29</b>	<b>61,10</b>	<b>0,00</b>	<b>120,42</b>	<b>321,08</b>	<b>542,46</b>	<b>69,90</b>	<b>5.957,74</b>	<b>1.043,86</b>	<b>17,97</b>	<b>7.019,56</b>
		<b>13,61%</b>	<b>33,58%</b>	<b>34,28%</b>	<b>17,66%</b>	<b>0,86%</b>	<b>0,00%</b>	<b>11,54%</b>	<b>30,76%</b>	<b>51,87%</b>	<b>5,74%</b>	<b>84,87%</b>	<b>14,87%</b>	<b>0,26%</b>	

Tabla 5 Estado de la Red Vial Primaria de Colombia – 2018. Fuente INVIAS (2019)



Estas cifras reflejan una problemática y a su vez un gran potencial para implementar estrategias contractuales para usar los fondos privados en la financiación de estas vías. Sin embargo, las dificultades que se han presentado en los programas de concesiones como: el gran incremento de costos, las proyecciones del tráfico esperado por debajo del real, el cambio de legislación y diferentes casos de corrupción e incumplimiento, han vuelto a las autoridades más cautelosas al momento de estructurar concesiones (Bull, 2004).

### ***3.2.2.1. Normativa Colombiana.***

La jurisprudencia colombiana inicialmente estableció en la Constitución Política de 1991 la posibilidad de implementar tres modelos de gestión: gestión a cargo de la administración, gestión por parte de particulares y la gestión mixta (Sepulveda, 2014). A partir de estos tres modelos se abrió la puerta al sector privado para la participación en la prestación de servicios. El Estatuto General de Contratación de la Administración Pública (Ley 80 de 1993), norma que reglamenta las concesiones en el país, define esta figura de la siguiente manera: artículo 32 – de los Contratos estatales Numeral 4

Son contratos de concesión los que celebran las entidades estatales con el objeto de otorgar a una persona llamada concesionario la prestación, operación, explotación, organización o gestión, total o parcial, de un ser vicio público, o la construcción, explotación o conservación total o parcial de una obra o bien destinados al servicio o uso público, así como todas aquellas actividades necesarias para la adecuada prestación o funcionamiento de la obra o ser vicio por cuenta y riesgo del concesionario y bajo la vigilancia y control de la entidad concedente, a cambio de una remuneración que puede

consistir en derechos, tarifas, tasas, valorización, o en la participación que se le otorgue en la explotación del bien, o en una suma periódica, única o porcentual y, en general, en cualquier otra modalidad de contraprestación que las partes acuerden. (Art. 32, n, 4)

Con esta misma ley se establecieron varios de los requisitos que el contratista debe tener en cuenta a la hora de hacerse cargo de una adjudicación pública:

- Es una relación bilateral: este tipo de relación establece las obligaciones para ambas partes. Aunque generalmente no son equitativas, sí hay reciprocidad de obligaciones; los dos actores (concedente y concesionario) son al mismo tiempo deudores y acreedores.
- Equivalente y recíproca: las dos partes están obligadas a “responder” cuando su contraparte lleve a cabo alguna acción; es decir, hay una equiparación prestacional en la que ambas partes, a través de una concertación, establecen una relación de prestaciones mutuas que en el tiempo genera utilidades.
- Tiempos de acuerdo con la complejidad del contrato: como la mayoría de los compromisos de una concesión no pueden satisfacerse de manera inmediata, los contratos establecen diferentes periodos para cumplir cada una de las obligaciones. El desarrollo exitoso de una concesión depende, en gran parte, de respetar dichos tiempos.
- Transferencias o cesiones solo bajo autorización: la concesión está definida como intuito persona (en atención a la persona); por ello, si el concesionario quiere cederla o transferirla a un tercero debe tener la autorización de la entidad que la ha adjudicado. Para

esto se tienen en cuenta las cualidades de ese tercero en términos de sustento financiero, condiciones técnicas, jurídicas, experiencia en el sector, etcétera.

- Regulación con cláusulas contractuales y reglamentarias: las primeras se establecen según la voluntad de los contratantes, mientras que las reglamentarias se derivan del ordenamiento jurídico que le concede poder a la administración pública para cumplir con sus obligaciones.
- Siempre por escrito: el contrato de cualquier concesión debe quedar por escrito y, en algunos casos, es necesario que sea elevado a escritura pública. (Ley 80 de 1993),

Complementario a la definición publicada por la Ley 80, la Corte Constitucional en la sentencia C-250 de 1996, cita las características del contrato de concesión así:

(i) implica una convención entre un ente estatal, concedente, y otra persona, el concesionario; (ii) la entidad estatal otorga a un particular la operación, explotación, gestión, total o parcial de un servicio público, o la construcción, explotación o conservación total o parcial de una obra pública; (iii) puede acudir a ella también para la explotación de bienes del Estado o para el desarrollo de actividades necesarias para la prestación de un servicio; (iv) la entidad pública mantiene durante la ejecución del contrato la inspección, vigilancia y control de la labor a ejecutar por parte del concesionario; (v) el concesionario debe asumir, así sea parcialmente, los riesgos del éxito o fracaso de su gestión, y por ello obra por su cuenta y riesgo; (vi) el particular recibe una contraprestación que consistirá, entre otras modalidades, en derechos, tarifas,

tasas, valorización, participación en la explotación del bien; (vii) deben pactarse las cláusulas excepcionales al derecho común, como son los de terminación, interpretación y modificación unilaterales, de sometimiento a las leyes nacionales y de caducidad; (viii) el concesionario asume la condición de colaborador de la administración en el cumplimiento de los fines estatales, para la continua y eficiente prestación de los servicios públicos o la debida ejecución de las obras públicas. (Sentencia C-250 de 1996)

En el año 2012 el Gobierno de Colombia sancionó una ley para establecer “el régimen jurídico de las Asociaciones Publico Privadas” (Ley 1508 de 2012). A pesar de la normativa expedida para reglamentar las APPs y las Concesiones de estas derivadas, aún presentan debilidades en el marco normativo, “la ley presenta una regulación parcial de las asociaciones público-privadas, ofreciendo una visión restrictiva de las denominadas asociaciones público privadas institucionales.”(Sepulveda, 2014)

En esta misma ley se establecen las regulaciones bajo las que se guían las Concesiones Viales en Colombia: “Los procesos de selección y las reglas para la celebración y ejecución de los contratos que incluyan esquemas de Asociación Público Privada se regirán por lo dispuesto en la Ley 80 de 1993 y la Ley 1150 de 2007, salvo en las materias particularmente reguladas en la presente ley.” (Ley 1508 de 2012).

#### ***3.2.2.2. Obligaciones de las Concesiones Viales en Etapa de Operación y Mantenimiento.***

La operación y el mantenimiento suceden en dos ocasiones. La primera es cuando el concesionario recibe la vía, en este momento debe asegurar la operación y realizar los



mantenimientos que se requieran según los planes. La segunda es cuando la construcción o rehabilitación de la vía o un tramo se completa, en este momento el tránsito vuelve al tramo y por tanto la operación y el mantenimiento también. Para desarrollar la O&M se dispone de una lista de actividades mínimas a realizar plasmadas en los contratos de Concesión respectivos. La lista de obligaciones se actualiza según las generaciones de concesiones que han salido y las lecciones aprendidas por el gobierno. Como ejemplo de esta evolución se presentan las obligaciones de Operación y Mantenimiento de un contrato de Concesión de Tercera generación, que según el SECOP, son:

- Mantenimiento del Sector;
- Operación de las Estaciones de Peaje;
- Operación y seguimiento del tránsito;
- Seguridad vial;
- Atención de accidentes;
- Primeros auxilios a personas;
- Primeros auxilios a vehículos;
- Manejo y control ambiental;
- Áreas de Servicio;
- Control del peso de vehículos de carga (Estaciones de Pesaje);
- Vigilancia de las instalaciones de las Estaciones de Peaje;
- Comunicaciones con el Centro de Control de Operación;
- Seguridad del Sector y de los Usuarios del Sector; y
- Paraderos para el servicio de transporte público. (2019)

Posterior a las concesiones de la tercera generación y con lecciones aprendidas de dos generaciones anteriores, el gobierno impulsó la Cuarta Generación de Concesiones. Esta ha sido la última generación lanzadas por el gobierno colombiano. Las obligaciones se ampliaron y detallaron respecto a la lista (ANI, 2019):

- Mantenimiento rutinario y periódico de los pavimentos de la(s) vía(s) objeto de la concesión;
- Mantenimiento de la zona de vía, libre de obstáculos, ramas, troncos, arbustos, piedras, animales muertos y demás objetos que impiden la visibilidad, tránsito y drenaje de la vía.
- Atención de emergencias como derrumbes o inundaciones que afecten la normal circulación por las vías.
- Mantenimiento de obras hidráulicas, puentes, pontones y obras de contención,
- Mantenimiento señalización.
- Mantenimiento de obras de infraestructuras construidas para la Operación de la concesión (peajes, áreas de servicio, estación de pesaje, etc.).
- Operación de las Estaciones de Peaje;
- Colocación y Mantenimiento del cercado que delimita el Corredor del Proyecto durante el tiempo que dure la Concesión.
- Operación, seguimiento y control del tránsito;
- Atención de accidentes.

- Primeros auxilios a personas;
- Auxilio mecánico básico a vehículos;
- Manejo y control ambiental;
- Áreas de Servicio.
- Pago de Peaje con tarjeta o telepeaje
- Control del peso de vehículos de carga (Estaciones de Pesaje);
- Vigilancia de las instalaciones de las Estaciones de Peaje;
- Comunicaciones con el Centro de Control de Operación;
- Paraderos para el servicio de transporte público;
- Grúas;
- Carrotalleres;
- Postes SOS;
- Sistema de información al usuario a cerca de los trabajos que se presentan en la vía, accidentes o incidentes que afecten la normal circulación de vehículos dentro de la concesión, tarifas de cada estación de peaje, mapa con el corredor vial donde se indique la ubicación de los peajes y sitios de interés como hospitales, estaciones de servicio y sitios turísticos.
- Cualquier otro servicio que, por su naturaleza, sea necesario para el desarrollo de los servicios obligatorios anteriormente mencionados.

(2019)

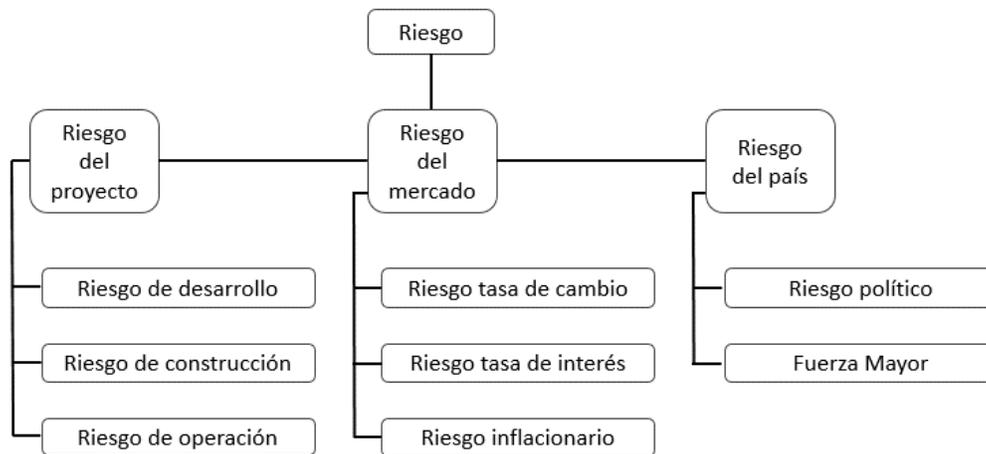
### 3.2.3 Gestión del riesgo en Concesiones Viales.

El interés en la gestión del riesgo en Asociaciones Publico Privadas (Public Private Partnertship – PPP) es considerable viendo la cantidad de documentos publicados relacionados con este tipo de contratos. Entidades gubernamentales a nivel mundial como el Departamento de Transporte de EUA 2012 – 2016 ha promovido sus propias publicaciones para la identificación, repartición y evaluación del riesgo.

Por su parte, organismos multilaterales como el World Bank promueven la globalización del conocimiento sobre la gestión de riesgo. Otro agente en la creación del conocimiento son las empresas consultoras como PWC y Deloitte. Por medio de sus servicios de consultoría o auditoria han complementado las técnicas para la gestión del riesgo en las empresas. Esto ayuda a entender que es necesario incluir y no relegar a organizaciones dedicadas a la consultoría en riesgo como PWC y Deloitte, entre otras.

Algunas investigaciones particulares e investigadores particulares como Shen y Wu (2005) y Carbonara, Costantino y Pellegrino (2014), han aportado bastante al campo del riesgo en concesiones Estos investigadores se dedicaron a identificar el periodo ideal que debe tener una concesión vial, tomando en consideración los factores de riesgo existentes del proyecto como variable en el cálculo del tiempo. Otros autores como Bing (2015) y Ke et al (2010) han estudiado la asignación de riesgos en APPs, Zhang, Sun y Xue (2019) profundizaron en la identificación de riesgo críticos en proyectos APP. Liu, Sun, Xin, Liu y Skitmore (2018) estudiaron la identificación de factores de riesgo en APPs.

Por su parte Heravi y Akbari (2019) han aportado en la interacción de riesgos en proyectos APP, y así se continúa con diferentes investigaciones a nivel general de APPs. Sin embargo, cuando se profundiza un poco más en el tema de los PPP, al respecto de las concesiones viales, la literatura disponible se ve reducida. No obstante, en el trabajo de El-Amm (2003) sobre la gestión de riesgos en Concesiones Viales con Peajes, la investigadora propone una gestión de proyectos en tres pasos: el primero correspondiente a la identificación y clasificación de riesgos (Figura 06), con su propia división de riesgos (proyecto, mercado y país). El segundo paso corresponde a una investigación sobre la variedad de estrategias, de mitigación de riesgos y el tercer paso corresponde al análisis del riesgo, todo esto enfocado a los riesgos y condiciones específicas de las concesiones viales con peaje.



*Figura 6 Clasificación de riesgos (Traducido de El-Amm, 2003)*

Para el caso colombiano, el Departamento Nacional de Planeación ha presentado algunos documentos para la gestión del riesgo. El último de los documentos asociado a las concesiones viales corresponde al año 2013 y se titula: “Proyectos viales bajo el esquema de asociaciones



público privadas: Cuarta generación de concesiones viales” (CONPES 3760, 2013). Allí se presenta un análisis general de la infraestructura vial en Colombia, así mismo incluye la descripción de la Cuarta Generación de Concesiones Viales (Objeto del presente estudio), sus beneficios y las lecciones aprendidas de las generaciones anteriores de concesiones. Finalmente presentan la lista de riesgos para proyectos APP así como una serie de recomendaciones que sirven de base al gobierno para el desarrollo de la cuarta generación de concesiones.

En este sentido, Cardona y Ortiz (2017) en su trabajo, proponen una asignación de riesgos para proyectos de infraestructura vial de cuarta generación (APP), haciendo la división de responsabilidad entre el estado y el privado. Ng y Loosemore (2006) proponen igualmente una asignación de riesgos en APPs distribuidos en las categorías propuestas: gobierno, operador, constructor, proyectista, diseñador, inversionistas y aseguradora. Considerando que el trabajo presentado por Cardona y Ortiz está basado en la realidad colombiana se realizará una pequeña presentación de lo más relevante de su investigación.

Las autoras recopilan los riesgos identificados en la literatura para APPs, haciendo énfasis en la documentación expedida por el Departamento Nacional de Planeación. Así mismo verifican la asignación de riesgos en la misma entidad para los proyectos APP. En ese mismo orden, realizan un comparativo entre la asignación de riesgos y sus cambios en las cuatro generaciones de concesiones. A partir de la entrevista con actores del medio y con la revisión de literatura las autoras terminan por definir una asignación de riesgos (Público / Privado) en cada una de las categorías de riesgos: Predial, ambiental/social, redes, diseño, construcción, geológico, operación y mantenimiento, comercial, financiero, liquidez, cambiario, regulatorio y de fuerza mayor.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

Podemos observar que la clasificación de riesgo es mucho más amplia que la propuesta de Ng y Loosemore.

Por último toman en consideración la experiencia ya materializada por el gobierno colombiano a lo largo de las cuatro generaciones de concesiones y termina en una categorización más ajustada a la realidad colombiana.

#### 4. Métodos y criterios

Para atender los dos objetivos del proyecto planteados al inicio del trabajo se propone una metodología que toma como guía el proceso para la gestión del riesgo de la NTC-ISO 31000 (Figura 02). La metodología se describe paso a paso en el presente capítulo, por lo que es necesario resaltar que los criterios claves y discusiones que se tomaron para establecer la metodología, fueron resaltados y se presentan en los subcapítulos siguientes.

En primer lugar se debe establecer que *métodos de evaluación de riesgos (4.1.)*. Se usarán. Ya que existen divisiones al interior de este tópico y debemos entender que para el presente caso se implementaron los métodos cualitativos durante las etapas de identificación, análisis y valoración del riesgo. El proceso de evaluación del riesgo propone inicialmente la *identificación del riesgo (4.2.)*. La revisión de la literatura existente sobre el tema fue la primera herramienta de chequeo. En este sentido se estableció la primera lista de riesgos, ya que partir de la información obtenida en los documentos, investigaciones, informes y demás documentos disponibles se logró llegar a tal punto. En razón que los riesgos en las listas se cruzaron, verificaron y simplificaron teniendo en cuenta el contexto de la investigación.

Procedimentalmente se llegó al siguiente estado de la investigación, la *clasificación de los riesgos (4.2.1.)* conforme el sector de estudio. Una vez definida la lista de riesgo se debe continuar a validarla. Aun cuando exista una lista respaldada por la literatura y la experiencia del investigador se hace necesario contar con la seguridad que está ajusta a la realidad de las concesiones viales en la etapa de operación y mantenimiento. Por lo que fue necesario apoyarse



en el *Método Delphi* (4.3.). Aquí se seleccionó un grupo de expertos con un perfil específico, quienes prestan su conocimiento y experiencia para validar la lista presentada. En igual sentido se preparó una herramienta de evaluación para que los expertos hagan su evaluación y aportes. Recibidos y analizados los resultados de cada ronda se considera la necesidad de realizar una segunda ronda de preguntas para aclarar temas claves. Las rondas de consulta se extienden hasta que el grupo logre el consenso frente a la lista. Con los pasos anteriores se alcanza el primer objetivo de la investigación, el cual es validar una lista de riesgos para las Concesiones Viales en Colombia que se encuentren en la etapa de operación y mantenimiento de la vía.. Ahora es necesario encontrar la magnitud del riesgo en el sector:

En primer medida se define la herramienta a implementar para este fin. Como se mencionó anteriormente los métodos cualitativos fueron los seleccionados para la investigación. Por tanto se plantea el uso de una *Matriz de Riesgos* (4.4.). La matriz valora unos criterios que son definidos por el investigador o la organización y depende de los objetivos y profundidad de la gestión del riesgo que se busca. Los criterios de riesgo (4.4.1.) definidos fueron: Probabilidad, impacto y velocidad.

Como segundo paso se deben seleccionar los evaluadores y se procede con el envío de la matriz de riesgos que incluye: lista completa de riesgos validada por expertos, criterios de probabilidad, impacto y velocidad con las escalas, instrucciones.



Una vez recibida la matriz de riesgos evaluados se procede a tabular y analizar los resultados. La evaluación se hace de manera anónima, por tanto los datos son evaluados por promedios y no por individuos.

Una vez terminada la evaluación se da por completado el segundo objetivo de la investigación: comparar los niveles de riesgo encontrados en el sector de las Concesiones que se encuentran en la etapa de operación y mantenimiento. Como se mencionó al inicio de la metodología, a continuación se presenta la discusión presentada para cada consideración y criterio aplicado dentro de la investigación:

#### **4.1. Métodos Cualitativos y Cuantitativos en Análisis de Riesgos**

El primer punto a abordar en el proceso de evaluación del riesgo es el método a emplear. De esta manera se establece que a lo largo de esta investigación se usarán dos tipos: métodos cualitativos y métodos cuantitativos. La selección que primará se realiza según los objetivos del investigador y de la información o herramientas con las que cuenta. Sin embargo, Morris & Pinto (2004) nos ofrece una luz de la estrategia a seguir para la selección adecuada “un análisis de riesgo cualitativo siempre debe llevarse a cabo como parte del proceso de la gestión del riesgo. Como parte de la estrategia de riesgo, se debe considerar si un análisis cuantitativo es requerido”. (s.p)

Los *métodos cualitativos* hacen referencia a la identificación de cualidades del riesgo por medio de una valoración subjetiva. Adicionalmente, como aclara Emblemståg y Kjølstad (2006) para asegurar consistencia en los métodos cualitativos se requiere que la valoración subjetiva pueda



ser traducida a números para ser posteriormente verificadas. La aplicación de estos métodos está ampliamente implementada en el mundo como lo han demostrado diferentes estudios llevados a cabo por Forbes, Smith y Horner (2010) quienes identifican que las técnicas más usadas en la industria de la construcción son cualitativas. Así mismo lo presenta Marsh (2015) respecto a la gestión del riesgo en Latinoamérica, en donde cerca del 80% de las empresas emplean métodos cualitativos en sus procesos.

Como reconoce Frame (2003), los métodos cualitativos basados en la experiencia y el buen juicio permiten desarrollar ideas y analizar riesgos que no podrían ser realizados por individuos. Se entiende que este tipo de métodos permiten emplear la experiencia previa y la información histórica de proyectos anteriores para proporcionar un análisis incluyente. Cuando son técnicas muy empleadas suelen tener sus dificultades y desventajas, por ejemplo, al ser valoraciones subjetivas no se cuenta con una certeza al momento de demostrar si son correctas o no. Frame (2003) complementa que las declaraciones narrativas (que son características de técnicas cualitativas) suelen ser confusas y de múltiple interpretación.

Como complemento en esta investigación, y estructura necesaria según nuestra metodología, proseguimos a explicar los *métodos cuantitativos*, los cuales se entienden como pertenecientes o relativos a la cantidad como lo expresa la RAE (2018). Se basan en la obtención de valores, números, magnitudes del riesgo. Como lo explica Modarres (2006) los métodos cuantitativos “intentan estimar el riesgo en la forma de la probabilidad de pérdida y evalúa dichas probabilidades para tomar decisiones y comunicar los resultados.”(s.p)



Como se aclaró anteriormente, la conveniencia de aplicar métodos cuantitativos debe ser evaluada por la organización o el evaluador a la luz de las ventajas que estos métodos ofrecen y de la posibilidad de obtener información completa y suficiente para el estudio. De tener la información disponible, estas técnicas permiten determinar las interacciones complejas que tienen los riesgos entre sí de forma más detallada. A su vez posibilitan la identificación de gran cantidad de escenarios de fallas, ya que se centran en la cuantificación de la incertidumbre y permite identificar escenarios dominantes en las fallas evitando el desperdicio de recursos (Apostolakis, 2004). Sin embargo los métodos cualitativos deben emplearse minuciosa y rigurosamente, pues como Wood y Ellis (2003) concluyen, la validez de un análisis cuantitativo sin información completa se pierde, pues la validez del análisis queda sujeta a una evaluación superficial. Adicionalmente suelen requerir bastante tiempo, ser complicados y costosos (Modarres, 2006).

El escenario a investigar corresponde a un universo de trece empresas adjudicadas con el mismo número de proyectos para su gestión. Ante la comparación de estos sólo quedan las políticas nacionales y el modelo APP como punto de comparación, pues es entendido que los gobiernos locales, la geografía, las comunidades, las dificultades, los objetivos de cada organización e incluso hasta las obligaciones contractuales cambian y se ajustan a las particularidades de cada uno.

De igual manera, no se cuenta con el apoyo de las concesiones o de entidades estatales que permitan el acceso a fuentes de información típicas de cada empresa o a los profesionales que puedan aportar su conocimiento en forma de datos relevantes. Estas dificultades en la

investigación no facilitan la consecución de datos históricos completos o análisis anteriores. Sin embargo los métodos cualitativos pueden partir de la experiencia de los evaluadores, no requieren de datos históricos completos o precisos para su evaluación. A partir de todas estas condicionales se decide implementar *métodos cualitativos* para todo el proceso.

#### **4.1.1. Herramientas de Evaluación de Riesgo (IEC 31010).**

El estándar internacional 31010 fue emitido por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) como apoyo a la Norma 31000. Su objetivo es el de facilitar la selección y aplicación de técnicas para la valoración de riesgos. Como resumen la guía presenta una tabla resumen de herramientas y técnicas como se observa en la tabla 6.

En el listado que presenta el estándar se mezclan técnicas de carácter cualitativo y cuantitativo. Realizan una serie de clasificaciones para facilitar al lector la interpretación de las técnicas presentada. También hace una separación según la etapa de la gestión de riesgos en que es aplicable cada técnica como se denotaba en la Figura 02.

Para complementar la información de cada técnica la norma incluye el anexo B. El documento complementa cada técnica con la información de entrada necesaria, el proceso a realizar, la información de salida, así como las fortalezas y limitaciones de cada caso. De este modo a partir de la descripción de cada herramienta se identifica si pertenece al modelo cualitativo o cuantitativo.



HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS	PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGO				
	IDENTIFICACIÓN DE RIESGO	ANÁLISIS DE RIESGO			EVALUACIÓN DE RIESGO
		CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD	NIVEL DE RIESGO	
LLUVIA DE IDEAS	AA	NA	NA	NA	NA
ENTREVISTAS ESTRUCTURADAS O SEMIESTRUCTURADAS	AA	NA	NA	NA	NA
TÉCNICA DELPHI	AA	NA	NA	NA	NA
LISTAS DE CHEQUEO	AA	NA	NA	NA	NA
ANÁLISIS DE PELIGROS PRIMARIOS	AA	NA	NA	NA	NA
ESTUDIOS DE RIESGO DE OPERABILIDAD (HAZOP)	AA	AA	A	A	A
ANÁLISIS DE PELIGRO Y PUNTOS DE CONTROL CRÍTICO (HACCP)	AA	AA	NA	NA	AA
EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES	AA	AA	AA	AA	AA
TÉCNICA ESTRUCTURADA "WHAT IF"	AA	AA	AA	AA	AA
ANÁLISIS DE ESCENARIO	AA	AA	A	A	A
ANÁLISIS DE IMPACTO DEL NEGOCIO	A	AA	A	A	A
ANÁLISIS DE LA CAUSA DE LA RAÍZ	NA	AA	AA	AA	AA
ANÁLISIS DE EFECTO DE MODO DE FALLO	AA	AA	AA	AA	AA
ANÁLISIS DEL ÁRBOL DE FALLOS	A	NA	SA	A	A
ANÁLISIS DEL ÁRBOL DEL EVENTO	A	AA	A	A	NA
ANÁLISIS DE CAUSAS Y CONSECUENCIAS	A	AA	AA	A	A
ANÁLISIS DE CAUSA Y EFECTO	SA	AA	NA	NA	NA
ANÁLISIS DE CAPAS DE PROTECCIÓN (LOPA)	A	AA	A	A	NA
ÁRBOL DE DECISIÓN	NA	AA	AA	A	A
ANÁLISIS DE FIABILIDAD HUMANA	AA	AA	AA	AA	A
ANÁLISIS DE BOW TIE	NA	A	AA	AA	A
FIABILIDAD DE CENTRO DE MANTENIMIENTO	AA	AA	AA	AA	AA
ANÁLISIS DE CIRCUITOS SNEAK	A	NA	NA	NA	NA
ANÁLISIS DE MARKOV	A	SA	NA	NA	NA
SIMULACIÓN DEL MONTE CARLO	NA	NA	NA	NA	AA
ESTADÍSTICAS BAYESIANAS Y REDES DE BAYES	NA	AA	NA	NA	AA
CURVAS FN	A	AA	AA	A	SA
ÍNDICES DE RIESGO	A	AA	AA	A	AA
MATRIZ DE CONSECUENCIA / PROBABILIDAD	AA	AA	AA	AA	A
ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO	A	AA	A	A	A
ANÁLISIS DE DECISIONES MULTI-CRITERIOS (MCDA)	A	AA	A	AA	A

Altamente aplicable	AA	Aplicable	A	No Aplicable	NA
---------------------	----	-----------	---	--------------	----

Tabla 6 Aplicabilidad de herramientas usadas para la evaluación del riesgo (Traducción de fuente IEC-FDIS 31010, 2009)

## 4.2. Identificación de riesgos

Para desarrollar una correcta valoración del riesgo es necesario contar con una lista de riesgo completa y acorde a la realidad del estudio. Por lo tanto, nos apoyamos en la norma IEC 31010 que presenta una serie de técnicas disponibles (tabla 06) que deben cumplir algunos criterios para su selección. En primer lugar deben ser métodos cualitativos. Para el segundo criterio se toman en consideración las recomendaciones para la selección de técnicas propuestas por Valis y Koucky (2009), quienes definen que una técnica apropiada debe cumplir los siguientes criterios:

Debería ser justificable y apropiado a la situación u organización bajo consideración.

Debe proporcionar resultados en una forma que mejore la comprensión de la Naturaleza del riesgo y cómo puede tratarse.

Debe ser capaz de usarse de una manera que sea rastreable, repetible y verificable. (p.23).

Se consideraron como limitantes para la presente investigación el carácter confidencial que tienen los riesgos de cada concesión. Al tratarse de un estudio del sector las empresas no consideran prudente compartir información demasiado sensible que pueda perjudicarlos estratégicamente. Por lo que la restricción existente para el investigador de ingresar a las organizaciones y a su información histórica de riesgos identificados y materializados representa otra limitante. Por último el tiempo disponible de las concesiones para servir al propósito de la presente investigación es limitado, así mismo el tiempo de su personal. Tomando estas recomendaciones y las limitaciones existentes se selecciona el siguiente método:



*Listas de Chequeo y Literatura:* Se realiza una búsqueda empleando motores de búsqueda académicos como sciencedirect, researchgate, webofscience, google academics, entre otras, que incluya resultados para las palabras claves de: “gestión de riesgo”, “matriz de riesgo”, “lista de riesgos”, “Construcción” y “Concesiones Viales”, las búsquedas se realizan en inglés y en español comprendiendo un periodo de 20 años. Adicionalmente se hace una consulta en motores de búsqueda generales, localizando matrices de riesgo y listas de riesgos de empresas constructoras y concesiones viales en Colombia.

Una vez obtenidas las listas de riesgos se continúa con la revisión de las mismas; se seleccionan las listas que en una primera revisión se consideren más cercanas a los sectores de estudio. Posteriormente se toma como base de la evaluación el contexto para la elaboración de la lista (concesiones viales, APPs, construcción o sector empresarial).

#### **4.2.1. Clasificación del riesgo en concesiones viales.**

Con la identificación el siguiente paso que procede es el de la clasificación. Esta es relativa según las características del proyecto, su naturaleza o los criterios para la gestión del riesgo. Sin embargo, es importante dejar establecida la guía de clasificación desde el inicio de la identificación de los riesgos.

Existen diferentes formas de clasificar riesgos, siendo común que las empresas consultoras de gran nivel cuenten con sus propios modelos de clasificación. Otras entidades como los bancos, instituciones gubernamentales, organismos multilaterales y demás organizaciones interesadas



suelen generar sus propias clasificaciones de riesgos según las necesidades. Por tal motivo no faltan tipos de clasificación para ser analizados y adoptados. Al embarcar el análisis de riesgo en un proyecto es recomendado ajustar los modelos disponibles a las características propias del estudio.

Se aclara que los principales referentes en la gestión del riesgo (NTC ISO 31000 y COSO) no aportan una clasificación específica de riesgos. NCT-ISO 31000 aclara que la definición de categorías debe realizarse en el momento en que se establece el contexto para la gestión del riesgo y ajustado a las características de la organización y demás variables. Por la tanto es necesario usar como guías base para la clasificación empleada en Colombia por entidades especializadas. El primer modelo corresponde al documento CONPES 3714 (2011) de la Dirección Nacional de Planeación - DNP (entidad adscrita a la Presidencia de Colombia) sobre riesgo previsible en el marco de la política de contratación pública, el cual fue emitido en el año 2011.

La DNP por medio del CONPES 3714 estableció unos “lineamientos básicos para el entendimiento del concepto de riesgo previsible en el marco de las adquisiciones sometidas a (...) Leyes 80 de 1993, 1150 de 2007 y sus decretos reglamentarios.” (2014). Estas leyes son las mismas que rigen a las concesiones en Colombia como se observó en el capítulo 3.2.2.1. Normativa Colombiana.

Inicialmente los riesgos se dividen en 5 tipos como se observa en la tabla 07. En el punto de riesgos preVISIBLES se hace una ampliación de la clasificación con 8 categorías.

Riesgo Previsible	Son todas aquellas circunstancias que de presentarse durante el desarrollo y ejecución del contrato, tienen la potencialidad de alterar el equilibrio financiero del mismo, siempre que sean identificables y cuantificables en condiciones normales.	Económicos	Son aquellos que se derivan del comportamiento del mercado, tales como la fluctuación de los precios de los insumos, desabastecimiento y especulación de los mismos.
		Sociales o políticos	Son aquellos que se derivan por cambios de las políticas gubernamentales que sean probables y previsibles, tales como cambios en la situación política, sistema de gobierno y cambio en las condiciones sociales que tengan impacto en la ejecución del contrato.
		Operacionales	Son aquellos riesgos asociados a la operatividad del contrato
		Financieros	Este riesgo tiene dos componentes básicos: el riesgo de consecución de financiación o riesgo de liquidez, y el riesgo de las condiciones financieras.
		Regulatorios	Son los posibles cambios regulatorios o reglamentarios que sienten previsibles, afecten el equilibrio contractual.
		De la Naturaleza	Son los eventos causados por la naturaleza sin la intervención o voluntad del hombre, que aunque pueden ser previsibles por su frecuencia o diagnóstico están fuera de control de las partes.
		Ambientales	Se refiere a las obligaciones que emanan de las licencias ambientales, de los planes de manejo ambiental, de las condiciones ambientales o ecológicas exigidas y de la evaluación de las tasas retributivas y de uso del agua.
		Tecnológicos	Se refiere a eventuales fallos en telecomunicaciones, suspensión de servicios públicos, advenimientos de nuevos desarrollos tecnológicos o estándares que deben ser tenidos en cuenta para la ejecución del contrato así como la obsolescencia tecnológica
Riesgo imprevisible	Efectos de tres situaciones que se pueden presentar al ejecutar un contrato. Suceso que se produce después de celebrado el contrato cuya ocurrencia no era previsible al momento de suscribirlo, una situación preexistente al contrato pero que se desconocía por las partes sin culpa de ninguna de ellas, y un suceso previsto, cuyos efectos dañinos para el contrato resultan ser tan diferentes de los planeados, que se vuelve irresistible		
Riesgos del Régimen de Garantías	Son aquellos relacionados con la seriedad de la oferta, el cumplimiento de las obligaciones contractuales, la responsabilidad extracontractual que pueda surgir para la administración por las actuaciones, hechos u omisiones de sus contratistas o subcontratistas; y de forma general, los demás riesgos a que se encuentre expuesta la Administración		
Riesgos por malas practicas	Son aquellos sucesos que pueden ocasionarse por acciones negativas en la contratación o por riesgos operacionales que se manifiestan durante el proceso precontractual y que afectan la ejecución del contrato		

Tabla 7 Elaboración propia a partir de Conpes 3714



El segundo documento es un estudio emitido por Deloitte y la firma de abogados Duran & Osorio, (2016) con el objetivo de realizar estudios de pre-factibilidad de la Alianza Público Privada (APP) del aeropuerto el Dorado II en su integración con el existente. En su entregable 3 presentan una matriz de riesgos con la respectiva clasificación relacionados para la APP de estudio (Tabla 08):

<b>Predial</b>	Son aquellos riesgos relacionados con la adquisición de los predios donde se emplazará el proyecto
<b>Ambiental</b>	Son aquellos riesgos relacionados con la adquisición de licencias medioambientales y compensaciones sociales.
<b>Redes</b>	Hacen referencia a aquellos riesgos relacionados con la correcta identificación de las redes de suministros que pasan por la zona donde se emplazará el nuevo proyecto.
<b>Diseño</b>	Son aquellos riesgos relacionados con el diseño adecuado del futuro proyecto.
<b>Construcción</b>	Hacen referencia a todos aquellos riesgos que puedan ser sobrevenidos relacionados con la construcción de la nueva infraestructura.
<b>Geológico y Geotécnico</b>	Hacen referencia a la idoneidad de los estudios existentes y a la posible necesidad de mayor número de estudios, sondeos y mediciones geológicas y geotécnicas.
<b>Operación y Mantenimiento</b>	Hacen referencia a todos aquellos riesgos que puedan ser sobrevenidos relacionados con la operación y el mantenimiento de la nueva infraestructura.
<b>Comercial</b>	Hacen referencia a todos aquellos riesgos que puedan ser sobrevenidos relacionados con los ingresos comerciales del proyecto.
<b>Financiero</b>	Son aquellos riesgos asociados a la obtención de la financiación del proyecto y la variación de las condiciones de la misma desde la estructuración del proyecto hasta la materialización de la misma.
<b>Cambiario</b>	Riesgo relacionado con las variaciones que pueda sufrir el tipo de cambio monetario durante la concesión
<b>Regulatorio</b>	Riesgo relacionado con los cambios regulatorios que puedan darse durante la concesión.
<b>Fuerza mayor</b>	Hace referencia a aquellos riesgos que puedan sobrevenir durante el proyecto que no puedan ser imputados al lado público o privado

*Tabla 8 Elaboración propia a partir de Deloitte y Duran & Osorio (2016)*

Es de resaltar que la DNP emitió el documento CONPES 3107 (2001) – Política de manejo de riesgo contractual del estado para procesos de participación privada en infraestructura, sin embargo la clasificación de riesgo presentada en este documento se encuentra enmarcada dentro del CONPES (3714).

El caso del modelo de la DNP resulta bastante relevante considerando que la DNP emite este documento pensando en proyectos como las Concesiones Viales, siendo el Estado el cliente. Será bajo esta clasificación que inicialmente se evaluarían los riesgos de estos proyectos. Al respecto de lo propuesto por Deloitte y Duran & Duran, el modelo cobra importancia al ser una empresa especializada en consultorías a nivel mundial y con amplia trayectoria en gestión de riesgos. Así mismo, esta clasificación está enfocada a una APP en Colombia mejorando la cercanía de los criterios a los proyectos de estudio. A partir de estas dos tablas presentadas se proyecta una única tabla de clasificación, unificando los criterios de las dos entidades, junto con los condicionantes específicos de la etapa de Operación y Mantenimiento.

**Modelo de clasificación de riesgos para concesiones viales**

<b>Riesgo Previsible</b>	Son todas aquellas circunstancias que de presentarse durante el desarrollo y ejecución del contrato, tienen la potencialidad de alterar el equilibrio financiero del mismo, siempre que	<i>Económicos</i>	Son aquellos que se derivan del comportamiento del mercado, tales como la fluctuación de los precios de los insumos, desabastecimiento y especulación de los mismos.
		<i>Diseño</i>	Son aquellos riesgos relacionados con el diseño adecuado de los trabajos de mantenimiento de vía o estructuras existentes.
		<i>Comercial</i>	Hacen referencia a todos aquellos riesgos que puedan ser sobreenvenidos relacionados con los ingresos comerciales del proyecto.
		<i>Cambiarío</i>	Riesgo relacionado con las variaciones que pueda sufrir el tipo de



	sean identificables y cuantificables en condiciones normales.		cambio monetario durante la concesión
		<i>Sociales o Políticos</i>	Son aquellos que se derivan por cambios de las políticas gubernamentales que sean probables y previsibles, tales como cambios en la situación política, sistema de gobierno y cambio en las condiciones sociales que tengan impacto en la ejecución del contrato.
		<i>Operación y mantenimiento</i>	Hacen referencia a todos aquellos riesgos que puedan ser sobreenvenidos relacionados con la operación y el mantenimiento de la nueva infraestructura.
		<i>Financieros</i>	Este riesgo tiene dos componentes básicos: el riesgo de consecución de financiación o riesgo de liquidez, y el riesgo de las condiciones financieras.
		<i>Regulatorios</i>	Riesgo relacionado con los cambios regulatorios que puedan darse durante la concesión.
		<i>De la Naturaleza</i>	Son los eventos causados por la naturaleza sin la intervención o voluntad del hombre, que aunque pueden ser previsibles por su frecuencia o diagnóstico están fuera de control de las partes.
		<i>Ambientales</i>	Se refiere a las obligaciones que emanan de las licencias ambientales, de los planes de manejo ambiental, de las condiciones ambientales o ecológicas exigidas y de la evaluación de las tasas retributivas y de uso del agua.
		<i>Tecnológicos</i>	Se refiere a eventuales fallos en las telecomunicaciones, suspensión de servicios públicos, advenimientos de nuevos desarrollos tecnológicos o estándares que deben ser tenidos en cuenta para la ejecución del contrato así como la obsolescencia tecnológica
		<i>Fuerza mayor</i>	Hace referencia a aquellos riesgos que puedan sobrevenir durante el proyecto que no puedan ser imputados al lado público o privado
<b>Riesgo imprevisible</b>	Efectos de tres situaciones que se pueden presentar al ejecutar un contrato: un suceso que se produce después de celebrado el contrato cuya ocurrencia no era previsible al momento de suscribirlo, una situación preexistente al contrato pero que se desconocía por las partes sin culpa de ninguna de ellas, y un suceso previsto, cuyos efectos		



	dañinos para el contrato resultan ser tan diferentes de los planeados, que se vuelve irresistible
<b>Riesgos del Régimen de Garantías</b>	Son aquellos relacionados con la seriedad de la oferta, el cumplimiento de las obligaciones contractuales, la responsabilidad extracontractual que pueda surgir para la administración por las actuaciones, hechos u omisiones de sus contratistas o subcontratistas; y de forma general, los demás riesgos a que se encuentre expuesta la Administración
<b>Riesgos por malas Prácticas</b>	Son aquellos sucesos que pueden ocasionarse por acciones negativas en la contratación o por riesgos operacionales que se manifiestan durante el proceso precontractual y que afectan la ejecución del contrato

*Tabla 9 Elaboración propia a partir de Deloitte y Duran & Osorio (2016) y CONPES 3714 (2016)*

En la propuesta de categorías presentada (Tabla 09), la clasificación de los riesgos se divide en un grupo principal que son los riesgos previsibles siguiendo la línea del DNP. Estos riesgos previsibles se adaptan a las condiciones generales de una concesión en su etapa de operación y mantenimiento. Los riesgos de construcción se mantienen aunque solo hace referencia a nuevas estructuras que deban construirse con motivo de la operación y mantenimiento, como nuevas estructuras para control de velocidad, ampliaciones de peajes, entre otros. Considerando que el escenario de análisis del presente trabajo únicamente corresponde a la Operación y el Mantenimiento de la Concesión, los riesgos asociados a la construcción de la vía y puesta a punto antes de la operación no son tomados en cuenta, por tanto son eliminados de la categorización. De igual manera y como objetivo contextual, esto también sucede con el caso de los riesgos de predios y redes. Los riesgos asociados al diseño únicamente hacen referencia al diseño de los mantenimientos de vía o de estructuras existentes.



En cuanto a los riesgos de construcción no se considera la construcción de la vía nueva o la puesta a punto de la vía existente, dado que la etapa de análisis corresponde a O&M. Por tanto los riesgos asociados a la construcción implícita dentro del mantenimiento se incluyen dentro del capítulo de Operación y Mantenimiento. El riesgo Geológico/Geotécnico por su origen es incluido dentro de los riesgos de la naturaleza.

### **4.3. Método Delphi**

Una vez identificados los riesgos y categorizados es necesario realizar la validación de los mismos. Para este fin se consulta la norma con las condicionales ya explicadas y se selecciona el Método Delphi.

El *Método Delphi* es una técnica que permite, "...la construcción y validación de instrumentos de recogida o análisis de información" (Cabero, 2014). De esta forma los expertos de manera anónima e individual expresan su opinión. Es una técnica cooperativa para alcanzar el consenso de todos los opinadores. Como aclara Chapman (1998), el método Delphi es uno de los métodos más conocidos para la emisión de juicios, y muy recomendable cuando no se cuentan con información suficiente para la toma de decisiones (Reguant-Alvarez & Torrado Fonseca, 2016).

Como fortalezas la norma IEC 31010 resalta la posibilidad de expresar opiniones fuertes o contradictorias. Igualmente la validación no se ve afectada por personalidades dominantes de los expertos y evita la necesidad de tener todos los expertos en un mismo lugar al mismo tiempo. Sin embargo el proceso puede ser largo y requiere una adecuada expresión escrita de los expertos. Es



altamente recomendado por la norma durante el proceso de identificación de riesgos como se observa en la tabla 06.

El primer paso es identificar los expertos. Reguant-Álvarez y Torrado-Fonseca (2016) señalan dos tipos de expertos, afectados y especialistas, que por las características del estudio es importante que el grupo esté conformado por ambos. Así mismo, el perfil de cada uno debe ser definido según la naturaleza del estudio, que para el caso y debido al escaso mercado de profesionales con experiencia en el sector se decide dividir los expertos en dos grupos.

Se toma para el criterio de experiencia de los expertos la tabla de experiencia de profesionales del DNP (2019) que establece la experiencia máxima para la categoría más alta de los profesionales de apoyo a la gestión es 79 meses (6.6 años). Por tanto los expertos tendrán el siguiente perfil: el primer grupo de expertos debe contar con: 1) experiencia en el sector de Concesiones Viales mínima de 3 años. 2) experiencia general en construcción o ingeniería civil de al menos 7 años y 3) estudios de postgrado. Por otra parte, el segundo grupo deberá cumplir con: 1) experiencia general de 7 años en campos no relacionados a la ingeniería civil y 2) estudios de postgrado en alguna de las categorías de estudio. Los dos grupos de expertos validarán la totalidad de los riesgos pues se considera que la visión y enfoque de cada grupo permite analizar cada riesgo desde diferentes perspectivas y aporta mayor confianza a los resultados.

En cuanto al tamaño del grupo Landeta (1999) propone un tamaño del grupo entre 7 y 30 expertos, debido a las condiciones de conocimiento, experiencia, voluntad, disponibilidad y



capacidad de comunicación se establece el mínimo para cada grupo, formando un grupo general de 14 expertos.

Para el planteamiento de las herramientas de evaluación se deben considerar tres criterios: 1) Las rondas del panel de expertos deben detener una vez sea alcanzado el consenso, la saturación teórica sea realizada mediante el alcance total o se haya compartido suficiente información (Skulmoski, Hartman y Krahn, 2007). 2) El experto debe disponer de la información obtenida de las rondas anteriores como proponen Ramos, Arezes y Afonso (2016), y por último, se debe permitir la aclaración de sus respuestas (Hsu Sandford, 2007).

Es necesario resaltar que el Método Delphi no es uniforme en su aplicación, por tanto no existe un solo formato aplicable a todas las investigaciones que deseen implementarlo. Habibi, Sarafrazi & Izadyar (2014)

#### **4.3.1. Consenso de Resultados.**

El Método Delphi considera la necesidad de los expertos de llegar a un consenso frente a las opiniones solicitadas. Para determinar el nivel de consenso entre expertos la literatura plantea diferentes métodos que varían de acuerdo al tipo de pregunta diseñada. Las últimas etapas del método suelen tener preguntas de valoración (Varela, Diaz y García, 2012), usando una escala Likert o preguntas si/no. Estas son del tipo de preguntas a utilizar en la etapa de expertos y se definen los criterios de consenso a continuación:



Se encuentran autores que proponen criterios fijos dentro de su investigación como Hsu y Sandford (2007) quienes exponen posibilidades de consenso con una calificación de 3 mayor en el 70% de las respuestas sobre una escala Likert de 4 puntos y con una media de 3.25. Otro criterio corresponde al 80% de los votos dentro de dos categorías en una escala de 7 puntos. Por su parte Reguan-Alvarez y Torrado-Fonseca (2016) también exponen métodos encontrados en la literatura basados en un valor base determinado arbitrariamente.

Para este análisis se toman las propuestas de diferentes autores que combinan las herramientas estadísticas de media, desviación estándar y rango intercuartil para hacer una valoración estadística del consenso. Rayens y Hahn (2000) aplicaron satisfactoriamente el método de desviación intercuartil (IQD), el cual es explicado de forma clara por Wilches, Perez y Contreras (2015).

Para la determinación del consenso, se ha tomado como guía principal la investigación elaborada por Gracht & Darkow (2010), en la cual se desarrolla un estudio basado en la metodología Delphi y dentro del mismo determinan el grado de consenso de las preguntas aplicadas a los expertos, haciendo uso de indicadores de la estadística descriptiva como la media, mediana, desviación estándar y rango intercuartil IQR, este último el de mayor importancia debido a que mediante dicho indicador es posible determinar en qué preguntas se obtuvo consenso. Es importante conocer la definición de rango intercuartil, que según Sekaran (2003), lo establece como una “medida de dispersión de la mediana y consiste en el 50% de las observaciones de la media”.

De esta forma y según las leyes de la estadística descriptiva, se afirma que el IQR absoluto, se obtiene mediante la diferencia del cuartil 3 menos el cuartil 1, o igualmente el percentil 75 menos el percentil 25.  $IQR = Q3 - Q1$  Al obtener el valor del rango intercuartil IQR, se debe identificar si dicho resultado es menor o igual a 2 ( $\leq 2$ ), ya que según Scheibe et al (1975), si se cumple dicho criterio puede afirmarse que existe consenso en la pregunta o variable que se esté analizando. (pp. 50-51)

Para eliminar dudas y aumentar la rigurosidad en la investigación se aclara que en el trabajo de Von der Gracht y Darkow (2010), no obstante, cuando ellos tomaron un IQR de 2 inicialmente encontraron entre sus resultados que un IQR de 1 representa un gran acuerdo entre los expertos, algo que es validado y tomado por Rayens y Hahn (2000) en su investigación.

Para las preguntas que se usan en el formato si/no, se debe cambiar la fórmula de consenso, pues no es aplicable el rango intercuartil para estos casos. Por tanto se toma la propuesta de Rayens y Hahn (2000), quienes a su vez toman como base la propuesta de Alexandrov, Pullicino, Meslin & Norris (1996), establecen que se alcanza un consenso con más del 67% (2/3) de las respuestas en una sola de las opciones.

#### **4.4. Matriz de Riesgos**

La *matriz de riesgos* es una herramienta para combinar calificaciones cualitativas realizadas sobre una serie de criterios previamente establecidos. Se utiliza comúnmente como herramienta



de filtrado cuando se han identificado muchos riesgos, por ejemplo para definir qué riesgos necesitan un análisis más detallado, cuáles deben ser evaluados primero o cuáles deben remitirse a una revisión en niveles gerenciales más altos. Como resultado de la valoración de los criterios se puede obtener un nivel de riesgo. El formato de la matriz y las definiciones aplicadas dependen del contexto en el que se utiliza y es importante que se utilice un diseño apropiado para las circunstancias (IEC-FDIS 31010, 2009).

En las empresas latinoamericanas la matriz de impacto probabilidad tiene una penetración importante. El estudio de Marsh (2015) señala un 72% de aplicación en las organizaciones. Esto es entendible dado que esta técnica está catalogada como una de las más fáciles de usar (Morris & Pinto, 2004). La investigación seguirá la implementación de la matriz probabilidad impacto por ser una herramienta muy usada. Se agregará únicamente el criterio de velocidad como prueba en la valoración de los resultados. Como resultado de la valoración y según las políticas de riesgo se puede determinar cuál medida tomar para el tratamiento del riesgo. Las zonas de riesgo dependen de los criterios de riesgo definidos por el evaluador o la gerencia, junto con los objetivos y la tolerancia al riesgo de cada organización.

La escala a emplear para la evaluación de los criterios depende del evaluador o de la organización y de la sensibilidad de los resultados esperados. En propuestas como la del Departamentos de transporte de EUA (2012), solo se determinan 3 niveles de riesgo a pesar de usar escalas de 5 niveles de impacto/probabilidad. Para el desarrollo de la presente investigación se selecciona una escala de 5 niveles. El criterio de velocidad se interpretará como una la tercera

dimensión del riesgo, como se explica más adelante. En los capítulos siguientes se presentan los criterios y escalas seleccionadas.

A continuación se muestra un ejemplo de las magnitudes de riesgo obtenidas en una matriz convencional de Probabilidad/Impacto (Tabla 10). Estas márgenes de tolerancia son definidas por las organizaciones en línea con sus políticas.

<b>Probabilidad</b>	<b>5</b>	5	10	15	20	25
	<b>4</b>	4	8	12	16	20
	<b>3</b>	3	6	9	12	15
	<b>2</b>	2	4	6	8	10
	<b>1</b>	1	2	3	4	5
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
		<b>Impacto</b>				

<b>Calificación</b>	<b>Definición</b>
1, 2, 3	Menor
4, 5, 6	Moderado
8, 9, 10, 12	Significativo
15, 16	Mayor
20, 25	Catastrofico

*Tabla 10 Matriz Impacto / Probabilidad fuente propia.*

Como aplicación adicional la matriz permite utilizarse en situaciones en las que no hay suficientes datos para un análisis detallado o en el caso que la situación no justifica el tiempo y el esfuerzo para un análisis cuantitativo.

#### **4.4.1. Criterios de Riesgo.**

##### **4.4.1.1. Criterio de probabilidad.**

Existe gran variedad de modelos de probabilidad en la literatura, la mayoría de estos proponen escalas de 3 o 5 dígitos para su valoración y análisis. A continuación se muestran dos modelos de los más representativos emitidos por entidades de gran experiencia en la gestión del riesgo y dos

más emitidos por entidades vinculadas al Estado Colombiano. Estos últimos han servido como referencia para que las entidades estatales colombianas realicen su evaluación de riesgos.

*Modelo Deloitte & Touche LLP.* El comité de organizaciones patrocinadoras de la comisión Treadway (COSO, 2012) encargó a las empresas Deloitte y Touche LLP la realización de un resumen de enfoques y técnicas para la valoración del riesgo en 2012. Este estudio presenta unas alternativas y modelos aplicables para la valoración del riesgo, incluyendo tablas de probabilidad e impacto. La tabla 11 abajo expone una valoración de la probabilidad en términos cualitativos sobre una escala de 5 puntos. En la tabla se propone un doble criterio para la valoración: frecuencia y probabilidad. En la tabla el lector podrá elegir el concepto que más se adapte a su criterio y así obtener un valor para su análisis.

Rating	Frecuencia		Probabilidad	
	Descripción	Definición	Descripción	Definición
5	Frecuente	Hasta una vez en 2 años	Casi Cierto	90 % o mas de probabilidad de ocurrencia durante la vida útil del activo o proyecto
4	Probable	Una vez en 2 años hasta una vez en 25 años	Probable	65% hasta 90% de probabilidad de ocurrencia durante la vida útil del activo o proyecto
3	Posible	Una vez en 25 años hasta una vez en 50 años	Posible	35% hasta 65% de probabilidad de ocurrencia durante la vida útil del activo o proyecto
2	Improbable	Una vez en 50 años hasta una vez en 100 años	Improbable	10% hasta 35% de probabilidad de ocurrencia durante la vida útil del activo o proyecto
1	Raro	Una vez en 100 años	Raro	<10% de probabilidad de ocurrencia durante la vida útil del activo o proyecto

*Tabla 11 Escala de Probabilidad (Traducida de COSO, 2012)*

*Modelo IRM (Institute of Risk Management).* El instituto de la Gestión de Riesgos (IRM, 2002) presenta el estándar recomendado para la valoración del riesgo. En dicho documento muestra una



escala de 3 puntos para la valoración de la probabilidad junto con sus respectivos indicadores guía para la valoración (Tabla 12).

Estimación	Descripción	Indicadores
Alto (Probable)	Probable que ocurra cada año o mas del 25 % de probabilidad de ocurrencia	Potencial de que ocurra varias veces en el periodo de tiempo Ha ocurrido recientemente
Medio (Posible)	Probable que ocurra en un periodo de 10 años o menos del 25% de probabilidad de ocurrencia	Podría ocurrir mas de una vez dentro del periodo de tiempo
Bajo (Remoto)	No es probable que ocurra en un termino de 10 años o menos del 2% de probabilidad de ocurrencia	No ha ocurrido Improbable que ocurra

*Tabla 12 Escala de Probabilidad (Traducida de IRM, 2002)*

*Modelo DNP (Departamento Nacional de Planeación – CONPES 3714)* El Departamento Nacional de Planeación en su documento CONPES 3714 (2011) propone una escala de 4 puntos para la evaluación de la probabilidad (Tabla 13). Siguiendo el mismo esquema de las anteriores, define una descripción para cada nivel que el lector usará de guía para la valoración. Esta ha sido referencia para las entidades estatales durante la evaluación de riesgos de los proyectos públicos.

Rating	Descripción
ALTA	La probabilidad de ocurrencia del riesgo es alta, cuando en la generalidad de los constratos que se ejecutaron con objetos similares, el resultado es la ocurrencia del riesgo; o, cuando de la naturaleza del riesgo se pueda prever su inminencia
MEDIA ALTA	La probabilidad de ocurrencia del riesgo es media alta, si es típica la ocurrencia del riesgo en la ejecución de contratos similares; o cuando de la naturaleza del riesgo se pueda prever que ocurrirá usualmente
MEDIA BAJA	La probabilidad de ocurrencia del riesgo es media baja, si es atípica la ocurrencia del riesgo; o cuando de la naturaleza del riesgo se pueda prever que su ocurrencia es inusual.
BAJA	La probabilidad de ocurrencia del riesgo es baja, cuando en pocos contratos con objetos similares el resultado es la ocurrencia del riesgo o cuando de la naturaleza del riesgo se pueda prever que ocurrirá remotamente

*Tabla 13 Escala de Probabilidad (DNP – CONPES 3714)*

Modelo CCE (Colombia Compra Eficiente): La propuesta del CCE establece una descripción para cada categoría que el lector analiza y selecciona según el riesgo. Una vez definida la categoría selecciona una valoración en una escala de 5 niveles

	Categoría	Valoración
<b>Probabilidad</b>	Raro (puede ocurrir excepcionalmente)	1
	Improbable (puede ocurrir ocasionalmente)	2
	Posible (puede ocurrir en cualquier momento futuro)	3
	Probable (probablemente va a ocurrir)	4
	Casi cierto (ocurre en la mayoría de circunstancias)	5

*Tabla 14 Escala de Probabilidad (CCE, 2013)*

Es de resaltar que tanto COSO como IRM recomiendan en sus propuestas adaptar a cada organización las tablas propuestas, considerando particularidad del proyecto y experiencia del evaluador.

*Modelo propio:* A partir de los 4 modelos presentados se realiza un análisis comparativo de sus ventajas y desventajas a la luz de las necesidades y el contexto de la investigación. Se decide tomar un modelo de dos criterios Frecuencia/Probabilidad como propone COSO al considerar que puede ser más fácil de entender por los evaluadores. Se ajusta en primer lugar la frecuencia, tomando como base la duración media de las concesiones. En segundo lugar se ajusta la probabilidad, siguiendo el modelo de CCE.



Rating	Frecuencia		Probabilidad	
	Descripción	Definición	Descripción	Definición
5	Frecuente	Hasta una vez en 1 año	Casi Cierto	Ocurre en la mayoría de circunstancias. Ha ocurrido recientemente
4	Probable	Una vez en 1 año hasta una vez en 5 años	Probable	Probablemente va a ocurrir
3	Posible	Una vez en 5 años hast una vez en 10 años	Posible	Puede ocurrir en cualquier momento futuro
2	Improbable	Una vez en 10 años hast una vez en 20 años	Improbable	Puede ocurrir ocasionalmente
1	Raro	Una vez en 20 años	Raro	Puede ocurrir excepcionalmente No ha ocurrido

*Tabla 15 Criterios de Probabilidad Propuestos*

Es importante resaltar que los expertos toman sus decisiones basados en la descripción de la probabilidad y no en los rangos y valores que se puedan describir en tal punto (Gibson, 2015). Por consiguiente resulta mejor plantear descripciones claras en la explicación de la probabilidad que rangos o valores. Las descripciones se ajustaron a las concesiones viales siguiendo la recomendación de IEC-FDIS 31010 (2009) que dice:

A escala de probabilidad necesita abarcar el rango relevante para el estudio en cuestión, recordando que a menor probabilidad debe ser aceptable para la mayor consecuencia definida, de lo contrario todas las actividades con la mayor consecuencia se definen como intolerables. (2009)

A continuación se presenta un comparativo de las propuestas encontradas en la literatura, resaltando las debilidades encontradas y las fortalezas de cada una.



Item	Descripción	Ventajas	Desventajas
<b>Deloitte &amp; Touche LLP</b>	Clasificación de 5 puntos, con doble valoración (Probabilidad y Frecuencia). Descripción de frecuencia en periodos max de 100 años. Descripción de probabilidad en rangos de 25% hasta el 90% como tope.	Doble valoración permite al evaluador afinar su criterio para valorar mas certeramente la probabilidad. Frecuencia y Probabilidad permite ajustar la evaluación a los diferentes riesgos encontrados.	Los periodos de tiempo para la frecuencia son excesivos, pocos riesgos a excepción de los naturales suelen tener periodos tan largos. Valorar la probabilidad de ocurrencia de acuerdo a los rangos propuestos puede dificultarse para los evaluadores.
<b>IRM</b>	Clasificación de 3 puntos. Descripción de probabilidad usando criterior de probabilidad y frecuencia en uno solo.	Doble valoración permite al evaluador afinar su criterio para valorar mas certeramente la probabilidad. Frecuencia y Probabilidad permite ajustar la evaluación a los diferentes riesgos encontrados.	Modelos de clasificación de 3 niveles suelen ser metodos simplificados para la valoración que no ofrecen un espectro suficiente durante la evaluación de la matriz.
<b>Conpes 3714</b>	Clasificación de 4 puntos, sin punto medio. Descripción de probabilidad basada en historia contractual de las entidades.	Al eliminar el punto medio se obliga al evaluador a tomar una clasificación menos centralista Permite tomar al evaluador en consideración la historia contractual de la institución.	Si la institución es nueva o no guarda adecuadamente la historia de riesgos la tabla pierde el mayor criterio para la valoración. Entre mas cortos los margenes de evaluación menos cerca a la realidad queda la valoración
<b>CCE</b>	Clasificación de 5 puntos. Valoración establecida para cada categoria	Rapidez en la evaluación	La evaluación puede ser muy ambigue pues no se cuenta con una descripción suficiente
<b>PROPIA</b>	Clasificación de 5 puntos, con doble valoración (Probabilidad y Frecuencia). Descripción de frecuencia en periodos de 20 años. Descripción de probabilidad sin rangos.	Doble valoración permite al evaluador afinar su criterio para valorar mas certeramente la probabilidad. Frecuencia y Probabilidad permite ajustar la evaluación a los diferentes riesgos encontrados. Frecuencia ajustada a la vida util de la Concesión. Probabilidad descrita sin rangos para facilidad del lector.	Las mismas de otros metodos cualitativos.

*Tabla 16 Comparativo de Criterios de Probabilidad*

#### **4.4.1.2. Criterio de impacto**

La norma NTC ISO 31000 no propone un modelo específico para definir el criterio de impacto, sin embargo si ofrece una guía: “Las consecuencias se pueden expresar en termino de impactos tangibles e intangibles. En algunos casos, se requiere más de un valor numérico o descriptor para especificar las consecuencias y su probabilidad en diferentes momentos, lugares grupos o situaciones” (NTC ISO 31000). La norma traza un camino para definir los criterios a la hora de valorar el impacto de un riesgo. En la literatura se encuentran diferentes propuestas de criterios de impacto. Para realizar el comparativo se tomaron propuestas diversas de entidades relacionadas al sector y algunas que puedan aportar un punto de vista diferencial (COSO, 2012. HM Treasury, 2013. MITRE, 2019. PMI, 2008. DICO, 2011. BHO, 2008. UoV, 2012. CCE,



2013. CONPES, 3714). La selección cubre entidades gubernamentales locales e internacionales, academia y entidades expertas en riesgo.

IMPACTO	DESCRIPCIÓN	COSO 2012	HM Treasury 2013	MITRE 2019	PMI 2008	DICO 2011	BHP 2008	UoV 2012	CCF 2013	CONPES 3714
Financiero	Eventos que ocasionan gasto economico para la organización, afectan el valor final del contrato.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Legal - Regulatorio	Eventos que impliquen incumplimiento de leyes o normativa, encarcelamiento, investigaciones, etc.	X	X			X	X			
Reputacional	Impacto sobre la imagen de la compañía	X	X			X	X	X		
Talento Humano	Impacto sobre el personal de la compañía, su motivación y permanencia	X						X		
Objetivos	Impacto sobre los objetivos del proyecto u empresariales		X	X	X			X		X
Cronograma	Eventos que afecten la terminación de actividades, general o específica		X	X	X	X		X		
Calidad	Impacto sobre la calidad de los productos u obras a entregar		X	X	X	X		X		
Salud y Seguridad	Eventos que afecten la salud o seguridad de los trabajadores	X				X	X	X		
Medio Ambiente	Impacto sobre la naturales, animales y medio ambiente en general						X			
Social	Eventos que afectan a las comunidades de influencia del proyecto o su herencia cultural						X			
Operacional	Eventos que afectan el desarrollo operacional del proyecto, la construcción u objetivo contractual			X				X	X	X

*Tabla 17 Resumen de Propuestas de Impacto*

Todas las propuestas se tabularon, identificando los impactos más empleados y los aspectos comunes entre propuestas. Es de resaltar que el impacto financiero es el más importante para toda la literatura, pues en el ejercicio se puede considerar que la mayoría de los impactos se pueden traducir en dinero. Cronograma, calidad, Reputacional y objetivos son los que siguen en importancia.

Partiendo de lo identificado entre propuestas y con la necesidad de hacer la lista detallada y real se presenta la propuesta de Criterios de Impacto para la investigación:

IMPACTO	PROPUESTA
Financiero	Eventos que ocasionan gasto económico para la organización, afectan el valor final del contrato.
Legal - Regulatorio	Eventos que impliquen incumplimiento de leyes o normativa, encarcelamiento, investigaciones, etc.
Reputacional	Impacto sobre la imagen, la percepción de la comunidad y su continuidad
Talento Humano	Impacto sobre el personal de la compañía, su motivación y permanencia
SSTMA	Eventos que afecten la salud del personal, la seguridad del mismo y las instalaciones y el medio ambiente

*Tabla 18 Propuesta de Impacto Propia*

Para el resumen del cuadro general se tomaron las siguientes consideraciones: Los impactos operacionales, de cronograma, de calidad y en específico del tema objetivos, pueden ser traducidos a impactos financieros. Los impactos Medio Ambiental se incluyen dentro del capítulo de Salud y Seguridad. El impacto Social se divide en los criterios de SSTMA y legal – regulatorio.

Una vez definidos las categorías de impacto a emplear se deben estructurar los respectivos rangos. Como modelo para la definición de rangos se emplea la propuesta de COSO, al contener esta la descripción de criterios más completa, en comparación con a las otras propuestas.

Así mismo, las categorías empleadas son bastante similares a las categorías seleccionadas para el presente estudio. A continuación se presenta la tabla COSO de Criterios de impacto.



Rating	Descripción	Definición
5	Extremo	Perdida Financiera de X millones o mas
		Cobertura de medios internacionales negativa de largo plazo; perdida de participación en el mercado que cambia el negocio
		Proceso y multas significativas, litigios que incluyen acciones colectivas. Encarcelamiento de directivas.
		Lesiones o muertes de empleados o terceros, como clientes o contratistas.
		Salida múltiple de líderes senior
4	Mayor	Perdida financiera de \$X millones hasta \$X millones
		Cobertura de medios nacionales negativa de largo plazo; pérdida significativa de participación en el mercado
		Reporte a reguladores requiriendo propuestas de acciones correctivas
		Se requiere atención hospitalaria limitada para empleados o terceros, como clientes o proveedores
		Algunos altos directivos se van, alta rotación de personal experimentado, que no se percibe como el empleador de elección
3	Moderado	Perdida financiera de \$X millones hasta \$X millones
		Cobertura de medios nacionales negativa de corto plazo
		Informe de incumplimiento al regulador con corrección inmediata a implementar.
		Tratamiento médico ambulatorio requerido para empleados o terceros, como clientes o proveedores
		Problemas generalizados de moral del personal y alta rotación
2	Menor	Perdida financiera de \$X millones hasta \$X millones
		Reputación local dañada
		Incidente informable al regulador, sin seguimiento
		Sin lesiones o lesiones menores a empleados o terceros, como clientes o proveedores
		Problemas generales de moral del personal y aumento de la facturación.
1	Incidental	Perdida Financiera de hasta \$X millones
		Atención de medios locales de rápida solución
		Incidente no reportable al regulador
		Sin lesiones a empleados o terceros, como clientes o proveedores
		Insatisfacción del personal aislada

Tabla 19 Criterios de impacto. Traducido de COSO (2012)

A partir de la estructura de impactos se continúa con la definición de los rangos. En primer lugar se debe ajustar el rango financiero, para esto se considera la propuesta del documento: Manual



para la identificación y cobertura de riesgos en los procesos contractuales de Colombia Compra Eficiente (2013). Con la que podemos sentar como base que:

Impacto					
<b>Calificación Cualitativa</b>	Obstruye la ejecución del contrato de manera intrascente	Dificulta la ejecución del contrato de manera baja. Aplicando medidas mínimas se puede lograr el objeto contractual	Afecta la ejecución del contrato sin alterar el beneficio para las partes	Obstruye la ejecución del contrato sustancialmente pero aun así permite la consecución del objeto contractual	Perturba la ejecución del contrato de manera grave imposibilitando la consecución del objeto contractual
<b>Calificación Monetaria</b>	Los sobrecostos no representan más del uno por ciento (1%) del valor del contrato	Los sobrecostos no representan más del uno por ciento (1%) del valor del contrato	Genera un impacto sobre el valor del contrato entre el cinco (5%) y el quince por ciento (15%)	Incrementa el valor del contrato entre el quince (15%) y el treinta por ciento (30%)	Impacto sobre el valor del contrato en más del treinta por ciento (30%)
<b>Valoración</b>	<b>Insignificante</b>	<b>Menor</b>	<b>Moderado</b>	<b>Mayor</b>	<b>Catastrófico</b>
	1	2	3	4	5

*Tabla 20 Impacto de Riesgo. CCE (2013)*

Como se observa en la tabla de impacto de la CCE los rangos son porcentuales sobre el valor del contrato. Es importante resaltar nuevamente que cada organización define sus porcentajes de impacto de acuerdo a sus políticas de riesgo como explica COSO (2012). Para el presente trabajo no se hicieron ajustes específicos a cada concesión considerando las dificultades y el objetivo de la investigación de comparar el nivel de riesgo en el sector en general.

Los demás rangos propuestos por COSO se mantienen como base para la tabla de impacto a desarrollar realizando algunos ajustes en la redacción para enfocar el criterio al contexto de las concesiones viales. La tabla de impactos final se desarrolló tomando en consideración las propuestas de COSO y CCE. En igual sentido se mantuvo la escala de 5 niveles alineados con las propuestas y con la seleccionada para la matriz propia. Cada uno de los niveles (Rating) presenta



5 criterios (financiero, legal – regulatorio, reputacional, talento humano y SSTMA) como se estableció en la tabla 18.

El establecimiento de criterios claros para cada nivel permite al evaluador identificar el impacto que el riesgo h de generar. En caso que durante su evaluación encuentre la mayoría de sus consideraciones dentro de un rating específico este procederá a señalar el valor respectivo.

Rating	Descripción	Definición
5	Extremo	Perdida Financiera de más del 30% del valor del contrato
		Cobertura de medios internacionales negativa de largo plazo; pérdida de participación en el mercado a gran escala
		Proceso y multas significativas, litigios que incluyen acciones colectivas. Encarcelamiento de directivos. Procesos internacionales.
		Lesiones o muertes de empleados o terceros, como clientes o contratistas. Daño mayor o irreparable en la infraestructura, instalaciones u obras. Daño ambiental de impacto a largo plazo o irreparable.
		Salida múltiple de líderes senior o gerentes
4	Mayor	Perdida financiera entre el 15% hasta el 30% del valor del contrato
		Cobertura de medios nacionales negativa de largo plazo; pérdida significativa de participación en el mercado
		Procesos y multas. Requerimientos de reguladores de acciones correctivas mayores. Procesos nacionales.
		Se requiere atención hospitalaria limitada para empleados o terceros, como clientes o proveedores. Daño considerable en la infraestructura, instalaciones u obras. Daño ambiental importante de mediano plazo para reparación y/o compensación.
		Algunos altos directivos se van, alta rotación de personal experimentado, disgusto general hacia el empleador.
3	Moderado	Perdida financiera entre el 5% hasta el 15% del valor del contrato
		Cobertura de medios nacionales negativa de corto plazo
		Informe de incumplimiento al regulador con corrección inmediata a implementar.
		Tratamiento médico ambulatorio requerido para empleados o terceros, como clientes o proveedores. Daños menores en la infraestructura, instalaciones u obras. Daño ambiental de corto plazo para reparación y/o compensación
		Problemas generalizados de moral del personal y alta rotación

2	Menor	Perdida financiera entre el 1% y el 5% del valor del contrato
		Reputación local dañada
		Requerimiento de reguladores, informes y reportes sin seguimiento
		Sin lesiones o lesiones menores a empleados o terceros, como clientes o proveedores. Daños mínimos en la infraestructura, instalaciones u obras. Daño ambiental mínimo, afectación local sin impacto en el tiempo
		Problemas generales de moral del personal y aumento de la facturación.
1	Incidental	Perdida Financiera de hasta el 1% del valor del contrato
		Atención de medios locales de rápida solución
		Incidente no reportable al regulador
		Sin lesiones a empleados o terceros, como clientes o proveedores. Daño insignificantes en la infraestructura, instalaciones y obras. Impacto ambiental insignificante o nulo
		Insatisfacción del personal aislada

Tabla 21 Criterios de impacto Propia, a partir de COSO (2012) y CCE (2013).

#### 4.4.1.3. Criterio de velocidad.

El criterio de velocidad hace referencia a la velocidad con la que un evento puede manifestarse, o como el tiempo que pasa entre la ocurrencia de un evento y el momento en que la compañía siente sus efectos (COSO, 2012). Este criterio es poco usado en la literatura de análisis de riesgo, incluso cuando la norma IEC/FDSI 31010 menciona la posibilidad de ser usado en las matrices de Impacto/Probabilidad. Se considera innovador el uso del criterio de velocidad para la evaluación de riesgos. La mayoría de estudios revisados en la presente investigación mencionan únicamente el uso de Probabilidad e Impacto como conceptos evaluados.

La intención de aplicar este nuevo criterio es experimental. Se pretende analizar esta variable adicional como una tercera dimensión del riesgo. En el análisis final se espera que la velocidad sea considerada al momento de tomar decisiones durante la etapa del tratamiento del riesgo y sus

planes de mitigación. Los rangos para este criterio seguirá la propuesta de COSO sin variación, como se muestra en la tabla 22.

Rating	Descripción	Definición
5	Muy alta	Inicio muy rápido, poca o ninguna advertencia, instantánea.
4	Alta	El inicio se produce en cuestión de días a unas pocas semanas.
3	Media	El inicio se produce en unos pocos meses.
2	Baja	El inicio se produce en cuestión de varios meses.
1	Muy Baja	Inicio muy lento, ocurre después de un año o más.

*Tabla 22 Traducción de criterios de velocidad a partir de COSO (2012).*

Para integrar el concepto de velocidad en la evaluación de riesgo se propone la fórmula propuesta por Quan y Chiang (2017):  $\text{Riesgo Total} = (\text{Impacto} * \text{Probabilidad}) + \text{Velocidad}$ . El análisis del concepto de velocidad se presentará de manera gráfica por categorías de riesgo al final de las evaluaciones de riesgo en donde se ubica cada punto en las coordenadas x:y. El punto situado dentro del plano cartesiano tendrá un diámetro de acuerdo a la magnitud de la velocidad de cada riesgo

#### **4.4.2. Selección de evaluadores.**

La evaluación de la matriz fue realizada con el apoyo de profesionales del sector de las concesiones viales. Los profesionales interesados aportaron su valoración del riesgo para la concesión en la que trabajan y desde su perspectiva profesional. El aporte de cada evaluador fue sobre toda la matriz dentro del contexto de la concesión en la que trabajan.

El número de profesionales contactados se estableció siguiendo el mismo criterio empleado para el Método Delphi del presente trabajo. El grupo de evaluadores se fijó en 14 profesionales de diferentes áreas. El perfil de cada profesional como en la selección de los expertos coincide con los perfiles de la DNP (2019). Setenta y nueve (79) meses mínimo de experiencia y experiencia específica de tres (3) años en concesiones viales.

Las concesiones viales corresponden a las mismas de la Tabla 01. Listado de vías 4G con cierre financiero del alcance de la presente investigación. La selección de profesionales se realizó durante el acercamiento a las concesiones. Se consultó su interés de participar en la valoración de la encuesta y su disponibilidad de tiempo. Durante el acercamiento a las concesiones viales para la evaluación de la matriz se encontró con grandes dificultades para lograr su participación. Las concesiones debido a la sensibilidad de la información a compartir se mostraron renuentes a participar. Algunas organizaciones solicitaron la aprobación de todos sus socios o juntas directivas para asegurar su participación. Este proceso requería de al menos dos (2) meses para aprobar y tres (3) meses para evaluador, pudiendo variar en cada Concesión.

Se intentó el contacto con la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) como gestora de las Concesiones Viales. Se dirigió una carta solicitando su apoyo para el desarrollo de la investigación sin embargo no se recibió respuesta de la entidad.

## 5. Validación de riesgo

### 5.1. Identificación del riesgo

Las *listas de chequeo* son listas de peligros, riesgos o fallas de control que se desarrollan normalmente a partir de la experiencia, ya sea como resultado de una evaluación de riesgo anterior o como resultado de fallas pasadas. Puede utilizarse una lista de chequeo para identificar peligros y riesgos comunes o para evaluar la eficacia de los controles. Pueden utilizarse en cualquier etapa del ciclo de vida de un producto, proceso o sistema. Así mismo pueden formar parte de otras técnicas de evaluación de riesgos, pero son más útiles cuando se aplican para comprobar que todo se ha cubierto después de que se ha aplicado una técnica más imaginativa que identifica nuevos problemas.

Se realizó una investigación en la literatura que involucró la búsqueda de matrices y listados de riesgo relacionados a las concesiones viales y a la construcción. Así mismo, se contó con el apoyo de dos listas de riesgos de concesiones viales en etapa precontractual que fueron tomadas como listas principales.

En primer lugar se tabulan los riesgos encontrados en las dos listas principales. Se eliminan los riesgos repetidos en primer lugar. En segundo lugar se realiza una revisión detallada de cada riesgo y se eliminan los que describen el mismo riesgo con redacción diferente. Al finalizar se tiene una sola lista para continuar con revisión.



Esta lista es cruzada con listas de riesgos de entidades e investigadores relacionados con el contexto de la investigación: World Bank (2008), Vishwakarma et al (2016), Deloitte y Duran & Osorio (2016) y US Department of Transportation (2006). La lista debe ser exhaustiva pues citando a ISO 31000 (2011) “la identificación exhaustiva es crítica porque un riesgo que no se identifique en esta fase no será incluido en el análisis posterior.” (2011)

El análisis con listas externas se detuvo una vez se empezó a observar en el comparativo que los riesgos identificados en la lista se estaban repitiendo y las listas encontradas no aportaron riesgos nuevos. Por tanto se concluyó que la lista se encontraba completa. Como resultado final se obtiene la lista de validación con un total de 172 riesgos. Por último se realiza la clasificación de los riesgos tomando la clasificación definida en el capítulo 4.2.1. La clasificación se realiza teniendo en cuenta el área en la que se presenta el riesgo o la actividad de la que se desprende el riesgo.

## **5.2. Validación de los Riesgos**

Para la validación de la lista anterior por medio del método Delphi se debe realizar la selección de los expertos. En el capítulo 4.3 se definió el número total de expertos y las condiciones que debería tener cada uno. Allí se contactaron profesionales que cumplieran con el perfil y que estuvieran interesados en aportar su conocimiento al desarrollo de la investigación. Los perfiles profesionales buscados son los más relacionados a las áreas comunes en una concesión, es decir: ingenieros civiles o ingenieros industriales (O&M), abogados (regulatorio – legal), sociólogos (social), economistas (finanzas), Ingenieros SSTMA (SSTMA).

Obtenida su aprobación se solicita presenten un resumen de su perfil profesional, resaltando la experiencia, los estudios y el título de pregrado obtenido. A partir de estos resúmenes se estructura la tabla 23. El perfil de cada uno se describe de manera general para mantener su anonimato.

A los expertos se les informa el contexto en el cual se enmarca la investigación, el aporte que se espera de cada uno. Se explican los tiempos esperados para el desarrollo de la investigación y la metodología que aplica para sus aportes. Una vez establecido el interés general de los individuos se solicita dirección física y correo electrónico para el envío de las rondas de participación.

Cod	Resumen de Perfil	Profesión	Estudios	Años de Experiencia
E1	Ingeniero Civil de la Universidad Industrial de Santander, MBA de la Universidad de Viña del Mar. Gran experiencia en construcción, rehabilitación y mantenimiento de vías. Mas de 5 años como responsable de producción para una Concesión Vial en Colombia.	Ingeniero Civil	MBA	9 años
E2	Ingeniero Civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Especialista en Geotecnia Vial de la Pontificia Universidad Javeriana. Mas de 9 años de experiencia en Construcción y Control de proyectos de ingeniería. Mas de 6 años como responsable de movimiento de tierras, asfaltos y obras de arte de una Concesión Vial.	Ingeniero Civil	Esp	9 años
E3	Ingeniera Civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Especialista en Vías terrestres de la Universidad Pontificia Bolivariana. Mas de 9 años de experiencia en Concesiones Viales y Carreteras. 7 años de experiencia específica en control, programación, seguimiento y análisis financiero de Concesiones.	Ingeniero Civil	Esp	9 años
E4	Ingeniero Civil de la Universidad de la Salle, Master en Ingeniería Civil de la Escuela Colombiana de Ingenieros Julio Garavito. Más de 11 años de experiencia en construcción, mantenimiento y rehabilitación de infraestructura. 4 años de experiencia específica en diseño, rehabilitación y mantenimiento de vías.	Ingeniero Civil	Ms	11 años
E5	Ingeniero Civil de la Universidad Industrial de Santander, Master en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil de la Universidad Politecnica de Valencia. Mas de 8 años de experiencia en interventoría de obras, presupuestos, programación y control financiero de proyectos	Ingeniero Civil	Ms	8 años
E6	Ingeniera Industrial de la Universidad Nacional de Colombia. Master en gestión y evaluación de proyectos de la Universidad Externado de Colombia. 9 años de experiencia general en control y gestión de proyectos. 4 años de experiencia específica en administración y gestión de proyectos en Concesiones. 2 años de experiencia específica en gestión y control de proyectos publicos.	Ingeniera Industrial	Ms	9 años
E7	Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, especialista en Diseño, Construcción y Conservación de Vías de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. 10 años de experiencia en el sector de las concesiones viales. 7 años de experiencia específica en la operación y mantenimiento de concesiones viales en Colombia.	Ingeniero Civil	Esp	10 años
E8	Abogada de la Universidad Autonoma de Bucaramanga, especialista en derecho contractual y relaciones juridico negocials de la Universidad Externado de Colombia. Mas de 9 años de experiencia como abogada contractual en la construcción y servicios. 5 años de experiencia como abogada de contratos en una Concesión vial.	Abogada	Esp	9 años



E9	Abogado de la Universidad Universidad Autonoma de Bucaramanga. Especialista en Derecho Comercial de la Universidad Autonoma de Bucaramanga. 8 años experiencia general en derecho predial, comercial, contractual en empresas de oil & gas, constructoras y Concesiones. 4 años de experiencia especifica en gestión predial, comercial y contractual en concesiones viales.	Abogado	Esp	8 años
E10	Ingeniero Ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana. Especialista en Salud Ocupacional y Seguridad Industrial de la Universidad Manuela Beltran. Especialista en Dirección y Gestión de Proyectos de la Universidad Sergio Arboleda. Mas de 9 años de experiencia en seguridad en el trabajo y medio ambiente. Experiencia especifica de 5 años en Concesiones viales.	Ingeniero SSTMA	Esp	9 años
E11	Ingeniero Agroindustrial de la Universidad del Tolima. Especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Manuela Beltran. Con 10 años de esperiencia general. 6 años como coordinador de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente.	Ingeniero SSTMA	Esp	10 años
E12	Economista de la Universidad Los Libertadores. Especialista en Derecho tributario y aduanero de la Universidad Catolica de Colombia. Especialista en Logistica Internacional de la Universidad Los Libertadores. 8 años de esperiencia general en logistica internacional, tributación y gestión de impuestos. 4 años de experiencia especifica en gestión tributaria de proyectos publicos.	Economista	Esp	8 años
E13	Sociologo de la Universidad del Rosario. Especialista en Evaluación Social de Proyectos de la Universidad de los Andes. Master en Sociología de la Universidad de Barcelona. 10 años de experiencia general en evaluación de proyectos, investigación de mercados y estrategias de investigación.	Sociologo	Ms	10 años
E14	Economista de la Universidad del Tolima. Especialista en Finanzas de la Universidad de Ibague. Esperiencia general de 8 años en gestión bancaria, manejo financiero de proyectos. 6 años de experiencia especifica en financiación y bancarización de proyectos.	Economista	Esp	9 años

*Tabla 23 Relación de Expertos – Método Delphi (Construcción Propia)*

### 5.2.1. Primera Ronda.

La primera Ronda de Expertos presentada tuvo como objetivo evaluar el listado completo de 172 riesgos divididos en 4 categorías. Debido a la extensión de la encuesta se otorgó a los expertos el lapso de 4 semanas para evaluar la respuesta y enviar la misma por físico o digital.

La herramienta se diseñó de forma que los expertos puedan validar el riesgo en tres aspectos principales: descripción, categoría y redacción. Estos tres aspectos son seleccionados tomando en cuenta las recomendaciones de COSO (2012) respecto a que los riesgos deben entendibles y estar organizados en categorías.



Cada uno de los 172 riesgos se presenta como una pregunta. En cada riesgo el experto validará los tres aspectos utilizando una escala Likert de 5 puntos, siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo. El cuestionario incluye un espacio de observaciones y permite la inclusión de riesgos no considerados. Un aparte del cuestionario se puede observar en la tabla 24.

*Pregunta 1. Descripción del Riesgo:* Tomando la escala inferior valorar el grado de acuerdo que tiene con la descripción del riesgo relacionado

*Pregunta 2. Categoría del Riesgo:* Tomando la escala inferior valorar el grado de acuerdo que tiene con la categoría en que se encuentra ubicado el riesgo

*Pregunta 3. Redacción del Riesgo:* Tomando la escala inferior valorar el grado de acuerdo que tiene con la redacción del riesgo.

A los expertos se les hizo entrega por escrito de una carta de presentación de la encuesta. Las instrucciones de diligenciamiento de la encuesta y la lista completa de riesgos. En las instrucciones se presentan los objetivos de la investigación, el tratamiento a otorgar a los datos obtenidos, la estructura de la ronda y la forma de calificación a las preguntas. Durante la evaluación de la primera ronda se mantuvo contacto con los expertos para verificar dudas o inquietudes respecto a la herramienta. El cuestionario modelo de la primera ronda así como las cartas de invitación y las instrucciones se encuentran relacionados en el Anexo 01.



ITEM	RIESGO	DESCRIPCION DEL RIESGO					CATEGORIA DEL RIESGO					REDACCIÓN DEL RIESGO				
		Tomando la escala inferior valorar el grado de acuerdo que tiene con la descripción del riesgo relacionado					Tomando la escala inferior valorar el grado de acuerdo que tiene con la categoría en que se encuentra ubicado el riesgo					Tomando la escala inferior valorar el grado de acuerdo que tiene con la redacción del riesgo				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
		Muy de acuerdo	De Acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	Muy de acuerdo	De Acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	Muy de acuerdo	De Acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo

Tabla 24 Extracto de Encuesta – Ronda

En la primera ronda de expertos se obtuvo un porcentaje de respuesta del 100%. Con las respuestas obtenidas se realizó la tabulación empleando el Ms Office Excel. Cada riesgo cuenta con tres valores evaluados (Descripción, categoría y redacción). Para el análisis de agrupan las respuestas de cada uno de estos tres aspectos y se obtiene la media respectiva.

Se realiza el cálculo del rango intercuartil (IQR) para cada aspecto evaluado. De esta forma cada riesgo tenga una media y un IQR por cada aspecto evaluado.



Para continuar con el paso de aprobar o revisar riesgos se plantean los criterios de cada caso. Cuando la media de las calificaciones de uno de los tres aspectos sea igual a 4 o superior se entenderá que el aspecto ha sido aprobado. Cuando el IQR sea igual o inferior a 1 se entiende que la media alcanzada tiene consenso entre los expertos. En esta línea de ideas, cuando un riesgo tenga los tres aspectos con media igual o superior a 4 y adicionalmente los IQR de cada uno sean iguales o inferiores a 1 se da por aceptado el riesgo. En caso contrario el riesgo pasará a análisis para ser presentado en la segunda ronda.

Las observaciones que presenten los expertos a cada riesgo son tomadas durante el análisis de los resultados. Cuando un riesgo quede en revisión se tomarán las recomendaciones de los expertos. Adicionalmente, aunque un riesgo no haya sido aceptado y se encuentren observaciones validas se presentarán para análisis en la siguiente ronda.

#### ***5.2.1.1. Resultados.***

La primera ronda se envió a 14 expertos y se logró un porcentaje de participación del 100%. Los riesgos que no lograron cumplir con los requisitos de media e IQR fueron treinta y tres (33). Cinco de los riesgos quedaron en revisión por no cumplir con la media mínima aun cuando el IQR era igual o menor a 1. Estos casos son interpretados como la existencia del consenso entre expertos con una aceptación media del riesgo, por tanto es necesaria su revisión. Los 28 riesgos restantes fueron pasados a nueva ronda por no alcanzar el IQR esperado.

De los treinta y tres (33) riesgos en revisión, trece (13) riesgos presentaron media inferior a 4 en el criterio de “descripción”, doce (12) presentaron media inferior a 4 en el criterio de categoría y diecisiete (17) media inferior a 4 en el criterio de redacción. Adicionalmente, en una segunda revisión de los resultados se encontraron observaciones validas en once (11) riesgos adicionales. Pese a que estos lograron la media y el IQR base para ser aprobados los aportes de los expertos se consideraron relevantes para ser revisados en la segunda ronda (Tabla 25).

De los ciento setenta y dos (172) riesgos solo cuarenta y cuatro (44) riesgos quedaron en revisión. Esto representa el 25.6 % del total de los riesgos. En análisis para la formulación de los ajustes a estos riesgos se realizaron a la luz de las observaciones y aportes realizados por los expertos.

Los resultados tabulados de la primera ronda del método Delphi se encuentran en el Anexo 02. Las medidas tomadas para los ajustes de los riesgos fueron: ajustar la descripción, mejorar la redacción, corregir la ortografía, unificar el riesgo, cambiar la categoría del riesgo. En la segunda ronda se presentan los riesgos ajustados para nueva evaluación de los expertos.

ITEM	MEDIA			IQR			APROBACIÓN
	Descripción	Categoría	Redacción	Descripción	Categoría	Redacción	SI/NO
<b>A</b>							
<b>A.1</b>							
A.1.2	3,9	4,6	3,4	1,75	1	1,75	NO
A.1.3	4,2	4,2	4,2	1	1	1	REVISIÓN POR OBS
A.1.5	4,1	4,6	4,0	1	1	1,5	NO



<b>A.2</b>							
A.2.3	3,9	4,5	3,9	2	1	2	NO
A.2.5	3,6	3,5	3,4	1	1	1	NO
A.2.8	4,4	3,9	4,0	1	1	1	NO
<b>A.3</b>							
A.3.3	3,9	3,6	3,6	1,75	2	2	NO
A.3.4	3,9	4,1	4,0	2	0,75	0,75	NO
<b>A.5</b>							
A.5.4	4,6	4,4	4,2	1	1	1	REVISIÓN POR OBS
A.5.5	4,1	4,4	3,5	1,75	1	3	NO
A.5.6	4,4	4,5	3,6	1	1	2,75	NO
A.5.8	4,1	3,4	4,1	1,75	2,75	1	NO
A.5.10	3,8	3,9	4,1	1,75	1,75	1	NO
<b>A.6</b>							
<b>A.6.1</b>							
A.6.1.9	4,1	4,2	4,3	1	1	1	REVISIÓN POR OBS
A.6.1.11	4,4	4,2	3,9	1	1	1	NO
A.6.1.12	3,8	4,0	4,1	1,25	1,25	1	NO
A.6.1.13	3,9	4,4	4,1	1,75	1	1	NO
<b>A.6.2</b>							
A.6.2.3	4,3	4,4	4,1	1	1	1,75	NO
A.6.2.4	4,5	4,5	4,1	0,75	1	1,75	NO
A.6.2.10	4,3	4,0	4,2	1	2	1	NO
A.6.2.11	4,5	3,9	4,4	1	1,75	1	NO
A.6.2.12	4,1	4,3	4,4	1	1	1	REVISIÓN POR OBS
<b>A.6.2</b>							
A.6.2.14	4,2	4,2	4,0	1	1	1,75	NO
A.6.2.15	4,2	4,1	4,3	1	1	1	REVISIÓN POR OBS
A.6.2.16	4,1	4,1	4,4	0,75	1	1	REVISIÓN POR OBS
A.6.2.17	4,2	4,1	3,9	1	1	1,75	NO
<b>A.6.3</b>							
A.6.3.1	4,4	4,6	4,1	1	1	1	REVISIÓN POR OBS
A.6.3.2	4,4	4,6	4,1	1	1	1	REVISIÓN POR OBS
A.6.3.3	3,6	3,6	3,1	1	1	2	NO
A.6.3.4	3,9	4,1	3,4	2	1	1,75	NO
A.6.3.5	4,0	4,2	3,6	2	1,25	1,25	NO
A.6.3.7	4,3	4,6	4,0	1	1	1,75	NO

<b>A.6.4</b>							
A.6.4.9	3,9	3,8	3,9	1	2	2	NO
<b>A.6.5</b>							
A.6.5.8	4,1	3,6	4,4	1	1	1	NO
A.6.5.9	4,1	3,8	3,6	1	1,75	2,75	NO
A.6.5.10	4,4	3,4	4,2	1	1	1	NO
A.6.5.12	3,9	3,5	3,9	1,75	1	0,75	NO
A.6.5.15	4,3	4,1	4,4	1	1	1	REVISIÓN POR OBS
A.6.5.16	4,2	4,1	4,0	1	2	2	NO
A.6.5.17	4,1	4,5	4,3	1	1	1	REVISIÓN POR OBS
A.6.5.18	4,6	4,6	4,6	1	1	1	REVISIÓN POR OBS
<b>A.6.6</b>							
A.6.6.8	4,4	4,0	3,9	1	0,75	1,75	NO
<b>A.7</b>							
A.7.5	4,5	4,4	3,4	1	1	3	NO
<b>B</b>							
B.4	3,9	4,1	3,7	2	1,75	2	NO

Tabla 25 Resumen de resultados – Ronda 1.

### 5.2.2. Segunda Ronda

Del ejercicio de análisis de la primera ronda se formularon treinta (30) preguntas en donde se resumen los 44 riesgos. Cada pregunta consta de 3 secciones: La primera sección muestra al experto y la Acción propuesta para corregir el riesgo. La segunda sección muestra el riesgo evaluado en la primera ronda de la investigación, sin modificaciones o ediciones. La tercera sección corresponde a la solución planteada para el riesgo en análisis.

El modelo de pregunta siguió la propuesta empleada por Sanchez & Jaramillo (2009) con un modelo de pregunta de si / no. El experto analiza la información presentada como se describe en el párrafo anterior y acepta o rechaza la solución. Se le pide que justifique el rechazo para

agilizar los ajustes en caso de rechazo. A continuación se muestra el ejemplo de pregunta realizada (Tabla 26)

<p><b>1. Acción</b> Ajustar la descripción del riesgo.</p> <p><b>Riesgo Anterior</b> A.1.2. Incremento en el estimativo de Costos Indirectos en comparación con la estimación inicial</p> <p><b>Nueva Propuesta</b> Variación de los precios de los Costos Indirectos en comparación con la estimación inicial</p> <p><b>Pregunta</b> Esta Ud de acuerdo con la nueva propuesta para el riesgo mencionado? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p> <p>En caso que no esté de acuerdo por favor justificar su respuesta</p>
--

*Tabla 25 Extracto de Encuesta – Ronda 2*

Junto con el cuestionario se presentan las instrucciones para el diligenciamiento de la encuesta, el tratamiento de datos personales y el uso que se dará a los resultados. Se sigue la misma estructura de instrucciones de la primera ronda. La encuesta es enviada por correo electrónico a los expertos. Considerando que la encuesta es significativamente más corta que la enviada en la primera ronda el plazo se redujo a 2 semanas para la validación. Las respuestas se reciben en medio físico o digital a preferencia del experto.

Una vez tabuladas las respuestas todas las preguntas que logren más de dos tercios de las respuestas en el “sí” son aprobadas por consenso como se explicó en el capítulo 4.3.1. El cuestionario modelo de la segunda ronda así como las cartas de invitación y las instrucciones se encuentran relacionado en el Anexo 03.



### 5.2.2.1. Resultados

La segunda ronda se envió a los mismos 14 expertos de la primera ronda, siguiendo con el protocolo establecido para el método Delphi. Se logró un porcentaje de participación del 71%.

Las preguntas se analizaron sobre el total de los expertos que respondieron la ronda.

Las 33 preguntas presentadas para validación recibieron calificación completa. El umbral para el rechazo corresponde al 67% (2/3). Diecinueve (19) preguntas lograron el 100% de aprobación de los expertos (SI), siete (07) preguntas obtuvieron un 90% de aprobación, dos (02) lograron el 80% de aprobación y por último, dos (02) lograron el 70% de aprobación (Tabla 27).

Los 44 riesgos presentados para validación en la segunda ronda fueron aprobados por consenso en el total de los casos. Los resultados tabulados de la primera ronda del método Delphi se encuentran en el Anexo 04. Dados los anteriores resultados no se consideró necesario realizar una tercera ronda de expertos. Los riesgos fueron validados y aprobados en consenso por los expertos. El siguiente paso consiste en preparar la matriz de riesgo para la evaluación de las empresas.



PREGUNTA	ACCIÓN	RIESGO	CONTEO SI	%	CONTEO NO	%	CONSENSO > 2/3
1	Ajustar la descripción del riesgo.	A.1.2.	10	100%	0	0%	SI
2	Eliminar el riesgo	A.1.3.	9	90%	1	10%	SI
3	Ajustar la redacción del riesgo.	A.1.5.	7	70%	3	30%	SI
4	Eliminar el riesgo	A.2.3.	9	90%	1	10%	SI
5	Ajustar la redacción del riesgo.	A.2.5.	10	100%	0	0%	SI
6	Eliminar el riesgo	A.2.8.	10	100%	0	0%	SI
7	Eliminar el riesgo	A.3.3.	9	90%	1	10%	SI
8	Ajustar la redacción del riesgo.	A.3.4.	9	90%	1	10%	SI
9	Unificar los riesgos	A.5.4. A.5.5. A.5.6.	10	100%	0	0%	SI
10	Ajustar la redacción del riesgo.	A.5.8.	9	90%	1	10%	SI
11	Ajustar la redacción del riesgo.	A.5.10.	10	100%	0	0%	SI
12	Eliminar el riesgo	A.6.1.9.	10	100%	0	0%	SI
13	Unificar los riesgos	A.6.1.11. A.6.1.12. A.6.1.13.	10	100%	0	0%	SI
14	Unificar los riesgos	A.6.2.3. A.6.2.4.	7	70%	3	30%	SI
15	Ajustar la redacción del riesgo.	A.6.2.10	8	80%	2	20%	SI
16	Unificar los riesgos	A.6.2.11. A.6.2.12.	10	100%	0	0%	SI
17	Unificar los riesgos	A.6.2.14. A.6.2.15. A.6.2.16.	9	90%	1	10%	SI
18	Eliminar el riesgo	A.6.2.17.	10	100%	0	0%	SI
19	Unificar los riesgos	A.6.3.1. A.6.3.2. A.6.3.3. A.6.3.4.	10	100%	0	0%	SI
20	Ajustar la redacción del riesgo.	A.6.3.5.	10	100%	0	0%	SI
21	Ajustar la redacción del riesgo.	A.6.3.7.	8	80%	2	20%	SI
22	Ajustar la redacción del riesgo.	A.6.4.9.	10	100%	0	0%	SI
23	Cambiar la categoría del riesgo	A.6.5.8.	9	90%	1	10%	SI
24	Ajustar la redacción del riesgo.	A.6.5.9.	10	100%	0	0%	SI
25	Ajustar la redacción del riesgo.	A.6.5.12.	10	100%	0	0%	SI
26	Ajustar la redacción del riesgo.	A.6.5.15.	10	100%	0	0%	SI
27	Unificar los riesgos	A.6.5.10. A.6.5.16. A.6.5.17. A.6.5.18.	10	100%	0	0%	SI
28	Ajustar la redacción del riesgo.	A.6.6.8.	10	100%	0	0%	SI
29	Ajustar la redacción del riesgo.	A.7.5.	10	100%	0	0%	SI
30	Ajustar la redacción del riesgo.	B.4.	10	100%	0	0%	SI

Tabla 26 Resumen de resultados – Ronda 2

### **5.2.3. Lista de riesgos definitiva.**

Inicialmente se presentaron 172 riesgos para evaluación, de los cuales después de dos rondas de validación por un grupo de expertos multidisciplinario quedó reducida a 152. Se eliminaron o unificaron 20 riesgos en total.

Las categorías se mantuvieron sin modificación. La propuesta inicial de cuatro (4) categorías se mantiene como en la propuesta. En la categoría A - riesgos previsibles fueron identificados 100 riesgos, las subcategorías de operación y mantenimiento tienen 11 y 13 riesgos aproximadamente. Las subcategoría con más riesgos es la de compras y subcontratos.

El riesgo previsible quedó con 5 riesgos. La categoría de régimen de garantías con 10 riesgos y por último, la categoría de malas prácticas quedó con 5 riesgos. La lista de riesgos total se relaciona en el anexo 05. Esta lista de riesgos es la misma que se empleó para la siguiente etapa de evaluación de riesgos.

## 6 Evaluación del riesgo

### 6.1. Evaluación de Matriz

La evaluación de la matriz se realizó de manera anónima por los profesionales para garantizar su participación y apoyo sin transgredir las obligaciones propias con sus empresas contratantes. Se contactaron 14 profesionales como se estableció en la metodología. Tras haber confirmado su interés de participar se procedió a enviar la matriz por correo electrónico. El correo contenía una relatoría de la investigación junto con un archivo Excel. El archivo incluía las instrucciones de valoración de riesgos, los criterios a tener en cuenta durante la valoración y la matriz con los 152 riesgos a evaluar (Tabla 28).

ITEM	RIESGO	PROBABILIDAD					IMPACTO					P * I	VELOCIDAD				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		5	4	3	2	1
		Frecuente	Probable	Posible	Improbable	Raro	Extremo	Mayor	Moderado	Menor	Incidental		Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
<b>A</b>	<b>RIESGO PREVISIBLE</b>																
<b>A.1</b>	<b>RIESGOS ECONOMICOS</b> "Aquellos que se derivan del comportamiento del mercado, tales como la fluctuación de los precios de los insumos, desabastecimiento y especulación de los mismos."																
	Ejemplo: Incremento Valor Cemento	X							X			15				X	

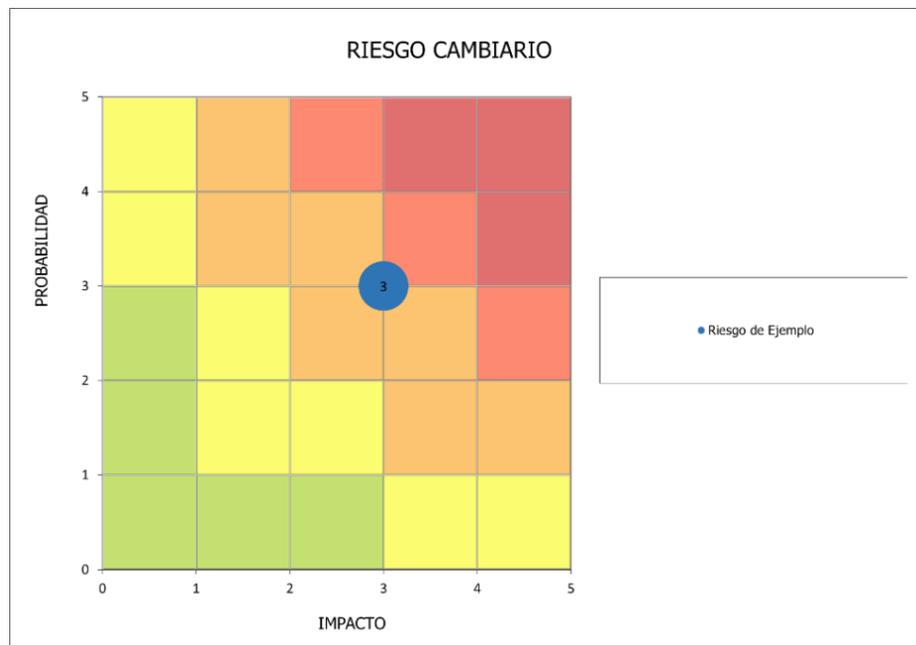
Tabla 27 Matriz Probabilidad – Impacto (Extracto) – creación propia

Posterior a la tabulación de las respuestas, la cual se realizó en Excel, se continuó con el análisis. Para asegurar el anonimato de los evaluadores se realizó el análisis de resultados con los promedios de las respuestas para cada riesgo y criterio. En ningún análisis se presenta una evaluación individual de los resultados obtenidos.

## 6.2. Análisis de Resultados

Para realizar el análisis de resultados se creó una matriz de impacto probabilidad en excel. Se tomó la matriz de impacto propuesta en la Tabla 10 como modelo para el análisis. Es de aclarar que este modelo y sus magnitudes pueden variar entre organizaciones. El modelaje presentado es propuesto por el autor con el fin académico únicamente.

Los valores de evaluación de los riesgos obtenidos se encuentran en el Anexo 06 para mayor profundización de los casos específicos por parte del lector.



*Figura 7 Ejemplo de ubicación de riesgos en matriz gráfica. (Creación propia)*

El análisis de los resultados se realizó de manera global en un principio. En una matriz consolidada se presentan los 152 riesgos para identificar la tendencia en el sector. Los resultados se graficaron ubicando los riesgos en una matriz de colores. El impacto y probabilidad

representan las coordenadas x;y y la velocidad es representada como el diámetro de cada círculo como se muestra en el ejemplo (Figura 07). En un contexto general de los riesgos se observa que el 100% de estos recibieron una calificación superior a 2 en los criterios de impacto y probabilidad. Los puntajes de 0 a 1,99 no recibieron ninguna calificación por parte de los evaluadores (Figura 08).

En la Figura 08 se observa claramente la tendencia de las calificaciones. A excepción de un pequeño grupo que se ubica en los de riesgo alto, los riesgos tienden a estar en la franja media-alto y media.

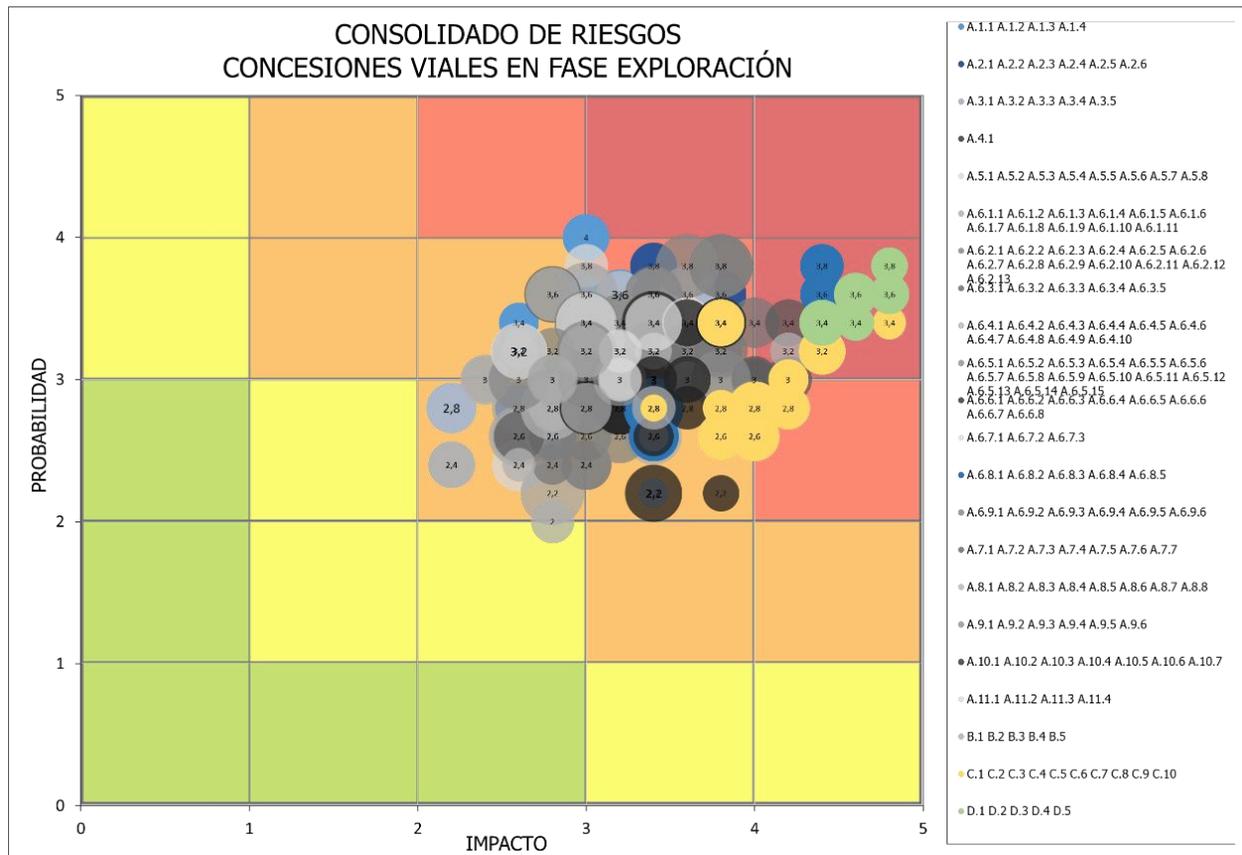


Figura 8 Matriz Probabilidad/Impacto Consolidada. (Creación propia)

Los riesgos fueron ingresados y analizados apoyados en la herramienta IBM SPSS Statistics. Se realizaron revisiones empleando herramientas descriptivas. El resumen de los resultados se encuentra en la tabla 29. De igual manera, para mayor aclaración y pragmatismo en el anexo 07 se encuentran las matrices de Impacto / Probabilidad / Velocidad para todas las categorías estudiadas.

**Estadísticos**

		Probabilidad	Impacto	PI	Velocidad
N	Válido	152	152	152	152
	Perdidos	0	0	0	0
Media		3,0684	3,3303	10,2989	2,9510
Desviación estándar		,40533	,56158	2,55858	,47464
Mínimo		2,00	2,20	5,28	1,60
Máximo		4,00	4,80	18,24	3,80
Percentiles	25	2,8000	3,0000	8,4000	2,6000
	50	3,0000	3,2000	10,2000	3,0000
	75	3,4000	3,7500	11,9400	3,2000

*Tabla 28 Datos estadísticos del conjunto de riesgos (Creación propia - SPSS Statistics)*

Se observa que la media del grupo, del criterio de probabilidad, se ubica en 3,07. Así mismo la media del criterio de impacto se ubica en 3,33. Por su parte la velocidad presenta una media de 2,95. El criterio de Probabilidad x Impacto muestra una media de 10,30, muy acorde a lo mostrado en la figura 08.

Al momento de revisar los percentiles de los tres criterios se observa una tendencia persistente al punto medio de la escala (3). Sobresale ligeramente el criterio de impacto sobre los otros dos. Para profundizar en el asunto se presenta a continuación un análisis por criterio.

### 6.2.1. Análisis de Probabilidad.

En la tabla 30 se muestra la frecuencia de cada evento. Se observa que en termino de los criterios establecidos solo uno de los riesgos tiene una probabilidad “improbable” es decir que el evento se presente con una frecuencia de 10 a 20 años. Por su parte la probabilidad “posible” obtuvo 81 riesgos, con una frecuencia de 5 a 10 años y por último, la calificación de probable obtuvo 70 riesgos, con una frecuencia de 1 a 5 años.

En resumen se espera que un 99.3% de los riesgos sucedan en un periodo de 10 años. De estos 46.01% de los riesgos se manifiesten en un máximo de 5 años. Considerando que la vida media de una concesión vial es de 20 años, se espera que la totalidad de los riesgos se manifiesten al menos 1 vez durante su ejecución.

Rango	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	1	0,7	0,7	0,7
2,2	4	2,6	2,6	3,3
2,4	8	5,3	5,3	8,6
2,6	15	9,9	9,9	18,4
2,8	23	15,1	15,1	33,6
3	31	20,4	20,4	53,9
3,2	22	14,5	14,5	68,4
3,4	25	16,4	16,4	84,9
3,6	15	9,9	9,9	94,7
3,8	7	4,6	4,6	99,3
4	1	0,7	0,7	100
Total	152	100	100	

Tabla 29 Tabla de frecuencias Probabilidad

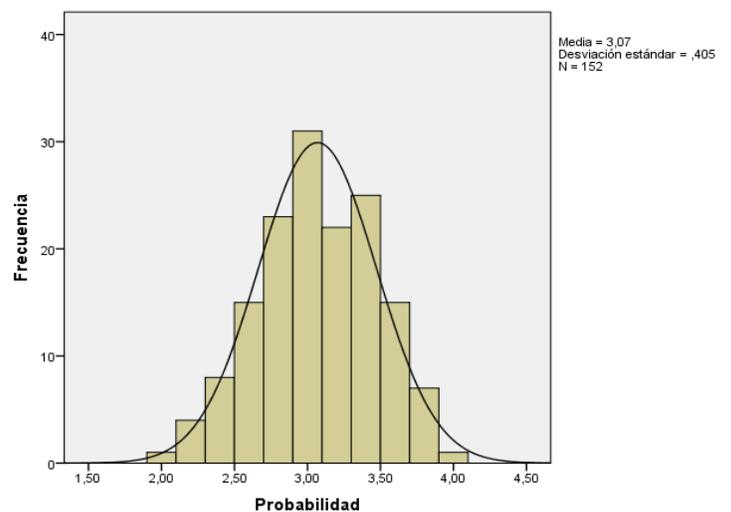


Figura 9 Histograma Probabilidad Frecuencia

En el histograma de la Figura 09 se muestra la predominancia de la calificación de 3 en los riesgos. La desviación muestra que un 68% de los riesgos fueron evaluados entre 3.47 y 2.66. En otras palabras, el 68% de los riesgos se ubicaron en los rangos de Probable y Posible. Los riesgos que obtuvieron la clasificación más alta de probabilidad (sobre el cuartil 3 o  $> 75\%$ ) se resumen en la tabla 31. A partir del análisis se puede evidenciar que las categorías A.1 Riesgo Económico, A.2. Riesgo de Diseño, A.5. Riesgo Social/Político y D. Riesgo por malas prácticas resaltan de entre las demás.

Posiblemente el aumento de probabilidad en estas 4 categorías se debe a la naturaleza de los riesgos. Una economía en constante cambio como la colombiana puede generar mayor variación en los costos directos e indirectos. Por su parte, los problemas en los diseños suele ser un tema recurrente los proyectos de construcción debido a ajustes, cambios, aprobaciones y demás, esto lleva a los evaluadores a subir la probabilidad de que estos eventos sucedan. Los eventos sociales y políticos no son ajenos a la actualidad de Colombia, considerando el conflicto interno del país ya que existe un alto grado de probabilidad en el que suceda un acto bélico, casos de vandalismo o terrorismo es alta.

Por ultimo las malas prácticas que se han presentado en el país, junto con hechos de corrupción y demás actos indebidos que fueron comentadas en los medios durante la investigación, repercuten en la elevada calificación en la frecuencia. Así mismo, estos valores en la categoría muestran la poca confianza en las buenas prácticas que existe en el sector.

ITEM	RIESGO	PROBABILIDAD
<b>A</b>	<b>RIESGO PREVISIBLE</b>	
<b>A.1</b>	<b>RIESGOS ECONOMICOS</b>	
A.1.1	Variación de los precios de los Costos Directos en comparación con la estimación inicial	3,6
A.1.2	Variación de los precios de los Costos Indirectos en comparación con la estimación inicial	4
A.1.3	No lograr el valor residual de los equipos comprados al venderlos.	3,6
<b>A.2</b>	<b>RIESGO DE DISEÑOS</b>	
A.2.1	Demora en la entrega de diseños finales y especificaciones de mantenimiento por parte del Constructor.	3,8
A.2.2	Errores o modificaciones en los diseños de Finales y especificaciones de operación y/o mantenimiento.	3,6
A.2.5	Aprobación tardía de rediseños por parte del Cliente, agencias externas o Interventoría	3,6
<b>A.3</b>	<b>RIESGO COMERCIAL</b>	
A.3.1	Variación de las proyecciones de tráfico	3,6
<b>A.4</b>	<b>RIESGO CAMBIARIO</b>	
A.4.1	Variación del peso frente a otras monedas	3,6
<b>A.5</b>	<b>RIESGOS SOCIALES / POLITICOS</b>	
A.5.1	De ocurrencia de cualquier acto bélico declarado o no, invasión, conflicto armado o acto de enemigo extranjero, bloqueo o embargo, que obligue a paralizar operación de la vía o la ejecución del Contrato. (Pueden ocurrir en Colombia o en el país de origen del Concesionario).	3,6
A.5.2	De ocurrencia de golpe de Estado, revolución, motín, asonada, vandalismo, conspiración, insurrección, disturbio civil, acto de terrorismo, acto de guerrilla o sabotaje, que obligue a paralizar la operación de la vía o la ejecución del Contrato. (Pueden ocurrir en Colombia o en el país de origen del Concesionario).	3,6
A.5.5	Manifestaciones sociales de los habitantes de las áreas urbanas a lo largo de la carretera	3,8
<b>A.6</b>	<b>RIESGOS OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	
<b>A.6.1</b>	<b>PROCESO - OPERACIÓN</b>	
A.6.1.5	Accidentes de tráfico de terceros que afecten la operación	3,6
<b>A.6.2</b>	<b>PROCESO MANTENIMIENTO</b>	
A.6.2.4	Incremento en el consumo de materiales de mantenimiento.	3,6
<b>A.6.3</b>	<b>PROCESO - SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>	
A.6.3.1	Accidentes de trabajo de personal propio o de los contratistas.	3,8
A.6.3.4	Ausentismo por enfermedades laborales o enfermedades regionales	3,6
<b>A.6.4</b>	<b>PROCESO - RECURSO HUMANO</b>	
A.6.4.10	Carga de trabajo superior a las esperadas	3,6
<b>A.6.8</b>	<b>PROCESO CONTRACTUAL - CLIENTE - SOCIOS</b>	
A.6.8.4	Retraso en la liquidación del contrato	3,8
A.6.8.5	Cambios de objetivos de los socios	3,6
<b>A.9</b>	<b>RIESGOS DE LA NATURALEZA</b>	
A.9.1	Inundaciones y crecientes que afecten la operación	3,8
A.9.2	Deslizamientos de tierra sobre algún tramo del proyecto que afecten la operación	3,8
<b>D</b>	<b>RIESGOS POR MALAS PRACTICAS</b>	
D.2	Apertura de procesos disciplinarios por obtención indebida del contrato	3,8
D.3	Expulsión de empresas extranjeras por obtención indebida del contrato	3,6
D.4	Cesión obligada del contrato de alguna de los socios por malas practicas de contratación	3,6

Tabla 30 Lista de riesgos – 25% de riesgos más altos en probabilidad

### **6.2.2 Análisis de Impacto.**

En la tabla 32 se muestra la frecuencia de los riesgos en relación a su criterio de impacto. El evaluador analiza las 5 dimensiones del criterio para emitir su valor, por tanto es importante contextualizar cada resultado dentro de las 5 dimensiones posibles.

Del total de riesgos quince se valoraron dentro del rango de impacto extremo (9,9%). Por tanto la materialización de este tipo de riesgos podría representar pérdidas financieras superiores al 30% del contrato, multas importantes y procesos judiciales, incluso la muerte de colaboradores.

El restante 90.1% de los riesgos se valoraron con un impacto mayor (4) o moderado (3). El 53.9% (82 riesgos) de los riesgos se evaluaron en un impacto moderado, con pérdidas entre el 5 y el 15% de los riesgos, cobertura de medios locales, posible procesos por incumplimiento y daño ambiental. El restante 36.2% (55 riesgos) se ubica en el margen de impacto mayor. Posibles pérdidas financieras de entre el 15% y el 30%, cobertura de medios nacionales, multas, reparación ambiental importante, incluso daño a las instalaciones y al personal.



Rango	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2,20	4	2,6	2,6	2,6
2,40	2	1,3	1,3	3,9
2,60	13	8,6	8,6	12,5
2,80	15	9,9	9,9	22,4
3,00	21	13,8	13,8	36,2
3,20	22	14,5	14,5	50,7
3,40	27	17,8	17,8	68,4
3,60	10	6,6	6,6	75,0
3,80	15	9,9	9,9	84,9
4,00	8	5,3	5,3	90,1
4,20	5	3,3	3,3	93,4
4,40	5	3,3	3,3	96,7
4,60	2	1,3	1,3	98,0
4,80	3	2,0	2,0	100,0
Total	152	100	100	

Tabla 31 Tabla de frecuencias Impacto

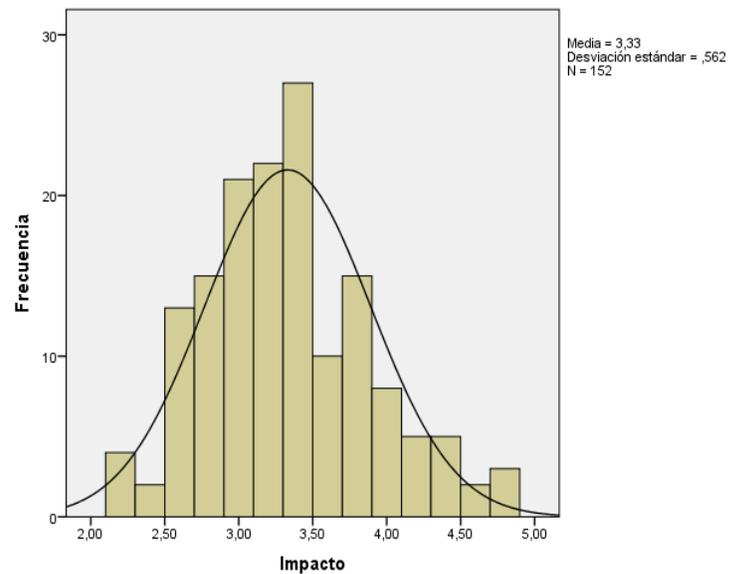


Figura 10 Histograma Impacto Frecuencia

Estos resultados muestran que cualquiera de los riesgos que se materialicen podrían impactar financieramente a la concesión con un mínimo del 5% del valor del contrato. Afectar su imagen y reputación como empresa, así como afectar el medio ambiente y el clima laboral. En el histograma de la Figura 10 se muestra la predominancia de la calificación de 3,33 en los riesgos. Un poco superior a la media encontrada en la probabilidad. La desviación muestra que un 68% de los riesgos fueron evaluados entre 2,77 y 3,89. En otras palabras, el 68% de los riesgos se ubicaron en los rangos de Mayor y Moderado.

Los riesgos que obtuvieron la clasificación más alta de impacto (sobre el cuartil 3 o > 75%) se resumen en la tabla 34. A partir del análisis se puede evidenciar que las categorías A.1 Riesgo O&M – Proceso contabilidad y tesorería, A.7. Riesgo Financiero, C. Riesgo del régimen de garantías y D. Riesgo por malas prácticas resaltan de entre las demás.



Los impactos valorados con la mayor calificación fueron los mostrados en la tabla 33. Como es de esperar una terminación anticipada del contrato por cualquier circunstancia representaría pérdidas para la empresa no solamente en el contrato de concesión sino con las posibles consecuencias jurídicas de dicha terminación.

ITEM	RIESGO	IMPACTO
C.1	Terminación anticipada del contrato bajo cualquier circunstancia	4,8
D.2	Apertura de procesos disciplinarios por obtención indebida del contrato	4,8
D.3	Expulsión de empresas extranjeras por obtención indebida del contrato	4,8

*Tabla 32 Lista de riesgos con mayor impacto*

Por lo tanto, este análisis permite una conclusión incipiente, que la apertura de procesos disciplinarios o la expulsión de la empresa por prácticas indebidas representan uno de los mayores impactos que podría tener la empresa. Las consecuencias jurídicas y multas ocasionadas por la obtención indebida del contrato podrían representar una pérdida de mercado y cuantiosas pérdidas financieras.

### **6.2.3. Análisis de Velocidad (mayor y menor).**

En la tabla 35 se muestra la frecuencia de los riesgos en relación a su criterio de velocidad. En este caso el criterio establece franjas de tiempo que van desde un momento instantáneo, hasta muchos años en el futuro, para que se materialicen las consecuencias.



ITEM	RIESGO	IMPACTO
<b>A</b>	<b>RIESGO PREVISIBLE</b>	
<b>A.2</b>	<b>RIESGO DE DISEÑOS</b>	
A.2.5	Aprobación tardía de rediseños por parte del Cliente, agencias externas o Interventoría	3,8
<b>A.6.3</b>	<b>PROCESO - SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>	
A.6.3.1	Accidentes de trabajo de personal propio o de los contratistas.	3,8
<b>A.6.5</b>	<b>PROCESO - COMPRAS Y SUBCONTRATOS</b>	
A.6.5.15	Quiebra, bancarota, iliquidez de contratistas o proveedores	4
<b>A.6.7</b>	<b>PROCESO - GESTIÓN DOCUMENTAL</b>	
A.6.7.3	Mal manejo y seguridad de la información en general y específicamente de la información confidencial	3,8
<b>A.6.8</b>	<b>PROCESO CONTRACTUAL - CLIENTE - SOCIOS</b>	
A.6.8.3	Atraso en la reversión de la Concesión al cliente	3,8
A.6.8.4	Retraso en la liquidación del contrato	4,4
A.6.8.5	Cambios de objetivos de los socios	4,4
<b>A.6.9</b>	<b>PROCESO CONTABILIDAD Y TESORERIA</b>	
A.6.9.1	Realizar una mala programación de los recursos requeridos para la operación y mantenimiento	3,8
A.6.9.3	Inconvenientes, errores o inoportunidad en la facturación y gestión de las cuentas por cobrar	3,8
A.6.9.5	Fraude o robo en la gestión de cuentas	4
A.6.9.6	Inconvenientes en el proceso de elaboración, revelación y transmisión de información financiera y contable	3,8
<b>A.7</b>	<b>RIESGOS FINANCIEROS</b>	
A.7.1	No lograr el pago de la deudas derivadas de la financiación del proyecto.	4,4
A.7.2	Que la fiducia no permita el correcto pago de los pasivos del proyecto.	3,8
A.7.3	Que el cliente no reciba oportunamente del Estado Colombiano, la disponibilidad presupuestal comprometida	4,2
A.7.4	Cesación de pagos (quiebra) de uno(s) de los Socios.	4
A.7.5	Demora o inexistencia de aportes de capital por uno o varios socios	4
A.7.6	Insuficiencia de recursos para el pago de la interventoría	4
A.7.7	Alteración de las condiciones de financiación y/o costos de la liquidez que resulten en el cambio de las variables del mercado o condiciones del proyecto	4,2
<b>A.8</b>	<b>RIESGOS REGULATORIOS</b>	
A.8.6	De ocurrencia de cambios en cualquier Ley aplicable a la Concesión y/o al Concesionario	4,2
A.8.7	Que el Cliente pretenda limitar o restringir las compensaciones por Restablecimiento del Equilibrio Económico del Contrato.	4

<b>A.9</b>	<b>RIESGOS DE LA NATURALEZA</b>	
A.9.2	Deslizamientos de tierra sobre algún tramo del proyecto que afecten la operación	3,8
A.9.5	Terremoto, temblor, volcanismo, huracanes, ciclones, tormenta tropical	3,8
<b>A.10</b>	<b>RIESGOS AMBIENTALES</b>	
A.10.1	Atraso en obtener, renovar o modificar las Licencias Ambientales o mineras	3,8
A.10.6	Explotación ilícita de fuentes de materiales por parte de la empresa o terceros	3,8
<b>C</b>	<b>RIESGOS DEL REGIMEN DE GARANTIAS</b>	
C.1	Terminación anticipada del contrato bajo cualquier circunstancia	4,8
C.3	Conflicto de intereses entre los socios del concesionario	3,8
C.4	Que el valor acumulado de las multas por incumplimiento alcance valores desproporcionados.	3,8
C.5	Que en caso de Caducidad del Contrato, el Cliente también aplique al Concesionario la penal pecuniaria como sanción.	4,4
C.6	Que el monto de eventuales demandas del Cliente por perjuicios, en caso de Caducidad del Contrato, supere el valor de la pena pecuniaria.	4,2
C.7	Recibir indemnizaciones parciales en caso de terminación del Contrato por incumplimiento del Concesionario, incumplimiento del Cliente, terminación unilateral o por fuerza mayor.	4,2
C.8	Incumplimiento en la constitución y renovación oportuna de las Garantías y Pólizas de Seguros contractuales.	3,8
C.9	No entregar oportunamente la actualización de las Garantías contractuales.	4
C.10	Variación en el valor anual de las Garantías y de las Pólizas de Seguros.	4
<b>D</b>	<b>RIESGOS POR MALAS PRACTICAS</b>	
D.1	Terminación del contrato por obtención indebida del contrato	4,6
D.2	Apertura de procesos disciplinarios por obtención indebida del contrato	4,8
D.3	Expulsión de empresas extranjeras por obtención indebida del contrato	4,8
D.4	Cesión obligada del contrato de alguna de los socios por malas practicas de contratación	4,6
D.5	Delitos contra la administración publica	4,4

*Tabla 33 Lista de riesgos – 25% de riesgos más altos en impacto*

Los riesgos se valoraron en tres rangos. El primer rango tiene 6 riesgos (3.9%) en el nivel bajo de velocidad, lo que representa varios meses para que las consecuencias se materialice. Ochenta y ocho riesgos (57.9%) quedaron en la categoría media, con una velocidad de pocos meses. Por su parte, los restante cincuenta y ocho riesgos (38.2%) quedaron en el rango alto, con una materialización de consecuencias de solo semanas.

Rango	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1,60	1	0,7	0,7	0,7
1,80	2	1,3	1,3	2,0
2,00	3	2,0	2,0	3,9
2,20	9	5,9	5,9	9,9
2,40	10	6,6	6,6	16,4
2,60	18	11,8	11,8	28,3
2,75	1	0,7	0,7	28,9
2,80	24	15,8	15,8	44,7
3,00	26	17,1	17,1	61,8
3,20	22	14,5	14,5	76,3
3,40	14	9,2	9,2	85,5
3,60	14	9,2	9,2	94,7
3,80	8	5,3	5,3	100,0
Total	152	100	100	

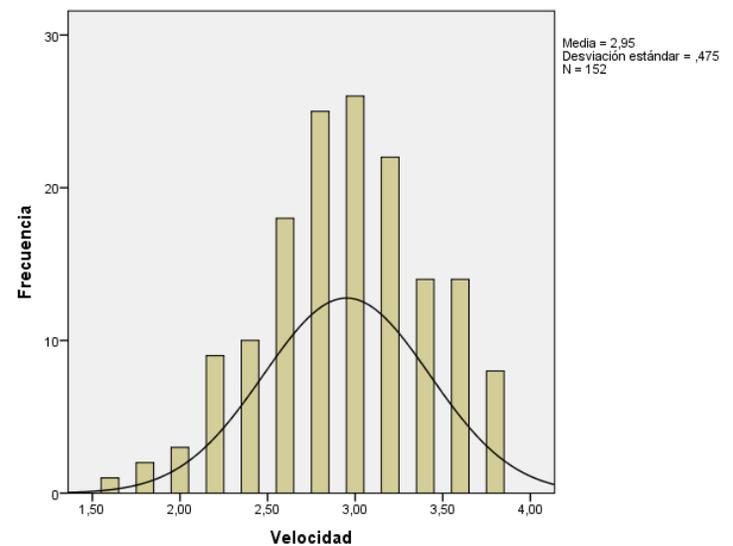


Tabla 34 Tabla de frecuencias Velocidad

Figura 11 Histograma Velocidad Frecuencia

En el histograma de la Figura 11 se muestra la predominancia de la calificación de 2,95 en los riesgos. Un poco inferior a las medias de la probabilidad y el impacto. La desviación muestra que un 68% de los riesgos fueron evaluados entre 2,47 y 3,42. En otras palabras, el 68% de los riesgos se ubicaron en los rangos de Alto y Medio.



ITEM	RIESGO	VELOCIDAD
<b>A.5</b>	<b>RIESGOS SOCIALES / POLITICOS</b>	
A.5.2	De ocurrencia de golpe de Estado, revolución, motín, asonada, vandalismo, conspiración, insurrección, disturbio civil, acto de terrorismo, acto de guerrilla o sabotaje, que obligue a paralizar la operación de la vía o la ejecución del Contrato. (Pueden ocurrir en Colombia o en el país de origen del Concesionario).	3,4
<b>A.6</b>	<b>RIESGOS OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	
<b>A.6.1</b>	<b>PROCESO - OPERACIÓN</b>	
A.6.1.3	Incumplimiento en la atención de accidentes en la vía	3,8
A.6.1.5	Accidentes de tráfico de terceros que afecten la operación	3,8
A.6.1.7	Robos de equipos, vehículos, ITSs, oficinas, entre otros.	3,6
A.6.1.9	Fallas en documentación legal para operar los equipos	3,6
<b>A.6.2</b>	<b>PROCESO MANTENIMIENTO</b>	
A.6.2.1	Incumplimiento de los indicadores de mantenimiento	3,4
A.6.2.2	Incumplimiento de las obligaciones de mantenimiento	3,6
A.6.2.4	Incremento en el consumo de materiales de mantenimiento.	3,4
<b>A.6.3</b>	<b>PROCESO - SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>	
A.6.3.1	Accidentes de trabajo de personal propio o de los contratistas.	3,8
A.6.3.2	Incumplimiento a normas de seguridad vial nacionales y/o locales por parte del personal propio o del contratistas	3,6
A.6.3.3	No aplicar adecuadamente las políticas SST en el proyecto.	3,6
A.6.3.4	Ausentismo por enfermedades laborales o enfermedades regionales	3,4
<b>A.6.4</b>	<b>PROCESO - RECURSO HUMANO</b>	
A.6.4.6	Retrasos, errores y fraude en pago de nominas, parafiscales, seguridad social y demás de personal propio o de contratistas	3,4
A.6.4.7	Incumplimiento en los límites de ley en horas extra laboradas	3,4
A.6.4.8	Disputas laborales con personal propio o de terceros.	3,8
<b>A.6.5</b>	<b>PROCESO - COMPRAS Y SUBCONTRATOS</b>	
A.6.5.1	Creación de terceros con características inapropiadas, falta de idoneidad y/o que no cumplan con los requisitos de contratación y verificación de riesgos LAFT	3,6
A.6.5.7	Inicio de la ejecución y operación por parte del contratista antes de la legalización de los contratos	3,8
A.6.5.10	Inconvenientes en el seguimiento a la ejecución de los contratistas e incumplimiento en sus obligaciones: Contractuales, laborales, ambientales y de seguridad.	3,4
A.6.5.11	Inoportunidad y errores en la realización de las evaluaciones de desempeño de los contratistas	3,6
A.6.5.12	Realización de adiciones y prórrogas no documentadas de los contratos	3,6
A.6.5.13	Inconvenientes, inoportunidad y/o indebida liquidación final de los contratos	3,4



<b>A.6.6</b>	<b>PROCESO - CALIDAD</b>	
A.6.6.1	Sistema Integrado de Gestión incompleto o inadecuado para el proyecto	3,6
A.6.6.4	Inoportunidad en la identificación, evaluación y establecimiento de controles para la gestión de riesgo	3,4
A.6.6.5	Difusión incompleta o inoportuna y seguimiento inoportuno de las principales características y matriz de riesgos del contrato	3,6
A.6.6.7	Violación de patentes	3,4
A.6.6.8	Retraso en la ejecución de los procesos por exceso de requisitos administrativos (burocracia)	3,8
<b>A.6.7</b>	<b>PROCESO - GESTIÓN DOCUMENTAL</b>	
A.6.7.1	Inconvenientes e inoportunidad en la gestión de la recepción y envío de documentos y falta de respuesta oportuna de los responsables	3,6
A.6.7.3	Mal manejo y seguridad de la información en general y específicamente de la información confidencial	3,4
<b>A.6.8</b>	<b>PROCESO CONTRACTUAL - CLIENTE - SOCIOS</b>	
A.6.8.1	Inconvenientes en la entrega de la información crítica para el Cliente	3,6
<b>A.6.9</b>	<b>PROCESO CONTABILIDAD Y TESORERIA</b>	
A.6.9.4	Inconvenientes, errores o inoportunidad en la facturación y gestión de las cuentas por pagar	3,4
<b>A.9</b>	<b>RIESGOS DE LA NATURALEZA</b>	
A.9.1	Inundaciones y crecientes que afecten la operación	3,8
A.9.2	Deslizamientos de tierra sobre algún tramo del proyecto que afecten la operación	3,8
A.9.4	Afectación de trabajos de mantenimiento debido a clima extremo	3,6
A.9.5	Terremoto, temblor, volcanismo, huracanes, ciclones, tormenta tropical	3,6
<b>A.11</b>	<b>RIESGOS TECNOLÓGICOS</b>	
A.11.3	Perdida de conectividad de los Peajes e ITSs con el CCO o la oficina central	3,4
A.11.4	Baja conectividad o incomunicación con el personal en vía	3,4

*Tabla 35 Lista de riesgos – 25% de riesgos más altos en velocidad*



Los riesgos que obtuvieron la clasificación más alta de impacto (sobre el cuartil 3 o > 75%) se resumen en la tabla 36. A partir del análisis se puede evidenciar que la categoría A.6.5. Riesgo O&M Proceso Compras y Subcontratos es la categoría que tiene más riesgos de alta velocidad. Esto causado por la naturaleza del negocio de abastecimiento el cual se desarrolla en el día a día de la organización, en caso que cualquier riesgo se materialice las consecuencias serían sentidas muy rápidamente.

ITEM	RIESGO	VELOCIDAD
A.6.1.3	Incumplimiento en la atención de accidentes en la vía	3,8
A.6.1.5	Accidentes de tráfico de terceros que afecten la operación	3,8
A.6.3.1	Accidentes de trabajo de personal propio o de los contratistas.	3,8
A.6.4.8	Disputas laborales con personal propio o de terceros.	3,8
A.6.5.7	Inicio de la ejecución y operación por parte del contratista antes de la legalización de los contratos	3,8
A.6.6.8	Retraso en la ejecución de los procesos por exceso de requisitos administrativos (burocracia)	3,8
A.9.1	Inundaciones y crecientes que afecten la operación	3,8
A.9.2	Deslizamientos de tierra sobre algún tramo del proyecto que afecten la operación	3,8

*Tabla 36 Lista de riesgos – Riesgos con calificación de velocidad más alta*

En la tabla 37 se muestran los riesgos de mayor valor en velocidad. Sobresalen los riesgos de accidente en la vía y los accidentes de tráfico causado por la velocidad en que una fatalidad o multa se pueda manifestar. Los desastres naturales también reciben una velocidad alta debido a que las consecuencia de este tipo de desastres pueden manifestarse muy rápidamente una vez se materializa el riesgo. Las disputas laborales tienen una calificación alta. Considerando las consecuencias de este riesgo (demandas, pérdida de imagen, perdida de recurso imagen) se considera que fue valorado en promedio, pues una renuncia puede ser inmediata sin embargo una demanda tomaría algunos años en materializarse.

### 6.2.4. Análisis de Impacto x Probabilidad.

Para completar el análisis es necesario multiplicar el impacto por la probabilidad para dimensionar la magnitud de cada riesgo. Esta operación permite al evaluador encontrar los riesgos más importantes considerando su magnitud.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
5,28	3	2,0	2,0	2,0
5,60	1	0,7	0,7	2,6
6,16	2	1,3	1,3	3,9
6,24	2	1,3	1,3	5,3
6,72	1	0,7	0,7	5,9
6,76	3	2,0	2,0	7,9
7,20	4	2,6	2,6	10,5
7,28	5	3,3	3,3	13,8
7,48	2	1,3	1,3	15,1
7,80	2	1,3	1,3	16,4
7,84	3	2,0	2,0	18,4
8,32	5	3,3	3,3	21,7
8,36	1	0,7	0,7	22,4
8,40	6	3,9	3,9	26,3
8,84	5	3,3	3,3	29,6
8,96	5	3,3	3,3	32,9
9,00	5	3,3	3,3	36,2
9,52	5	3,3	3,3	39,5
9,60	8	5,3	5,3	44,7
9,88	1	0,7	0,7	45,4
10,08	3	2,0	2,0	47,4
10,20	8	5,3	5,3	52,6
10,24	6	3,9	3,9	56,6
10,40	2	1,3	1,3	57,9
10,64	1	0,7	0,7	58,6
10,80	5	3,3	3,3	61,8
10,88	6	3,9	3,9	65,8
11,20	2	1,3	1,3	67,1
11,40	3	2,0	2,0	69,1
11,52	4	2,6	2,6	71,7
11,56	4	2,6	2,6	74,3
11,76	1	0,7	0,7	75,0
12,00	4	2,6	2,6	77,6
12,16	2	1,3	1,3	78,9
12,24	6	3,9	3,9	82,9
12,60	2	1,3	1,3	84,2
12,92	6	3,9	3,9	88,2

12,96	1	0,7	0,7	88,8
13,44	1	0,7	0,7	89,5
13,60	1	0,7	0,7	90,1
13,68	2	1,3	1,3	91,4
14,08	1	0,7	0,7	92,1
14,28	1	0,7	0,7	92,8
14,44	2	1,3	1,3	94,1
14,96	2	1,3	1,3	95,4
15,64	1	0,7	0,7	96,1
15,84	1	0,7	0,7	96,7
16,32	1	0,7	0,7	97,4
16,56	1	0,7	0,7	98,0
16,72	1	0,7	0,7	98,7
17,28	1	0,7	0,7	99,3
18,24	1	0,7	0,7	100,0
Total	152	100	100	

Tabla 37 Tabla de frecuencias Probabilidad

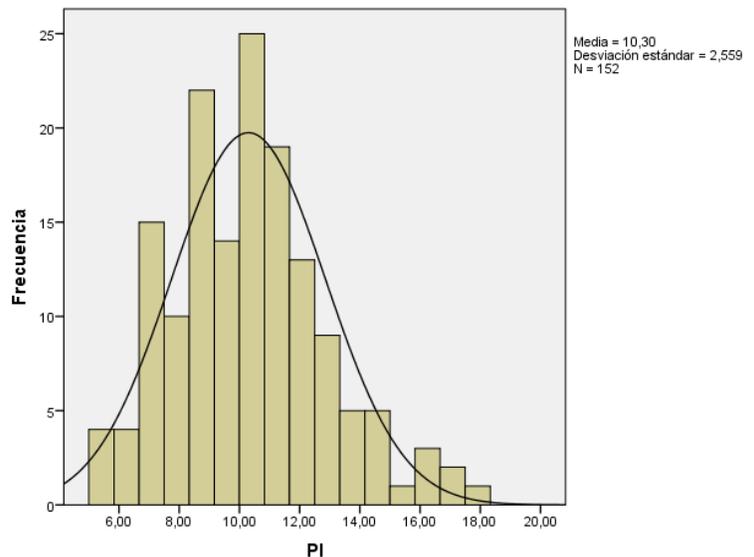


Figura 12 Histograma Probabilidad Frecuencia

En la tabla 38 y la figura 12 se presentan la frecuencia de valoraciones y el histograma de Impacto x probabilidad. El valor máximo que pueden alcanzar los datos es 25 (5 probabilidad x 5 impacto). En la gráfica se observa una media de 10,30 y una tendencia de los valores hacia el rango inferior de la mitad aritmética posible (12,5). No se recibieron calificaciones de los riesgos por encima del 20 en su P x I. Así como no se cuentan con valores inferiores a 5. Estos resultados ubican a la mayoría de resultados muy cerca del centro de la matriz.

El tercer cuartil (75%) se ubica en el 11,95%. Treinta y ocho riesgos se encuentran por encima de este valor. A continuación se presenta la tabla 39 con el listado de riesgos y su posterior análisis. A razón de la tendencia media de la valoración de la velocidad, el criterio no será tenido en cuenta para el análisis.

ITEM	RIESGO	P * I
<b>A</b>	<b>RIESGO PREVISIBLE</b>	
<b>A.1</b>	<b>RIESGOS ECONOMICOS</b>	
A.1.2	Variación de los precios de los Costos Indirectos en comparación con la estimación inicial	12
<b>A.2</b>	<b>RIESGO DE DISEÑOS</b>	
A.2.1	Demora en la entrega de diseños finales y especificaciones de mantenimiento por parte del Constructor.	12,92
A.2.2	Errores o modificaciones en los diseños de Finales y especificaciones de operación y/o mantenimiento.	12,24
A.2.5	Aprobación tardía de rediseños por parte del Cliente, agencias externas o Interventoría	13,68
<b>A.4</b>	<b>RIESGO CAMBIARIO</b>	
A.4.1	Variación del peso frente a otras monedas	12,24
<b>A.5</b>	<b>RIESGOS SOCIALES / POLITICOS</b>	
A.5.1	De ocurrencia de cualquier acto bélico declarado o no, invasión, conflicto armado o acto de enemigo extranjero, bloqueo o embargo, que obligue a paralizar operación de la vía o la ejecución del Contrato. (Pueden ocurrir en Colombia o en el país de origen del Concesionario).	12,24
A.5.2	De ocurrencia de golpe de Estado, revolución, motín, asonada, vandalismo, conspiración, insurrección, disturbio civil, acto de terrorismo, acto de guerrilla o sabotaje, que obligue a paralizar la operación de la vía o la ejecución del Contrato. (Pueden ocurrir en Colombia o en el país de origen del Concesionario).	12,96
<b>A.6.2</b>	<b>PROCESO MANTENIMIENTO</b>	
A.6.2.4	Incremento en el consumo de materiales de mantenimiento.	12,24
<b>A.6.3</b>	<b>PROCESO - SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>	
A.6.3.1	Accidentes de trabajo de personal propio o de los contratistas.	14,44
<b>A.6.5</b>	<b>PROCESO - COMPRAS Y SUBCONTRATOS</b>	
A.6.5.15	Quiebra, bancarrota, iliquidez de contratistas o proveedores	12
<b>A.6.7</b>	<b>PROCESO - GESTIÓN DOCUMENTAL</b>	
A.6.7.2	Inadecuado control del archivo físico y digital de las áreas. Pérdida de información.	12,24
<b>A.6.8</b>	<b>PROCESO CONTRACTUAL - CLIENTE - SOCIOS</b>	
A.6.8.3	Atraso en la reversión de la Concesión al cliente	12,92
A.6.8.4	Retraso en la liquidación del contrato	16,72
A.6.8.5	Cambios de objetivos de los socios	15,84



c	RIESGO	P * I
<b>A.6.9</b>	<b>PROCESO CONTABILIDAD Y TESORERIA</b>	
A.6.9.1	Realizar una mala programación de los recursos requeridos para la operación y mantenimiento	12,92
A.6.9.3	Inconvenientes, errores o inoportunidad en la facturación y gestión de las cuentas por cobrar	12,16
A.6.9.5	Fraude o robo en la gestión de cuentas	13,6
A.6.9.6	Inconvenientes en el proceso de elaboración, revelación y transmisión de información financiera y contable	12,16
<b>A.7</b>	<b>RIESGOS FINANCIEROS</b>	
A.7.1	No lograr el pago de la deudas derivadas de la financiación del proyecto.	14,96
A.7.2	Que la fiducia no permita el correcto pago de los pasivos del proyecto.	12,92
A.7.3	Que el cliente no reciba oportunamente del Estado Colombiano, la disponibilidad presupuestal comprometida	14,28
A.7.5	Demora o inexistencia de aportes de capital por uno o varios socios	12
A.7.6	Insuficiencia de recursos para el pago de la interventoría	12
A.7.7	Alteración de las condiciones de financiación y/o costos de la liquidez que resulten en el cambio de las variables del mercado o condiciones del proyecto	12,6
<b>A.8</b>	<b>RIESGOS REGULATORIOS</b>	
A.8.6	De ocurrencia de cambios en cualquier Ley aplicable a la Concesión y/o al Concesionario	13,44
<b>A.9</b>	<b>RIESGOS DE LA NATURALEZA</b>	
A.9.1	Inundaciones y crecientes que afecten la operación	13,68
A.9.2	Deslizamientos de tierra sobre algún tramo del proyecto que afecten la operación	14,44
<b>A.10</b>	<b>RIESGOS AMBIENTALES</b>	
A.10.1	Atraso en obtener, renovar o modificar las Licencias Ambientales o mineras	12,92
A.10.2	Incumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas en la Licencia Ambiental o mineras.	12,24
<b>C</b>	<b>RIESGOS DEL REGIMEN DE GARANTIAS</b>	
C.1	Terminación anticipada del contrato bajo cualquier circunstancia	16,32
C.3	Conflicto de intereses entre los socios del concesionario	12,92
C.5	Que en caso de Caducidad del Contrato, el Cliente también aplique al Concesionario la penal pecuniaria como sanción.	14,08
C.6	Que el monto de eventuales demandas del Cliente por perjuicios, en caso de Caducidad del Contrato, supere el valor de la pena pecuniaria.	12,6
<b>D</b>	<b>RIESGOS POR MALAS PRACTICAS</b>	
D.1	Terminación del contrato por obtención indebida del contrato	15,64
D.2	Apertura de procesos disciplinarios por obtención indebida del contrato	18,24
D.3	Expulsión de empresas extranjeras por obtención indebida del contrato	17,28
D.4	Cesión obligada del contrato de alguna de los socios por malas practicas de contratación	16,56
D.5	Delitos contra la administración pública	14,96

Tabla 38 Lista de riesgos – 25% de riesgos más altos en P\*I

Los tres riesgos más altos corresponden a la categoría D. Riesgos por malas prácticas. Estos resultados se encuentran en línea con las calificaciones recibidas en Impacto y Probabilidad analizados anteriormente. Los evaluadores consideraron que la magnitud de los riesgos de las malas prácticas es superior a cualquier otro riesgo considerando las consecuencias que estos



riesgos ocasionarían: Multas, expulsión, procesos sancionatorios, procesos civiles y penales, inhabilitación, entre otros.

Los riesgos previsibles suman 29 de los 38 riesgos mayores. Al ser riesgos previsibles las organizaciones pueden prepararse de mejor manera para su gestión y tratamiento. En los pasos siguientes, que no se desarrollaron en el presente trabajo, queda la posibilidad al evaluador de presentar propuestas y tratamientos para estos riesgos.

Sobre estos resaltan los riesgos A.6.9. Proceso contabilidad y tesorería y el A.7. Riesgo financiero. A lo largo de la práctica común en las empresas a identificar, consideran los procesos que involucran dinero en sus diferentes formas (Pagos, financiamiento, contabilidad) como una fuente importante de riesgo en sus empresas. Esto se ve reflejado en la valoración que reciben estas dos categorías.

## 7. Conclusiones

### 7.1. Conclusiones Generales

- Del total de Concesiones en desarrollo en el país durante la investigación, tan solo un 28% contaban con cierre financiero en firme. Por tanto se observa una problemática mucho más profunda. En este momento las concesiones están teniendo grandes dificultades al momento de concretar el cierre financiero con el sector bancario.
- El uso de modelos de contratación de Asociaciones Publico Privadas se está extendiendo ampliamente por América. En Colombia la expansión que ha tenido este incremento de APPs han llevado al gobierno a diseñar 4 generaciones diferentes aprendiendo de los errores del pasado. Desde 2016 no se han realizado más inversiones bajo este modelo lo que podría revelar una problemática profunda que ha desincentivado al gobierno de usar el modelo de APPs a pesar de los beneficios ya demostrados en otros países.
- A partir de la literatura recopilada se ha identificado que la gestión del riesgo en las entidades estatales no suele estar representada en la legislación vigente. Es decir, a pesar de los estudios que se han realizado sobre el riesgo en concesiones viales no se encontró jurisprudencia actualizada como medida para el tratamiento del riesgo.

## 7.2. Conclusiones sobre el proceso de identificación y validación de riesgos

- Debido a la falta de listas de riesgos disponibles para el público relacionadas al sector de APPs y en específico el sector de concesiones viales, se dificulta la transferencia de conocimiento entre la academia y la industria.
- Los métodos cuantitativos permiten el uso de herramientas estadísticas y probabilísticas que facilitarían al evaluador la identificación de riesgos y consecuencias. Con este apoyo se podrían tomar medidas adecuadas y reales.
- Los métodos cuantitativos requieren bases de datos e información histórica sobre los riesgos en una empresa o sector específico. De no contar con esta información, la opción más factible es el uso de métodos cualitativos que sirvan como primer paso para gestionar el riesgo y aportar información histórica para futuros estudios cuantitativos.
- Durante la aplicación del método Delphi se acentúan los aportes individuales de los expertos basados en la experiencia. La participación de cada individuo debe considerarse de gran importancia al momento de analizar los resultados de cada ronda.
- La matriz que se empleó como herramienta para la valoración del riesgo puede aportar una primera visión a la relevancia de los riesgos encontrados en una concesión. El uso de evaluadores idóneos permite en principio transferir su experiencia en el sector hacia los procesos de la organización para la gestión del riesgo. Es importante en este punto contar

con observaciones de cada evaluador para identificar situaciones críticas presenciadas por cada uno.

### **7.3. Conclusiones sobre el proceso de valoración del riesgo**

- La disponibilidad de tiempo e interés de los evaluadores o las organizaciones afectan enormemente la valoración del riesgo. La importancia de contar con el apoyo de los altos mandos es vital al momento de implementar total o parcialmente un proceso de gestión del riesgo.
- Los criterios para la valoración del riesgo varían enormemente entre organizaciones, empresas e incluso áreas. La correcta estructuración de los criterios y los rangos de cada uno asegurará una valoración certera y realista de los riesgos.
- Se debe asegurar un correcto entendimiento de los criterios de evaluación por parte de los evaluadores o las organizaciones. La falta de comprensión de los rangos o los criterios repercutirá en una respuesta neutral en la evaluación o resultados poco fiables.
- En algunos casos es recomendable estructurar criterios o parámetros específicos para cada categoría de riesgo, entendiendo que el impacto, la probabilidad o la velocidad puede tener grandes variaciones. Por ejemplo los impactos económicos de una categoría pueden no ser tan representativos como otras y sin embargo ser extremos para la misma.

- En el presente caso se recibió una fuerte posición de los evaluadores frente a los “riesgos por malas prácticas” haciendo énfasis a los casos de corrupción que se presentaron durante la evaluación, esto lleva a pensar que la percepción del riesgo por los evaluadores suele verse afectado por la problemática que se vive durante la evaluación, sin embargo es necesario profundizar en el impacto de los medios durante las evaluaciones cualitativas de los riesgos.
- Se esperaba una calificación de velocidad con extremos más marcados (5 y 1) de acuerdo a los diferentes tipos de riesgos presentados a los evaluadores, sin embargo predominaron las valoraciones de rango medio y resalta que no existen riesgos en los rangos 1 y 5. Esto puede representar que el concepto de velocidad en el riesgo aún es un tema poco conocido entre los profesionales de las concesiones viales y su valoración no fue realizada con plena confianza.
- Los riesgos identificados y valorados en el presente trabajo sobresalieron al estar por encima del puntaje de dos en las categorías de impacto y probabilidad. Lo anterior es un reflejo de la importancia que los evaluadores dieron a los riesgos encontrados. Una valoración representativa de un sector en desarrollo con gran impacto económico en el país.
- Todos los riesgos valorados en el presente trabajo mostraron la necesidad inicial de tratamiento. Es de resaltar que las organizaciones deben tomar todas las medidas



necesarias para reducir, compartir, transferir, eliminar o en último caso aceptar el riesgo de acuerdo a su política de riesgos.

- Dado que las categorías de Régimen de Garantías y Malas Prácticas contaron con la mayor valoración P\*I, cobra especial importancia la necesidad de contar con legislación actualizada y eficiente para el tratamiento de estos posibles riesgos.

## **8. Futuras líneas de investigación**

Capturar información real respecto al historial de riesgo en concesiones viales. De igual manera en riesgos materializados, impactos generados, medidas tomadas, entre otras. Buscando consolidar bases de datos para un análisis cuantitativo de riesgos.

Identificar, evaluar y proponer tratamientos de los riesgos que se están manifestando durante el proceso de estructuración financiera de las concesiones viales y el cierre financiero.

Desde el punto de vista jurídico, se debe buscar la manera de plantear soluciones viables y eficientes a los riesgos de Régimen de Garantías y Malas Prácticas, de forma que se cuenten con propuestas reales a los riesgos con mayor probabilidad de manifestación y que repercutirían negativamente a todas las partes involucradas.

Comparar y analizar las similitudes y diferencias entre una evaluación cuantitativa de riesgo de un proyecto y una evaluación cualitativa usando la matriz de riesgo propuesta en el presente trabajo.

## 9. Bibliografía

- ANI, A. N. (Marzo de 2019.). *Funciones Generles*. Obtenido de <https://www.ani.gov.co>:  
<https://www.ani.gov.co/quienes-somos/funciones-generales>
- ANI, A. N. (Enero de 2019). *Listado de Concesiones Carretero*. Obtenido de  
<https://www.datos.gov.co/widgets/kv5g-rqbi>
- Aguria, M., & Wang, S. Q. (2004). *Risk management framework for construction project in developing countries [Gestión de riesgos en el marco de proyectos de construcción en países en desarrollo]*. Construction Management & E.
- Alexandrov, A. V., Pullicino, P. M., Meslin, E. M., & Norris, J. W. (1996). *Agreement on disease-specific criteria for do-not-resuscitate orders in acute stroke*. Stroke,.
- Apostolakis, G. E. ((2004).). How Useful Is Quantitative Risk Assessment? [Que tan util es la evaluación cuantitativa de riesgos]. *Society for Risk Analysis*, 24, 515-520.
- ANI, A. N. (Marzo de 2019). *AUTOVIA NEIVA - GIRARDOT – AUTOVIA. Contrato de Concesión Bajo Esquema APP*. Obtenido de  
<http://www.autovia.com.co/contrato/apendice-2-operacion-y-mantenimiento.pdf>
- Baker, S., David, P., & Smith, S. (1999). Risk response techniques employed currently for major projects [Técnicas de respuesta al riesgo empleadas actualmente para grandes proyectos]. En *Construction Management and Economics* (págs. 205-213.).



Basel Committee on Banking Supervision – BCBS. (2001). *Overview of the new Basel Capital*

*Accord [Visión general del Nuevo acuerdo de capital de Basel]*. Bank for international settlements.

BHP Billiton. (2008 ). *Referral Document. Impact Assessment [Documento de Referencia.*

*Evaluación del Riesgo]*. Environmental Protection Authority. .

Bing, L., Akinyote, A., Peter, E., & C., H. (2005). The allocation of risk in PPP/PFI construction

projects in the UK [La asignación de riesgo en proyectos de construcción PPP / PFI en el Reino Unido]. *nternational Journal of Project Manage*, 25-35.

Bull, A. (2004). *Concesiones viales en América Latina: situación actual y perspectivas.* .

Comisión Económica de América Latina y el Caribe – CEPAL, División de Recursos naturales e Infraestructura.

Cabero, A. J. (2014). Formación del profesorado universitario en TIC. Aplicación del método

Delphi para la selección de los contenidos formativos. *Educación XXI*, 17(1), 111-131.

Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL. (2017). *Una apuesta en construcción:*

*mayor productividad, menores riesgos.* Congreso Colombiano de la Construcción.

Carbonara, N., Costantino, N., & Pellegrino, R. (2014). Concession period for ppps: a win–win

model for a fair risk sharing. *International Journal of Project Management.* , 1-10.

M, C., & G, O. (2017 ). *Asignación de riesgos en proyectos de infraestructura vial de cuarta*

*generación bajo el esquema de asociación publico privada en Colombia.* . Medellín:

Universidad EAFIT.



- Chapman, R. J. (1998). The effectiveness of working group risk identification and assessment techniques [La efectividad de las técnicas de identificación y evaluación de riesgos del grupo de trabajo]. *International Journal of Project Management*, 16(6), 333-343.
- Chaves López, S. (2018). El Concepto de Riesgo. *Recursos Naturales y Sociales*(4), 32-52.
- Colombia compra eficiente CCE. (2013. ). *Manual para la identificación y cobertura de riesgos en los procesos de contratación*. . Gobierno de Colombia.
- Committee of sponsoring organizations of the treadway commission COSO. (2012). *Risk Assessment in Practice [Evaluación de riesgos en la práctica]*. Deloitte & Touche LLP.
- Congreso de la República (10 de enero de 2012) [Titulo] Por la cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Publico Privadas, se dictan normas organizas de presupuesto y se dictan otras disposiciones. Ley 1508 de 2012. Recuperado en mayo/2019 de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1508\\_2012.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1508_2012.html)
- Congreso de la República (24 de abril de 2012) [Titulo]– Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Ley 1523 de 2012. Recuperado en mayo/2019 de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1523\\_2012.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1523_2012.html)
- Consejo Nacional de Política Pública Económica y Social CONPES. (2001). *Política de manejo de riesgo contractual del estado para procesos de participación en infraestructura - Documento Conpes 3107*. Departamento Nacional de Planeación.

Consejo Nacional de Política Pública Económica y Social CONPES. (2011 ). *Del riesgo previsible en el marco de la política de contratación pública - Documento Conpes 3714. .*

Departamento Nacional de Planeación.

Consejo Nacional de Política Pública Económica y Social CONPES . (2013 ). *Proyectos viales bajo el esquema de asociaciones público privadas: Cuarta generación de concesiones viales - Documento Conpes 3760. .* Departamento Nacional de Planeación.

Corte Constitucional de Colombia (Febrero 10 de 2009). *Sentencia C-068/09*. [MP] Mauricio González Cuervo. Recuperado en enero/2019 de:

<http://www.corteconstitucional.gov.co/RELATORIA/2009/C-068-09.htm>

Corte Constitucional de Colombia (Junio 6 de 1996). *Sentencia C-250/96*. [MP] Dr. Hernando Herrera Vergara Recuperado en mayo/2019 de:

<http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1996/c-250-96.htm>

Crockford, G. N. (1982). The Bibliography and History of Risk management: Some Preliminary Observations [La bibliografía e historia de la gestión de riesgos: Algunas observaciones preliminares]. (7), 169 – 179.

B, D. I. (2011). *Nota Técnica de Modelos Financieros para Esquemas de Asociación Público Privada*. Banco Mundial, Departamento de Desarrollo Sostenible. Departamento para Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay. Región de América Latina y el Caribe.

Deloitte y Durán & Osorio abogados asociados . (2016). *Entregable 3. Matriz de Riesgos y Plan de Mitigación. .*



Dentons. (2013). *A guide to Project finance [Una guía para la financiación de proyectos]*.

Departamento Nacional de Planeación – DNP. (2009). *Tabla de honorarios de contratos de prestación de servicios profesionales y de apoyo a la gestión*. DNP.

Deposit insurance corporation of Ontario - DICO . (2011). *Enterprise risk management Application Guide [Guía de aplicación de gestión de riesgos empresariales]. Standards of sound business and financial practices*.

Dionne, G. (2013). *Risk Management and Insurance Review*.(16), 147-166.

Economic and private sector. professional evidence and applied knowledge services – EPS PEAKS. (s.f.). *Public-Private Partnerships. A basic introduction for non-specialists [Asociaciones Público-Privadas. Una introducción básica para no especialistas]*.

Edwards, P. y. (1998). Risk and risk management in construction: a review and future directions for research. *Engineering. Construction and architectural Management*, 5(4), 339-349.

Lara, E.-A. &. (2003). *Risk management in toll road concessions [Gestión de riesgos en concesiones vials con peaje]*. . American University of Beirut.

Emblemsvåg, J., & Kjølstad, L. (2006). Qualitative risk analysis: Some problems and remedies [Análisis de riesgo cualitativo: algunos problemas y remedios.]. *Management Decision - Manage Decision*(44), 395-408.

European PPP expertise centre – EPEC. (2012). *PPP Units and relatd institutional framework [Unidades APP y el marco institucional relacionado]*.

- Alain, F. (2005). Analysis of Highway Concession in Europe [Análisis de concesiones de autopistas en Europa]. *Research in Transportation Economics*.(15), 15-28.
- Forbes, D. S. (2008). Tools for selecting appropriate risk management techniques in the built environment [Herramientas para seleccionar técnicas apropiadas de gestión de riesgos en el entorno construido]. *Construction Management and Economics*, 25(11), 1241-1250.
- J, F. D. (2003). *Managing Risk in Organizations [Gestionando el riesgo en las organizaciones]*.
- D, G. (2015). *Managing risk in Information Systems [Gestionando riesgos en sistemas de información]*. . Jones & Barlett Learning.
- A, H., Sarafrazi, A., & Izadyar, S. (2014). Delphi Technique Theoretical Framework in Qualitative Research [Técnica teórica de Delphi en el marco de la investigación cualitativa.]. *Int J Eng Sci*.(8), 8-13.
- Heravi, G. y. (2019). Risk Assessment Framework of PPP-megaprojects focusing on Risk Interaction and Project Success [Marco de evaluación de riesgos de megaproyectos PPP que se centra en la interacción de riesgos y el éxito del proyecto. *Transportatio Research Part a Policy and Practice*(14), 169-188.
- HM Treasury. (2013 ). *Green book supplementary guidance: risk [Guía complementaria Libro Verde: riesgo]*. UK Government.
- Hodge, G. A., & Greve, C. (2007). Public–Private Partnerships: An International Performance Review [Asociaciones Publico-Privadas: Una revision de desempeño internacional]. *Public Administration Review*(67), 545-558.



Hsu, C., & Sandford, B. (2007 ). The Delphi Technique: Making Sense Of Consensus. [La técnica de Delphi: Dar sentido al consenso]. . *Practical Assessment, Research and Evaluation.* , 12.

Hubbard, D. W. (2009). *The failure of risk management: Why it's broken and how to fix it.* . .

Institute of risk management IRM. (2002). *A Risk Management Standard [Un estándar de gestión de riesgos]*.

Instituto colombiano de normas técnicas. (2011). *Gestión del Riesgo. Principios y Directrices. NTC-ISO 31000. Icontec Internacional.*

INVIAS., I. n. (2019). *Estado de la red vial.* . Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/2-uncategorised/57-estado-de-la-red-vial>

International standard - IEC/FDSI-31010 . (2009). *Risk management – Risk Assessment techniques [Gestión del Riesgo – Técnicas de Evaluación de Riesgo]*. . IEC/FDIS.

Istrate Emilia y Puentes, R. (2011). *Moving Forward on Public Private Partnerships: U.S. and International Experience with PPP Units [Avanzando en asociaciones público-privadas: experiencia de los Estados Unidos e internacional con unidades PPP]*. .

Landeta, J. (1999). *El método Delphi. Una técnica de previsión para la incertidumbre.* Barcelona.



- Ke, Y. W. (2010). Preferred risk allocation in China's public-private partnership (PPP) projects [Asignación de riesgo preferido en los proyectos de asociación público-privada de China (PPP)]. *International Journal of Project Management*, 28(5), 482-492.
- LEE, E. P. (2009). Large engineering project risk management using a Bayesian belief network [Gestión de riesgos de grandes proyectos de ingeniería utilizando una red de creencias bayesiana]. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5880-5887.
- Liu, Y. S. (2018). Identification of Risk Factors Affecting PPP Waste-to-Energy Incineration Projects in China: A Multiple Case Study . *Advances in Civil Engineering.*, 1-16.
- Lyons, T. y. (2004). Project risk management in the Queensland engineering construction industry: a survey [Gestión de riesgos de proyectos en la industria de construcción de ingeniería de Queensland: una encuesta]. *International Journal of Project Management*, 22(1), 51-61.
- Marsh Risk Consulting MARSH. (2015). *La gestión de riesgos en Latinoamérica. I Benchmark de gestión de riesgos en Latinoamérica.* . RIMS.
- Anthony, M. (2001). A systematic approach to risk management for construction. Structural Survey [Un acercamiento sistemático a la gestión del riesgo para construcción]. *Structural Survey.*, 19(5), 245 – 252.
- Ministerio de transporte. (Mayo de 2003). *Por el cual se crea el Instituto Nacional de Concesiones, Inco, y se determina su estructura.* . Obtenido de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto\\_1800\\_2003.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_1800_2003.html)



- MITRE. (Marzo de 2019). *Risk Impact Assessment and Prioritization [Evaluación de impacto de riesgo y priorización]*. . Obtenido de <https://www.mitre.org/publications/systems-engineering-guide/acquisition-systems-engineering/risk-management/risk-imp>
- Mohammad, M. (2006). *Risk analysis in engineering: techniques, tools and trends [Análisis de riesgo en ingeniería: técnicas, herramientas y tendencias]*. . Taylor & Francis.
- Muñoz, W. (2002). *Concesiones Viales en Colombia. Historia y Desarrollo*. Tecnura 10.
- Ng, A., & Loosemore, M. (2007). Risk Allocation in the Private Provision of Public Infrastructure [Asignación de riesgos en la provisión privada de infraestructura pública] . *International Journal of Project Management.*, 25, 66-76.
- PMI. (Marzo de 2008). *Risk analysis and management a vital key to effective Project management [Análisis de riesgo y gestión. Una llave vital para la efectiva gestión del riesgo]*. Obtenido de <https://www.pmi.org/learning/library/risk-analysis-pr>
- Presidencia de Colombia (Fecha 28 de octubre 1993). Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. Ley 80 de 1993. Recuperado en enero/2019 de:  
[http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0080\\_1993.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0080_1993.html)
- Public Works Financing - PWF. (2011). *2011 Survey of Public Private Partnerships Worldwide, [2011 Encuesta Mundial de Asociaciones Publico Privadas]*.
- Purdy, G. (2010). ISO 31000:2009—Setting a New Standard for Risk Management [ISO 31000: 2009: Establecimiento de un nuevo estándar para la gestión de riesgos]. *Risk Analysis*(30), 881-886.



- Quan, N. S., & Chiang, A. (2017). *Risk Management at the Speed of Business [Gestión de riesgos a la velocidad de los negocios]*. . PriceWaterhouseCoopers - PWC.
- J, R., & L., V. (2015). *Macroeconomía de las concesiones de cuarta generación*. . Fedesarrollo.
- Ramos, D. A. (2016). Application of the Delphi Method for the inclusion of externalities in occupational safety and health analysis. *DYNA*, 83(196), 14-20.
- Rayens, M. K., & J., H. E. (2000). Building Consensus Using the Policy Delphi Method.[Construyendo consenso usando la política del método Delphi]. *Policy, Politics, & Nursing Practice* , 308-315.
- Real Academia Española - RAE. (Mayo de 2019). *Definición de cuantitativo*. . Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=BSFLCp9>
- United nations economic commission for europe – UNECE. (2012). *Introduction to public-private partnerships [Introducción a las asociaciones public.privadas]*. UNECE.
- Reguant-Álvarez, M., & Torrado Fonseca, M. (2016). *El método Delphi*. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 9(1), 87-102.
- Revista Dinero. (Mayo de 2019). *Constructores piden mayor respaldo para seguir impulsando la economía*. Obtenido de <https://www.dinero.com/edicion-impres/informe-especial/articulo/aporte-del-sector-de-la-construccion-a-la-economia-colombiana/259>
- Revista Dinero. (Marzo de 2018). *Conozca las 10 concesiones 4G que tienen un avance de 0%*. . Obtenido de <https://www.dinero.com/pais/articulo/10-concesiones-de-4g-que-no-han-arrancado/264969>

Sánchez Pedraza, R., & Jaramillo González, L. E. (2009). Metodología de calificación y resumen de las opiniones dentro de consensos formales. *Revista colombiana de psiquiatría.*, 38(4), 777-786.

SECOP. (Mayo de 2019). *Detalle del proceso numero: SEA LP 001 2009.* . Obtenido de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=09-1-41316>

Sepulveda, J. (2014). *Las asociaciones público privadas y el contrato de concesión: Regulación parcial en la Ley 1508 de 2012.* Tunja: Universidad Nacional de Colombia.

J., S. S. (2007). *The wiley guide to managing projects [La guía Wiley para la gestión de proyectos.* P. W. Morris and J. K. Pinto.

Serpella Federico. Ferrada. Ximena. Howard, R., & Rubio, L. (2014). Risk Management in Construction Projects: A Knowledge-based Approach. [Gestión de riesgos en proyectos de construcción: un enfoque basado en el conocimiento]. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*(119), 653-662.

Skulmoski, G., Hartman, F., & Krahn, .. J. (2007). The Delphi Method for Graduate Research [El método Delphi para la investigación de posgrado]. *JITE*.(6), 1-21.

Subdirección de proyectos e información para la inversión pública dirección de inversiones y finanzas públicas DNP. (2015). *Lineamientos sobre el cierre financiero en los proyectos.* Departamento Nacional de Planeación.

Tah, J., & Carr, V. (2001). Towards a framework for project risk knowledge management in the construction supply chain [Hacia un marco para la gestión del conocimiento del riesgo

del proyecto en la cadena de suministro de la construcción]. *Advances in engineering*, 32(10), 835-846.

Thaheem, M., & Marco, A. D. (2013). A Survey on Usage and Diffusion of Project Risk Management Techniques and Software Tools in the Construction Industry. *International Journal Economics and Management Engineering*, 7(6), 1383-1390.

The university of Vermont – UV. (2012). *Guide to risk assessment & response [Guia para la evaluación de riesgo y respuesta]*. Enterprise Risk management Program.

U.S. Department of transportation. (2016). Office of innovative program delivery. Revenue risk sharing or highway Public-Private partnership concessions [Ingresos de riesgo compartido o concesiones viarias de sociedades público-privadas.].

US Department of transportation. (2006). International technology scanning program., Guide to Risk assessment and allocation for highway construction [Guia para la evaluación de riesgos y asignación para la construcción de carreteras.].

Valis, D., & Koucky, M. (2009). *Selected overview of risk assessment techniques [Resumen seleccionado de tecnicas de evaluación de riesgos]*. . Brno, Czech Republic.: University of Defence.

Varela, M., Díaz, L., & García, R. (2012). *Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de salud*. 1. VARELA R, M. DÍAZ B, B & GARCÍA D, R Inv Ed Med. 1.

Vishwakarma, A., Thakur, A., Singh, S., & Salunkhe, A. (2016). Risk Assessment in Construction of Highway Project. *International Journal of Engineering Research* .

- Gracht, H. V., & Darkow, I. L. (2010). Scenarios for the logistics services industry: A Delphi-based analysis for 2025 [Escenarios para la industria de servicios logísticos: un análisis basado en Delphi para 2025]. *International Journal of Production Economics*, 127(1), 46-59.
- Wilches, L., Péres, L., & Contreras, E. (2016). El uso del método Delphi como herramienta para la obtención de consenso en el sector lácteo del departamento de Boyacá. *I3+*, 3(1), 42-59.
- Wood, G., & Ellis, R. (2003). Risk management practices of leading UK cost consultants" [Prácticas de gestión de riesgo de los principales consultores de costo del Reino Unido]. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 10(4), 254-262.
- World Bank. (Marzo de 2008). *Matrix of risk distribution – Roads [Matriz de distribución de riesgos – carreteras]*. Obtenido de [https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sites/ppp.worldbank.org/files/documents/roadriskmatrix\\_1.pdf](https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sites/ppp.worldbank.org/files/documents/roadriskmatrix_1.pdf)
- World Bank. (2018). *Private Participation in Infrastructure (PPI) Annual Report 2018*. Reporte Anual.
- World Bank; Asian Development Bank ADB; American Development Bank. (2014). *Public Private Partnerships reference guide*.
- Shen, L. Y., & Wu, Y. Z. (Febrero de 2005). Risk Concession Model for Build/Operate/Transfer Contract Projects [Modelo de Concesión de Riesgo para Proyectos de Contrato de Construcción / Operación / Transferencia]. *Journal of Construction Engineering and Management*, 211-220.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

Zhang, L., Sun, X., & Xue, H. (2019). identifying critical risks in Sponge City PPP projects using DEMATEL method: a case study of China . *Journal of Cleaner Production*.