

VALUE AT RISK (VaR) EN EMPRESAS DEL SECTOR REAL EN COLOMBIA: CASO, BOGOTÁ ELEKTRIKA¹

Jenny Mateus Gutierrez²

jmateus@eafit.edu.co

Luisa Fernanda Pores Peña³

lporesp@eafit.edu.co

Resumen

La estimación y gestión del riesgo con la evolución del mercado ha tomado gran relevancia, principalmente en el sector financiero y de capitales, no obstante las variables macroeconómicas que afectan el riesgo en el tiempo son cada vez más volátiles y generan un mayor nivel de incertidumbre; se puede presentar en igual medida o con un mayor impacto en empresas del sector real, principalmente en aquellas cuyas condiciones de valoración causan un mayor impacto para los inversionistas, tal es el caso de las Asociaciones Público Privadas, mecanismos de contratación que vinculan al sector privado con el público en el desarrollo de proyectos de mayor nivel, donde se requiere establecer la valoración y cuantificación del riesgo que cada una de las partes está dispuesto a asumir. Hoy por hoy existen métodos de medición sofisticados que permiten la estimación del Value at Risk (VaR), los cuales han sido desarrollados principalmente por el sistema financiero, sin contar con una aplicación en el sector real. Es por eso que surge la necesidad de esta investigación para obtener una metodología que permita estimar el VaR bajo los conceptos teóricos de economía, estadística y simulación.

Palabras Claves: Value at Risk (VaR), Sector real, Riesgo de mercado.

Abstract:

The estimation and risk management has become very important with the evolution of the market, especially in the finance and capital sector. However the macroeconomic variables that affect the risk are more volatile with the time and generate more uncertainty. It may presents with the same or even more impact in companies of the real sector mainly in those where valuations conditions cause more impact on investors. Such is the case of Private Public Partnerships which are contractual mechanisms that link the public and private

¹ Trabajo de grado para optar al título de Maestría en Administración Financiera de la Universidad EAFIT. Bogotá, mayo de 2016.

² Administradora de Empresas de la Universidad EAN, Especialista en Finanzas de la Universidad EAFIT, candidata a Magíster en Administración Financiera de la Universidad EAFIT.

³ Contadora Pública de la Universidad Central, Especialista en Finanzas de la Universidad EAFIT, candidata a Magíster en Administración Financiera de la Universidad EAFIT.

sector with the public in the development of projects of higher level, where the risk valuation and quantification that each part is willing to assume be required. Nowadays there are sophisticated measurement methods to calculate the Value at Risk (VaR), which have been developed in the financial system but they have not in the real sector. This is why, a need for the present research arises to establish a methodology that allow to estimate the VaR under theoretical concepts of economy, statistics and simulation.

Keywords: Value at Risk (VaR), Real sector, market risk.

1. Introducción

Los modelos de valoración de riesgo financiero (crédito, de mercados, operativo, entre otros) representan una de las principales herramientas para la valoración de los sectores financieros, asegurador y de capitales, los cuales permiten establecer parámetros respecto al comportamiento de cada uno de sus componentes. En este aspecto, el Value at Risk (VaR) es uno de los principales factores de medición del riesgo, dado que permite identificar el valor que cuantifica el máximo de pérdida probable, contemplando un intervalo de confianza y un periodo de tiempo establecido.

El concepto del VaR nació en Estados Unidos en la década de los ochenta, siendo empleado para el cálculo de la pérdida esperada en el mercado de derivados (tasas de cambio, interés, variación de precios de *commodities*, entre otros), por lo que representa un elemento de gran utilidad a la hora de identificar los niveles de exposición y tolerancia al riesgo, permitiendo establecer mecanismos en los cuales se puedan emplear estos conceptos y determinar un modelo funcional, que aplicado a los procesos de valoraciones de empresa y proyectos permitan ofrecer alternativas que controlen y mitiguen los cambios en el comportamiento del mercado.

Este trabajo de investigación propone establecer una metodología para estimar el VaR aplicable para modelos de valoración de proyectos o en empresas del sector real de Colombia, lo cual requiere la inclusión de algunos elementos específicos que permitan obtener un conocimiento integral de los riesgos financieros para realizar una buena gestión del riesgo de mercado, riesgo de crédito y riesgo de liquidez.

La evolución de los mercados ha ocasionado mayor volatilidad en las variables macroeconómicas que afectan a las empresas en general, independiente del sector, en muchos casos ocasionando pérdidas significativas; esto ha motivado a que se estudien y practiquen mecanismos financieros de cobertura, de tal modo que se minimice el riesgo a estas posibles pérdidas.

El objetivo de las empresas es generar un valor agregado a los inversionistas, para ello requieren evaluar y tomar decisiones de inversión y financiación que deben ser observados

bajo el nivel de riesgo de cada una de ellas. Es por esto que para una oportuna toma de decisiones es importante gestionar el riesgo inherente que permita planear y estimar posibles fluctuaciones y resultados adversos para estar preparados para la materialización de estos y sus consecuencias.

2. Marco conceptual

La economía colombiana se encuentra ligada a factores de volatilidad presentados en los tipos de cambio, tasas de interés y precio de los principales *commodities* (petróleo, energía, maíz, trigo y acero, por mencionar algunos), los cuales deben ser considerados y evaluados al momento de la toma de decisiones corporativas.

Es por esto que la administración y control de riesgo es indudablemente un aspecto que toma relevancia en el momento de realizar algún tipo de inversión. Hoy en día existen métodos financieros sofisticados que permiten su medición y control, no obstante en Colombia, y en especial en el sector real, no se ha establecido una cultura de medición del riesgo, sobre esto Méndez (2000) menciona que existe una carencia de información en el mercado referente a la metodología de medición y gestión de riesgo de mercado y una permisiva legislación en el país.

Esta situación impacta directamente en el desconocimiento por parte de las organizaciones del sector real de la economía, respecto a la máxima pérdida que está dispuesta a tolerar a partir de su inversión inicial y las expectativas esperadas. Por lo anterior se llega a la siguiente inquietud: ¿Cómo estimar la valoración de riesgo a partir del VaR aplicable a los modelos de valoración, tomando como ejemplo el caso del proyecto Bogotá Elektrika?

Uno de los más relevantes indicadores de evaluación y medición del riesgo de mercado se encuentra dado por el VaR, el cual, según Garman y Blanco (1998), es la mínima pérdida esperada para un horizonte temporal y nivel de confianza determinados, tomando en cuenta un periodo de tiempo establecido que permita obtener datos más precisos de la pérdida que una empresa, independiente del sector y segmento que atienda, pueda ser capaz de soportar sin afectar su operación y desarrollo normal.

Los primeros conceptos de riesgo incursionaron oficialmente en 1986, cuando se firmó el primer Acuerdo de Basilea, acuerdo establecido por los bancos centrales del G10 estableciendo los parámetros y requisitos que toda actividad financiera y de transacción de capitales debe tener, así como los intermediarios de estas operaciones.

El primer Acuerdo de Basilea, que tuvo vigencia hasta 1988, estableció los principios de capital que las entidades financieras y de operación de capitales deberían contemplar en dos ejes fundamentales, el riesgo de crédito y de mercado. Este acuerdo presentó una adaptación en 1993 y su vigencia fue hasta el año 1998, donde el mismo G10 estableció el Acuerdo Basilea II, el cual incluye como factor de riesgo la operación de las organizaciones

en su interior y los impactos que cada una de estas tendrían en el mercado general; hasta 2008 donde se estableció el último acuerdo vigente, Basilea III, el cual fundamenta de manera técnica nuevos conceptos de evaluación de los niveles de riesgo evaluados, incluyendo como nuevo temario la evaluación del riesgo de liquidez de las entidades financieras.

Es a partir de 2001 que estos conceptos tomaron mayor vigencia, como consecuencia de los estragos presentados por la burbuja tecnológica registrada en Estados Unidos, que como comenta Laffaye (2008) impactaron en una de las mayores economías mundiales, así apareció la crisis *Subprime*, la cual llegó con la quiebra de una de las principales entidades financieras a nivel mundial, Lehman Brothers, y la necesidad de una economía global de recomponer su curso e identificar aquellos elementos que puedan determinar posibles pérdidas a futuro o alteraciones de los mercados.

Así se presentó una de las mayores crisis financieras de la historia que repercutió en incrementos exponenciales en las tasas de interés y un menor flujo de capitales en la economía, la cual en el mediano plazo influyó en mayores déficit fiscales no solo para la principal potencia política, financiera y económica mundial, sino para aquellos países que dependían directamente de las relaciones comerciales con el mercado americano.

Uno de los principales riesgos evaluados corresponde al riesgo de mercado, el cual según Martínez (2012) representa el riesgo de pérdidas por movimiento en los precios de los mercados de capitales, ya sea en precios de renta variable, materias primas, tipos de interés, tipos de cambio, *spreads* de crédito, etc. Según el Risk Institute (“Overview: Market Risk”, 2000) en 1993 aparece el riesgo de mercado dentro de las regulaciones internacionales, cuando Basilea implementa el modelo estándar de riesgo de mercado, en el cual los bancos pueden recurrir a evaluaciones externas a través de instituciones reconocidas para ponderar este tipo de riesgo. Con el modelo estándar surgen los primeros cálculos del VaR, que muestra el capital en peligro de convertirse en pérdida como consecuencia del riesgo de mercado al que se encuentran expuestos los activos (Feria y Oliver, 2006).

En Colombia se incorpora a la normatividad la gestión del riesgo de mercado en el 2002, de acuerdo a lo que menciona la Superintendencia Financiera de Colombia (2007), en el capítulo 21 incorporado a la circular básica financiera contable (100 de 1995), y con este un Sistema Especial de Administración de Riesgos de Mercado (SEARM). En septiembre de 2006 la Superintendencia Financiera modificó el capítulo 21 y cambió los modelos de referencia bajo un nuevo Sistema de Administración del Riesgo de Mercado (SARM). El SARM dicta las disposiciones generales para que las entidades identifiquen, midan y controlen eficazmente los riesgos de mercado y así las entidades vigiladas puedan tomar decisiones oportunas y disminuyan su exposición.

Como se puede observar, la principal funcionalidad de este riesgo se encuentra asociado a factores externos y determinantes del mercado de capitales y del sector financiero, sin embargo, puede constituirse en la principal fuente de información para determinar la posible pérdida que pueda presentar una empresa del sector real en cambios de comportamiento del mercado global, elementos que alteren directamente su operación e impacten al momento de realizar una valoración financiera y establecer el valor de mercado.

La alta gerencia se ve enfrentada a diario a tomar decisiones de inversión. Los indicadores más usados para hacer evoluciones de proyectos y tomar decisiones son el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el periodo de pago, presentando resultados mediante el establecimiento de indicadores y supuestos calculados y proyectados con esquemas de pronósticos específicos para cada caso de proyecto. Lo más difícil es proyectar valores dado el nivel de incertidumbre que se tiene sobre los mismos en el futuro, tanto así, que finalmente resulta siendo una apuesta en el futuro, teniendo en cuenta los múltiples escenarios y asumiendo el más realista frente a los hechos históricos o actuales.

El concepto de VaR surge a partir de la evaluación de la teoría de cartera y de la valorización y gestión del riesgo de las mismas, las cuales buscan maximizar las rentabilidades presentadas minimizando el perfil de riesgo existente; está basado en las teorías fundamentales de Markowitz (1959) y Sharpe (1964), donde se establecieron parámetros estándar para su determinación en beneficio de los portafolios de renta variable existentes en el mercado.

Como lo indica Dowd (1998), las metodologías del VaR son el conjunto de procedimientos utilizados para el cálculo de la cifra VaR, las cuales son empleadas para la estimación de otros tipos de riesgo, como se observa en el riesgo de crédito, por lo que una aplicación en otro segmento, como lo es el sector real y de finanzas corporativas, puede llegar a aplicar estos conceptos validando las implicaciones e impacto que puedan presentar en las organizaciones.

Las metodologías de evaluación del VaR suponen validar el comportamiento presentado por una variable determinada enfocado en sus rendimientos presentados, como lo plantean Alonso y Chávez (2013) a partir de la distribución tomada por los rendimientos calculados. Es por esto que se hace más fácil calcularlo a partir de volatilidades de mercados que sobre comportamientos y resultados específicos, como lo es el caso del sector real.

Una vez identificados los principales conceptos del VaR es importante conocer qué factores son representativos para su valoración, dado que estos términos permiten la identificación de los actores que intervendrán en el cálculo aplicado al sector real. Los parámetros más característicos corresponden a:

- Horizonte temporal: buscando de esta manera identificar el intervalo de tiempo requerido para una aproximación más adecuada al valor VaR esperado; de acuerdo con Feria y Oliver (2006), cuando indican que el periodo de tiempo determinado no es aleatorio teniendo presente que debe estar ligado a la naturaleza de la posición y de la evaluación esperada, a fin de contar con resultados aproximados y que permitan reflejar una tendencia específica del factor evaluado.
- Intervalo de confianza: este concepto es otro de los determinantes de la valoración de riesgo, dado que depende de la seguridad y confianza que un portafolio presenta ante el mercado, estando ligado de manera directa al intervalo de tiempo empleado para el desarrollo del estudio. Estos intervalos de confianza se encuentran ponderados entre el 90% y 99% de confianza, derivado de la certeza con la que se mueve el mercado.
- Unidad de referencia: como lo indican Feria y Oliver (2006) se debe establecer una unidad de medida como referencia principal del factor de riesgo buscado, en este caso, la unidad principal de referencia se encuentra dada por la moneda aplicable a la economía, ya que el valor de la máxima pérdida esperada determinada por el VaR debe ser reflejada de tal manera que evidencie el impacto del riesgo en el portafolio.

Se puede determinar el mecanismo de evaluación de acuerdo a tres categorías básicas, las cuales contemplan los siguientes aspectos:

- Simulación histórica: de acuerdo con Sanz (2006) esta metodología implica la evaluación de la mayor cantidad de datos históricos, partiendo de un periodo de tiempo determinado, a los cuales se les aplica una distribución a partir de un nivel de confianza específico, permitiendo contabilizar la distribución de dichos resultados y la parametrización del VaR correspondiente.
- VaR paramétrico: esta metodología incluye cambios en los comportamientos del parámetro evaluado, como son las variaciones en los precios y tipos de mercado, como lo indica Sanz (2006), permitiendo medir las coyunturas del mercado y determinando el riesgo del activo por medio de la dispersión de la tendencia presentada en los rendimientos calculados y buscando la correlación respecto a otra variable determinada.
- Simulación de Montecarlo: es una de las aplicaciones más empleadas, permite identificar el comportamiento futuro de un portafolio determinado por intermedio del empleo de diversas pruebas o simulaciones o a partir de la generación de números aleatorios (Mascareñas, 2008); sin embargo, este modelo tiene un gravísimo detractor la generación de los números aleatorios, los cuales alterarán los resultados del VaR de un cálculo a otro.

A partir de estos conceptos y metodologías de evaluación se puede calcular el VaR, empleando para ello diversas metodologías. De acuerdo con Jiménez (2009) se pueden destacar las siguientes:

- Cálculo en posición individual: este mecanismo permite identificar el riesgo para un elemento determinado en un punto específico en el tiempo. Se representa matemáticamente de la siguiente manera:

Ecuación 1. VaR en posición individual

$$\text{VaR} = F * S * \sigma * \sqrt{t}$$

Donde: F= nivel de confianza, S= monto de la exposición al riesgo, σ = desviación estándar de los rendimientos y t = horizonte de tiempo a evaluar.

- VaR aditivo: corresponde a la sumatoria de varios VaR individuales del mismo activo en diversos periodos de tiempo, que permita la obtención de un valor de tiesto determinado para dicho activo. Su fórmula es presentada de la siguiente manera:

Ecuación 2. VaR aditivo

$$\text{VaR aditivo} = \text{VaR}_1 + \text{VaR}_2 + \dots + \text{VaR}_n$$

Donde VaR_n = VaR determinado en el periodo de tiempo n.

- VaR de portafolios por medio de las correlaciones: este cálculo es empleado para la evaluación de dos portafolios de inversión, cada uno con un valor o peso establecido, que permita identificar una ecuación $w_1 + w_2 = 1$, siendo la principal formula que Markowitz (1959) aplicaba para el cálculo de las varianzas del portafolio, representado por la siguiente formula:

Ecuación 3. VaR de portafolios por medio de las correlaciones (1)

$$\sigma_p^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2$$

Donde ρ = coeficiente de correlación respecto a los rendimientos de los activos del portafolio, del cual se obtiene el VaR diversificado, dado que toma presente las correlaciones registradas a través de las posiciones de los activos; derivando de esta manera en la siguiente formula:

Ecuación 4. VaR de portafolios por medio de las correlaciones (2)

$$\text{VaR} = [\text{VaR}_1^2 + \text{VaR}_2^2 + 2\rho_{12} \text{VaR}_1 \text{VaR}_2]^{1/2}$$

Esta metodología permite identificar y correlacionar el comportamiento del riesgo entre dos activos, de características similares en condiciones de estrés o de volatilidad que se puedan generar con la evolución del mercado.

Como se puede observar, los anteriores conceptos se encuentran aplicados de manera específica en actividades relacionadas con el mercado financiero, sin tener en cuenta los efectos que estos conceptos presentan en su aplicación a empresas del sector real; sin embargo, se evidencia una relación directa entre su impacto en este tipo de organizaciones, dada su relación con el desarrollo de operaciones que generan algún tipo de riesgo determinado que pueda alterar los resultados de su ejercicio.

Actualmente se han establecido supuestos para la determinación del VaR a nivel corporativo, como lo explican Fuentes y Jiménez (2007) es tomado a partir de las cuentas de los estados financieros que presenten relación directa a los conceptos de riesgo de mercado, como las inversiones, las operaciones en moneda extranjera y los mecanismos de cobertura.

Así mismo, como lo comenta Arango (2009), el riesgo de mercado permite la aplicación en los cálculos de modelos y mecanismos de inversiones y endeudamiento para una empresa a partir de las valoraciones a realizar en las calificaciones de riesgo que maneja cada una de las entidades financieras en Colombia y su impacto o facilidad en el otorgamiento y las ampliaciones que se puedan solicitar. Este modelo desarrollado busca evaluar a partir de los parámetros de riesgo que la Superintendencia Financiera de Colombia emplea para el otorgamiento de las calificaciones a cada una de las entidades evaluadas.

Este tipo de aplicaciones representa uno de los conceptos básicos en la medición del VaR, dada la interacción que las cuentas mencionadas presentan en los mercados de valores y la facilidad en la obtención de resultados medibles, sin embargo, este concepto evalúa una sola particularidad en las organizaciones y excluye directamente a aquellas que no presenten dentro de su operación este tipo de cuentas.

Es por esto que se pueden establecer nuevos concepto de evaluación de riesgo a nivel corporativo, los cuales se encuentran respaldados en dos hipótesis de evaluación:

- a) la hipótesis de la maximización del valor para el accionista que predice que una firma debe comprometerse en actividades de gestión del riesgo si y solo si estas incrementan el valor de la firma y b) la hipótesis de la aversión al riesgo por parte de la administración, que sostiene que los administradores se esforzarán en maximizar el valor de la firma a través de estrategias diseñadas para reducir los efectos de los factores de riesgo, siempre y cuando sus intereses estén alineados con los de los inversionistas, ya que su remuneración está en función de los cambios en el valor de la firma (Fatemi y Luft, 2002).

Estos autores sugieren, dentro de las hipótesis planteadas, que el principal inconveniente observado se encuentra dado a los mecanismos de subinversión que aplican las empresas, las cuales buscan la implementación o participación en proyectos que reflejen resultados positivos sin calcular los posibles efectos o cambios en una o varias variables del entorno y que se pueden presentar en un momento determinado.

De igual manera, se pueden establecer los modelos de VaR en las valoraciones empresariales, las cuales permiten aplicar a diversos campos de la valoración de acuerdo con los resultados que se esperan obtener, es por esto que se aplican al flujo de caja, el cual es denominado *Cash Flow at Risk – CfaR*, teoría que de acuerdo con el planteamiento de Flores y Moscoso (2009) permite establecer una sensibilidad y la identificación de las principales variables que reflejan el comportamiento y las tendencias que presenta una empresa sin importar el sector al que pertenezca.

En cuanto a los modelos de valoración empresarial y determinación de valor de proyectos o empresas, estos generalmente son desarrollados mediante la evaluación y confrontación de las cifras históricas presentadas por la empresa, las cuales, dependiendo de la finalidad de dicha valoración, emplean mecanismos de estudio, que de acuerdo con lo planteado por Fernández (2008) se encuentran agrupados en cuatro clases: balance (valor contable, valor ajustado, valor de liquidación, activo neto real), estado de resultados (múltiplos de beneficios, valor de beneficios, ventas, EBITDA), descuento de flujos (Flujo de Caja Libre, dividendos, *cash flow*, APV) y creación de valor (EVA, beneficio económico, *cash valued added*, CFROI), entre otros.

Estos mecanismos “conceptualmente ‘correctos’ (cada vez más utilizados) para empresas con expectativas de continuidad son basados en el descuento de flujo de fondos (*cash flow*), que consideran a la empresa como un ente generador de flujos de fondos y, por ello, sus acciones y su deuda son valorables como otros activos financieros” (Fernández, 2008). Lo anterior refleja el común denominador de las empresa, establecer su valor mediante su información histórica contemplando lo conocido sin revisar las variables adicionales más allá de las identificables en el desarrollo de su operación.

Es por esto que integrar dos mundos separados por preceptos preestablecidos le permitirá a las organizaciones ir más allá de lo tácitamente conocido y prever cambios en el comportamiento que puedan llegar a ser determinantes en sus acciones futuras; así, de manera implícita, se pueden afectar las proyecciones y valoraciones impactando en los resultados esperados.

3. Método de solución

Teniendo en cuenta el auge presentado por las asociaciones público privadas en Colombia, puesto que constituyen uno de los principales mecanismos en que el Estado puede financiar el desarrollo de la infraestructura pública y de servicios públicos requerida para atender los cambios del mercado y mejorar la calidad de vida de la población, y dada la limitante de recursos por parte del Estado para el desarrollo de estas inversiones, requiere de manera continua la participación de las principales empresas del sector privado, las cuales cuentan con el músculo financiero, de inversión y soporte para la construcción y puesta en marcha de las obras durante un tiempo determinado, tras el cual son retornados dichos proyectos al Gobierno.

Para el desarrollo del estudio se tomó información financiera y operacional del proyecto de APP que Bogotá Elektrika le presenta a TransMilenio S.A., ante la oportunidad de la finalización de los contratos de operación de las troncales de Fase 1 y 2, proponiendo una reingeniería integral del Sistema que contemple la revisión del esquema operacional, el material rodante, la tecnología de los vehículos, el sistema de información al usuario y la infraestructura asociada a la operación.

El análisis integral realizado en la presente estructuración técnica de la APP contempla el desarrollo de propuestas de solución a los principales aspectos que interaccionan en la operación del Sistema TransMilenio, teniendo como objetivo principal brindar un servicio de transporte de calidad para la ciudad de Bogotá. El estudio se desarrolla desde una perspectiva multidisciplinaria, en la cual se han generado soluciones particulares que incluyen acciones desde los diferentes componentes del Sistema, que en su conjunto garantizarán mejores condiciones del servicio.

Los principales beneficios que traería a los usuarios la implementación de buses propuestos por la APP y el nuevo esquema de servicios, combinado con las mejoras en infraestructura, son:

- Mejoramiento de los niveles de servicio del Sistema.
 - Menor tiempo total de viaje
 - Mayor confort dentro del sistema
- Reducción en la exposición a contaminantes al interior de los vehículos y en los corredores del Sistema.
- Disminución en los niveles de ruido producidos por el motor de los vehículos.

Principales supuestos del modelo financiero:

Tabla 1. Requerimiento de flota*

	Biarticulados	Biarticulados	Biarticulados	Biarticulados	Biarticulados	Biarticulados	TOTAL
	Diésel Euro V	GNV	Híbrido Serie	Híbrido Paralelo	Trolley	Eléctrico	
Total Buses Operativos	290	0	499	0	237	0	1.026
Total Buses Reserva	15	0	25	0	12	0	51
Total Buses Buses	305	0	524	0	249	0	1.077
% Reserva	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Vida Util	14 Años	14 Años	14 Años	14 Años	14 Años	14 Años	
Consumo Energia	0%	0%	0%	0%	80%	100%	
Consumo Diesel	100%	100%	100%	100%	20%	0%	
Costo por KM Variable (\$Miles)	1,975	0,000	1,708	0,000	0,565	0,000	
Costo por KM Total \$(miles)	5,547	0,000	6,760	0,000	8,056	0,000	

* Todas las tablas y gráficos que aparecen en este texto fueron elaborados por las autoras.

Es importante resaltar la flota detallada en la tabla anterior que corresponde a la totalidad que ingresará en los próximos treinta años de proyección, estando contemplado su ingreso de manera paulatina, con renovación una vez se cumpla la vida útil de la misma, estimada en catorce años.

Del mismo modo, y dadas las condiciones de APP, se hace un resumen del alcance del proyecto en término de Capex y Opex en cifras de miles de pesos constantes.

Tabla 2. Capex y Opex

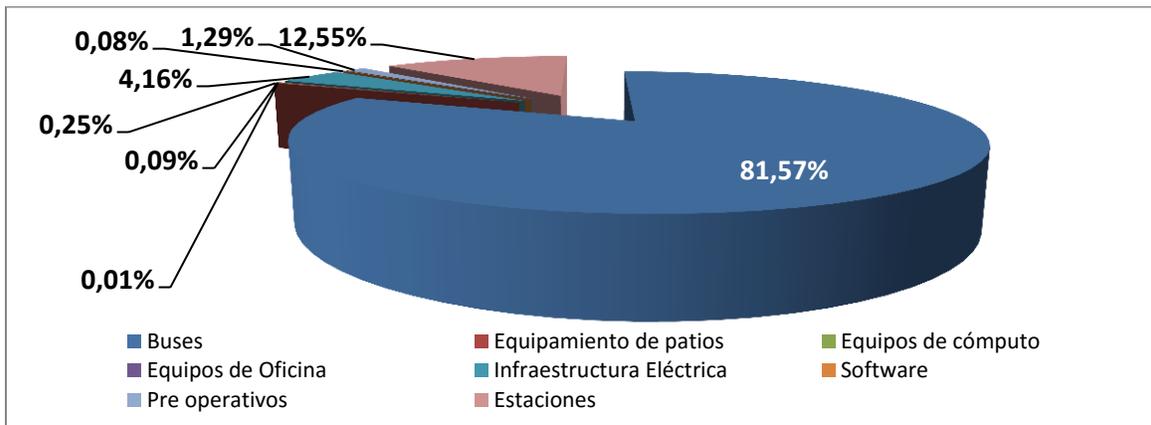
U. Funcional	CAPEX	% PAR CAPEX	OPEX DIRE	OPEX INDIRECTO	VALOR TOTAL U.F	% PART
U.F. Buses	\$ 2.812.148.633	65,29%	\$ 13.057.385.553	\$ 1.328.578.843	\$ 17.198.113.030	81,10%
U.F. Estaciones	\$ 1.111.820.026	25,82%	\$ 1.223.305.698	\$ 524.450.298	\$ 2.859.576.022	13,49%
U.F. Electrica	\$ 382.871.914	8,89%	\$ 588.657.371	\$ 175.616.634	\$ 1.147.145.920	5,41%
Total U.F	\$ 4.306.840.574	100%	\$ 14.869.348.623	\$ 2.028.645.775	\$ 21.204.834.971	100%

Las inversiones del proyecto ascienden a 4,3 billones de pesos sin contemplar el reemplazo de la flota una vez cumplan su vida útil, esta cifra es bastante representativa y cualquier variación en la TRM puede alterar dicha cifra. En la siguiente tabla se detallan las inversiones del proyecto.

Tabla 3. Inversiones del proyecto

Inversiones	Primera etapa	Segunda etapa
Inversión vehículos nuevos	\$ 2.911.088.651	\$ 5.357.829.284
Equipamiento patios	\$ 25.638.552	\$ -
Equipos de cómputo	\$ 8.225.151	\$ 749.038
Equipos de oficina	\$ -	\$ 1.498.076
Infraestructura eléctrica	\$ 421.601.600	\$ -
Software	\$ 7.928.360	\$ -
Preoperativos	\$ 130.749.763	\$ -
Infraestructura del Sistema	\$ 1.271.974.716	\$ -
Total inversiones	\$ 4.777.206.793	\$ 5.360.076.398

Gráfico 1. Inversiones del proyecto



Este proyecto contempla un VPN a 30 años de \$1,2 billones de pesos estimando una tarifa de remuneración por pasajero movilizad de \$2.700 pesos.

Para el ingreso de la flota se debe contemplar una estructura de costos y gastos que incluya la operación de las estaciones que abarca el Sistema, la administración y mantenimiento de los patios – taller de cada uno de los operadores, el personal que se requiere para la operación, entre otros factores, los cuales impactan en la siguiente proyección, la cual es presentada tomando la información de los periodos más representativos de la valoración, su inicio, la renovación de la flota y la liquidación del proyecto.

Tabla 4. Valoración escenario inicial

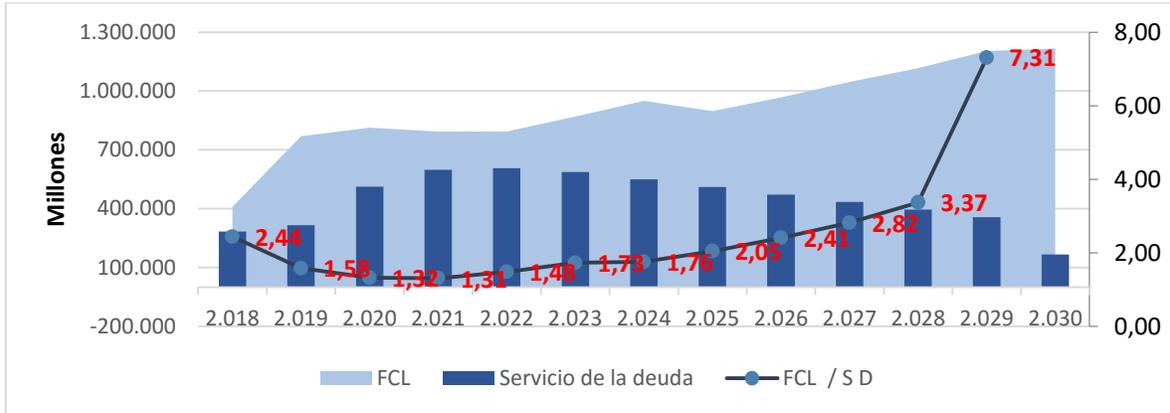
CIFRAS EN COP MILLONES	2.017	2.018	2.019	2.031	2.032	2.033	2.034	2.041	2.042	2.043	2.044	2.045
(+) Caja Mínima	29.303	79.933	105.296	150.072	173.412	235.569	286.299	286.072	258.779	245.735	264.989	0
(+) CXC	0	64.811	82.036	296.418	307.085	209.455	188.865	453.479	2.042	559.880	608.272	0
(+) Inventarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-) CXP	0	36.268	83.916	379.619	248.802	212.715	238.933	667.661	736.121	800.048	866.758	0
KTNO	29.303	108.475	103.415	66.871	231.695	232.308	236.231	71.891	-475.301	5.567	6.503	0
(+) Activos Fijos Operativos Netos	870.100	2.593.525	3.531.368	1.615.657	4.088.342	4.998.762	4.680.416	1.955.032	1.521.513	1.087.994	673.688	0
(+) KTNO	29.303	108.475	103.415	66.871	231.695	232.308	236.231	71.891	-475.301	5.567	6.503	0
Activo Fijo Neto Operativo Inicial	899.402	2.702.001	3.634.783	1.682.528	4.320.037	5.231.070	4.916.647	2.026.923	1.046.213	1.093.561	680.191	0
(+) Activo Fijo Bruto	870.100	2.749.095	3.920.182	5.176.374	8.009.576	9.325.812	9.428.372	9.737.244	9.737.244	9.737.244	9.737.244	9.737.244
(-) Depreciación + Amortizac Acum	0	-155.570	-388.813	-3.560.717	-3.921.234	-4.327.050	-4.747.956	-7.782.211	-8.215.730	-8.649.250	-9.063.556	-9.737.244
Activo Fijo Neto	870.100	2.593.525	3.531.368	1.615.657	4.088.342	4.998.762	4.680.416	1.955.032	1.521.513	1.087.994	673.688	0
(+) Δ KTNO	29.303	79.173	-5.060	20.342	164.824	613	3.923	-22.085	-547.191	480.867	936	-6.503
(+) Capex Bruto	870.100	1.878.995	1.171.087	798.152	2.833.202	1.316.236	102.560	0	0	0	0	0
Inversión Bruta	899.402	1.958.168	1.166.026	818.494	2.998.025	1.316.849	106.483	-22.085	-547.191	480.867	936	-6.503
(-) Depreciación + Amortizac Ejercicio	0	-155.570	-233.244	-258.813	-360.516	-405.816	-420.906	-433.546	-433.519	-433.519	-414.306	-673.688
Inversión Neta	899.402	1.802.598	932.783	559.681	2.637.509	911.034	-314.423	-455.631	-980.710	47.348	-413.370	-680.191
Capital Invertido Inicial	899.402	899.402	2.702.001	1.122.847	1.682.528	4.320.037	5.231.070	2.482.554	2.026.923	1.046.213	1.093.561	680.191
Capital Invertido Final	899.402	2.702.001	3.634.783	1.682.528	4.320.037	5.231.070	4.916.647	2.026.923	1.046.213	1.093.561	680.191	0
NOPAT = EBIT (1-t)	0	181.725	371.680	694.855	668.394	695.129	740.107	1.209.245	1.287.527	1.381.122	1.486.497	1.301.061
(-) Inversión Neta	899.402	1.802.598	932.783	559.681	2.637.509	911.034	-314.423	-455.631	-980.710	47.348	-413.370	-680.191
FCL	-899.402	-1.620.874	-561.102	135.174	-1.969.115	-215.905	1.054.530	1.664.876	2.268.238	1.333.774	1.899.867	1.981.251
ROIC	0,00%	20,21%	13,76%	61,88%	39,73%	16,09%	14,15%	48,71%	63,52%	132,01%	135,93%	191,28%
WACC	10,22%	10,93%	10,93%	10,93%	10,93%	10,93%	10,93%	10,93%	10,93%	10,93%	10,93%	10,93%
Spread	-10,22%	9,28%	2,83%	50,96%	28,80%	5,16%	3,22%	37,78%	52,59%	121,09%	125,01%	180,35%
EVA	-91.943	83.451	76.444	572.166	484.551	223.097	168.530	937.987	1.066.054	1.266.807	1.367.008	1.226.739
Δ EVA		175.394	-7.007	75.786	-87.615	-261.454	-54.567	127.859	128.067	200.753	100.201	-140.269

CIFRAS EN COP MILLONES	2.017	2.018	2.019	2.031	2.032	2.033	2.034	2.041	2.042	2.043	2.044	2.045
Factor de descuento	1	0,90150	0,81270	0,23415	0,21109	0,19030	0,17155	0,08301	0,07484	0,06746	0,06082	0,05483
FCL		-1.620.874	-561.102	135.174	-1.969.115	-215.905	1.054.530	1.664.876	2.268.238	1.333.774	1.899.867	1.981.251
VP FCL		-1.461.213	-456.006	31.652	-415.659	-41.086	180.906	138.206	169.746	89.982	115.548	108.628
VP EVA		75.231	62.126	133.975	102.284	42.455	28.912	77.865	79.779	85.464	83.140	67.260

El proyecto es factible financieramente según las proyecciones que se observan en la tabla anterior ya que los flujos del proyecto generan valor. Adicionalmente, las proyecciones EBITDA promedio del proyecto son del 57%, cifra que está por encima del promedio de EBITDA de las concesiones actuales, margen que permite soportar y pagar el servicio de la deuda siendo este uno de los principales riesgos del proyecto.

Para visualizar un poco mejor el comportamiento del Flujo de Caja Libre y el servicio de la deuda durante los trece primeros años del proyecto se presenta el siguiente gráfico:

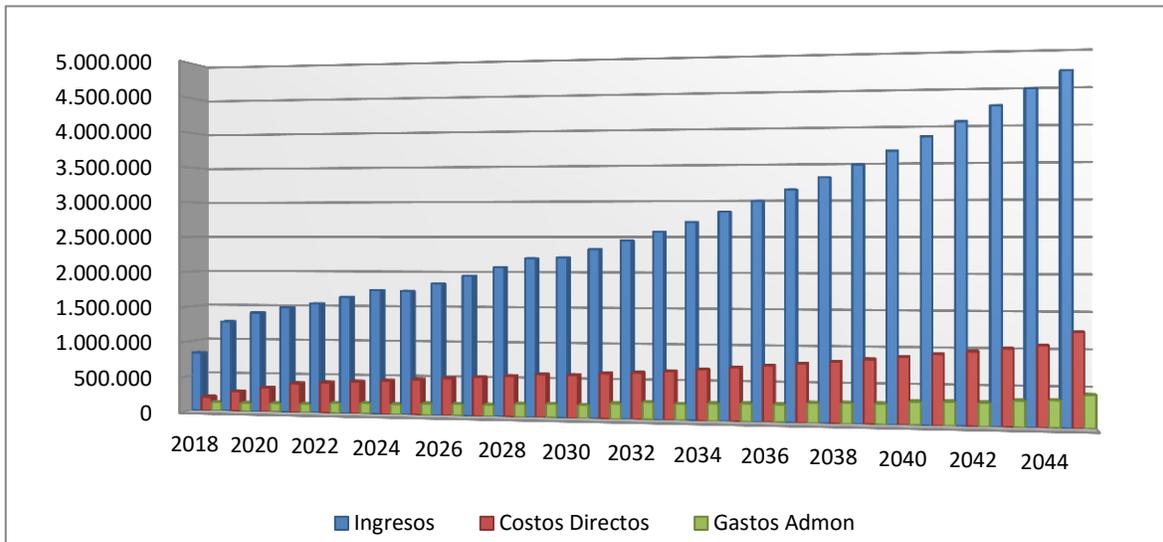
Gráfico 2. Relación Flujo de Caja Libre – servicio de la deuda



Es importante mencionar que dentro de las proyecciones realizadas el valor de salvamento de los activos es cero, dado que estos son remunerados vía tarifa y contractualmente son revertibles en su totalidad al distrito (TransMilenio S.A.)

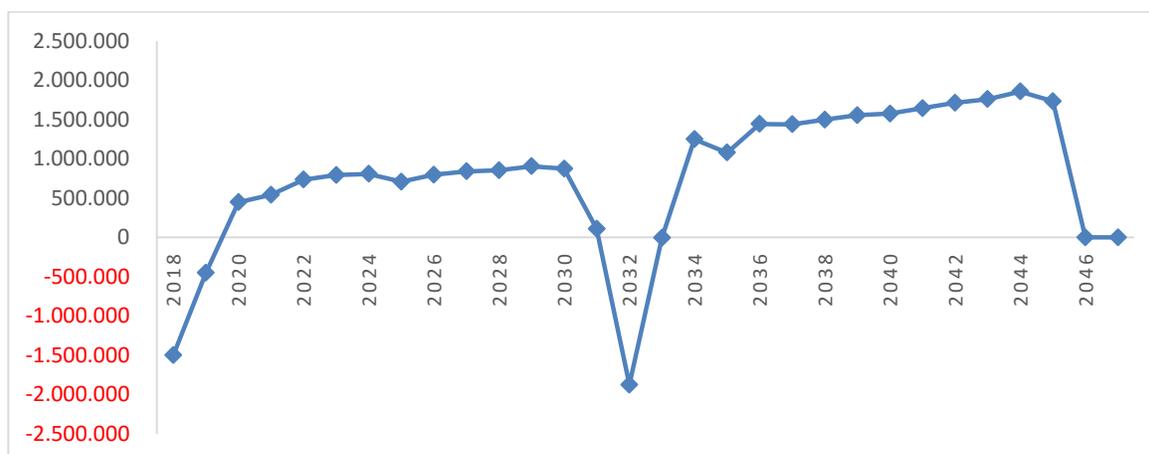
En el siguiente gráfico se puede observar la relación existente entre los ingresos y su estructura de costos y gastos.

Gráfico 3. Relación ingresos vs. costos y gastos



Como se puede observar, el crecimiento proyectado de los ingresos presenta un crecimiento exponencial, el cual permite atender de manera oportuna y sin afectaciones la estructura de costos y gastos presentada durante la vigencia del proyecto, lo cual es determinado en los beneficios que una flota, como la que se contempla ingresar, presenta en materia de costos directos e indirectos.

Gráfico 4. Flujo de Caja Libre



En el anterior gráfico, entre 2031 y 2033 se observan afectaciones en el Flujo de Caja Libre del proyecto, los cuales se encuentran derivados de la inversión intensiva en la renovación de la flota por el cumplimiento de su vida útil, situación que se está compensada, dadas las condiciones del contrato y del proyecto en sí.

Tabla 5. Estado de resultados proyectados

Cifras COP millones	2018	2019	2020	2021	2041	2042	2043	2044	2045
Ingresos	830.143	1.282.145	1.415.315	1.491.873	3.831.632	4.027.014	4.232.361	4.447.862	4.674.584
EBIT	313.319	563.152	555.723	525.697	1.832.190	1.950.799	2.092.609	2.252.268	1.971.304
EBITDA	468.888	796.396	823.977	812.298	2.265.735	2.384.318	2.526.128	2.666.575	2.644.991
Utilidad Neta	48.251	151.982	131.981	119.794	1.127.611	1.258.114	1.359.533	1.479.618	1.289.540
UPA	0,48	1,52	1,32	1,20	11,28	12,58	13,60	14,80	12,90
Margen EBIT	37,74%	43,92%	39,26%	35,24%	47,82%	48,44%	49,44%	50,64%	42,17%
Margen EBITDA	56,48%	62,11%	58,22%	54,45%	59,13%	59,21%	59,69%	59,95%	56,58%
Margen Neto	5,81%	11,85%	9,33%	8,03%	29,43%	31,24%	32,12%	33,27%	27,59%

Dadas dichas proyecciones se establecen como *inputs* importantes el número de pasajeros, el cual permite proyectar ingresos, los kilómetros recorridos por el sistema y como variable macroeconómica la variación de la TRM, donde estas últimas variables permiten la construcción de una estructura administrativa, un esquema de inversiones y costos congruentes con la operación actual del sistema. Desde el punto de vista financiero se proyectó una estructura de 70% deuda y 30% equity; sin embargo, teniendo presente la experiencia en el manejo de financiación en las condiciones actuales, se puede establecer un esquema de financiación 80/20, así se obtienen los siguientes resultados en el escenario base:

De igual manera, es importante observar la relación de los principales indicadores tomados al momento de la valoración, dentro de lo que podemos encontrar que el EBITDA soporta de manera amplia el servicio de la deuda:

Gráfico 5. EBITDA vs. servicio de deuda

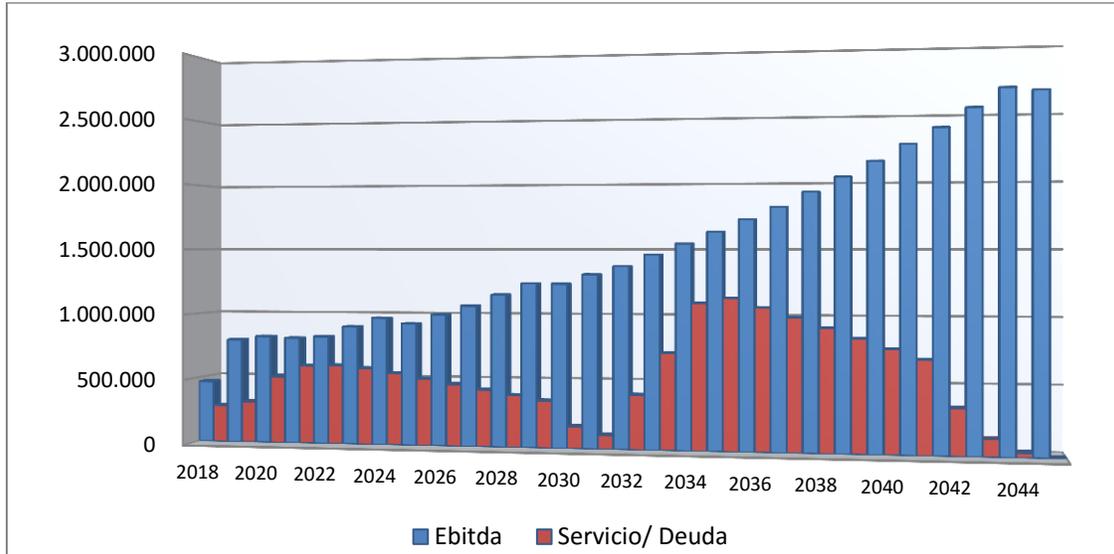
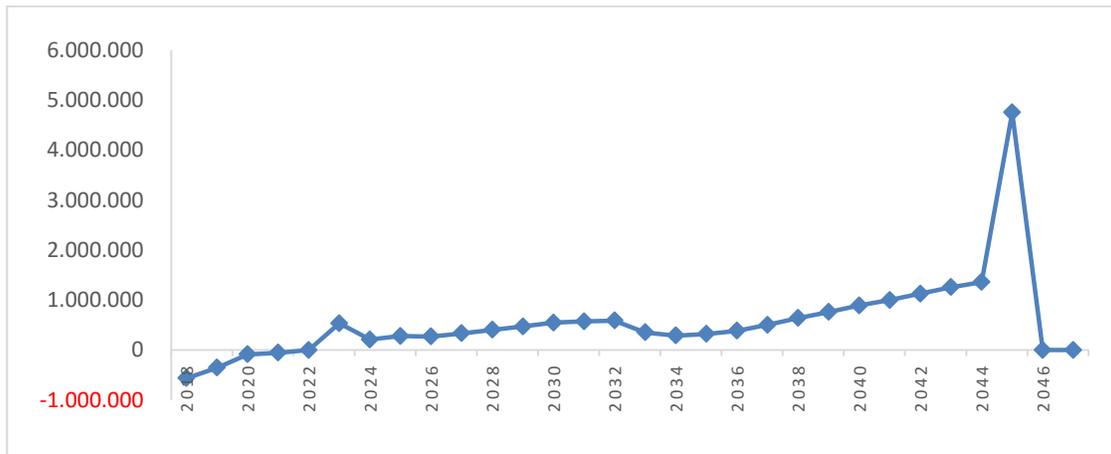


Gráfico 6. Flujo del inversionista



A partir de cada una de las variables evaluadas se obtienen los resultados de la valoración, los cuales se encuentran reflejados en las siguientes tablas:

Tabla 6. Resultados

(+) VP FCL p. Explicito	2.746.859
(+) VP FCL Terminal	0
EV- Enterprise Value	2.746.859
(-) Deuda Financiera	629.582
(+) Efectivo disponible	0
=Valor del Equity o patrimonio	2.117.277
(+) EV enterprise Value	2.746.859
(-) Capital invertido	899.402
Market Value added- MVA	1.847.457

Tabla 7. Resumen proyecto

Resultado	Inversionista	Proyecto
TIR mensual	1,36%	1,05%
TIR anual	17,57%	13,32%
TIRM		15,55%
	Ke 17,07%	Wacc 10,22%
VPN	\$ 57.564.220	\$ 1.267.013.396

Como se puede observar en la Tabla 6, el Enterprise Value en condiciones del proyecto se encuentra determinado en \$2.7 billones, que con un sistema de financiación establecido en \$629 Millones impactará en un Equity Value de \$2,1 Billones, determinando el impacto que la implementación de una nueva flota a la Fase I y II del sistema TransMilenio.

De igual manera, se obtiene un VPN para el inversionista de \$57 mil Millones de pesos y del proyecto de \$1,2 Billones, evidenciando la solidez que el proyecto presenta en su proyección y ejecución, contemplando una serie de variables predefinidas por el mercado y proyectadas principalmente por las entidades financieras o de inversión, las cuales evalúan de manera específica las variables que podrá presentar el entorno de acuerdo con las condiciones históricas del mercado.

Pero, ¿qué pasa cuando las condiciones de mercado cambian abruptamente? Cuando presentan cambios drásticos de un momento a otro, las proyecciones y los escenarios macroeconómicos empleados para la realización de la valoración de los proyectos pierden validez y consistencia y en la mayoría de los casos alteran o cambian los resultados que pueda presentar dicho proyecto.

Esta situación puede observarse en la coyuntura económica presentada en el último trimestre de 2015, donde factores como la devaluación del peso, la disminución del precio del crudo a nivel mundial y la inflación presentada en 2015 afectaron considerablemente las proyecciones no solo del Gobierno nacional, sino también de aquellas empresas que basaban sus supuestos en los presentados por las principales fuentes financieras de consulta.

Un ejemplo de esa situación puede observarse en las proyecciones macroeconómicas de las principales entidades financieras, las cuales son empleadas como fuentes de información primaria para la elaboración de valoraciones, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 8. Apartes proyecciones macroeconómicas Helm Bank

Actualizado: mayo 07 de 2014 

Colombia: Proyecciones Macroeconómicas Largo Plazo												
Indicador	Observado					Proyecciones Helm Económico						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Actividad												
Crecimiento PIB real, var.% anual	1,65%	3,97%	6,65%	4,05%	4,26%	4,70%	5,00%	5,20%	5,20%	5,20%	5,20%	5,20%
Precios												
Inflación cierre año, var.% anual IPC	2,00%	3,17%	3,73%	2,44%	1,94%	3,30%	3,20%	3,20%	3,20%	3,25%	3,25%	3,25%
Tasa de cambio peso/dólar cierre año	2044,23	1913,98	1942,70	1768,23	1927	2000	2050	2050	2100	2100	2100	2100

Como se puede observar, la entidad financiera al igual que muchas otras y el Banco Central proyectaban un escenario favorable a la economía nacional donde para el año 2015 se esperaba finalizar el año con una inflación del 5% y una tasa de cambio de \$2.050, pero que finalizó presentando una inflación real del 6,77%, argumentada según el informe anual de la junta directiva del Banco de la República en “la transmisión parcial de la depreciación nominal a los precios al consumidor y a los costos de las materias primas, y por el fuerte incremento en los precios de los alimentos debido al fenómeno de El Niño” (“Informe sobre inflación”, 2015).

Respecto al dólar, la situación no fue diferente a la presentada en la inflación, dado que para el 31 de diciembre de 2015 se finalizó con una TRM de \$3.149,47, significando un incremento de \$1.129,47 respecto a las proyecciones realizadas por los expertos y registrando una devaluación del 6,9%, situación que como menciona el informe de la Junta Directiva del Banco de la Republica se encontró ligada a las disminuciones del 33% en los precios del petróleo, principalmente.

Estas dos situaciones afectaron directamente las proyecciones establecidas por las empresas, donde se contemplaba un escenario moderado, consecuente con lo proyectado no solo por el Banco Central, sino por las principales fuentes de referencia; por lo anterior, e identificando las principales variables que pueden poner en riesgo los resultados del proyecto, tal como son la TRM por el nivel de inversiones y costos de repuestos en dólares, las variaciones significativas en la demanda de pasajeros y kilómetros permiten ser identificadas como las variables de referencia para la realización de sensibilidades en el modelo financiero; en la siguiente tabla se observa el impacto que puede tener cada una de ellas:

Tabla 9. Resultados escenarios

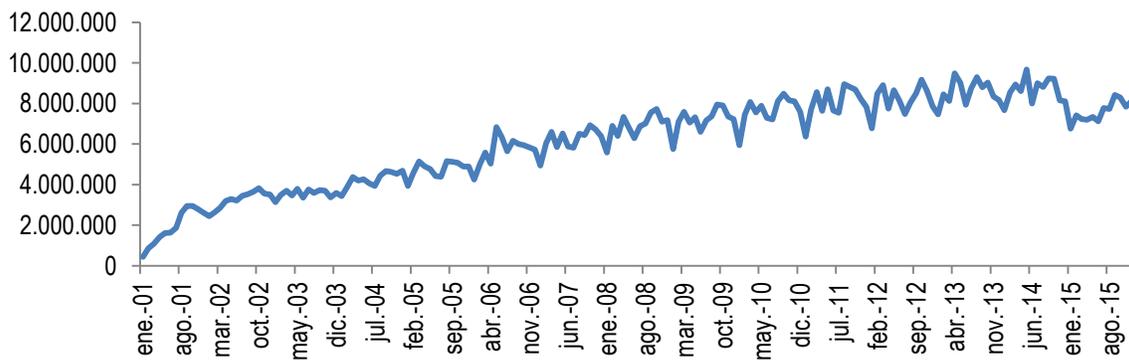
Resumen de escenario						
	Valores actuales:	Optimista	Moderado	Pesimista	KM	TRM
Celdas cambiantes:						
Pax	0,00%	8,00%	8,00%	-5,00%	0,00%	0,00%
VarKM	0,00%	0,00%	10,00%	2,00%	10,00%	0,00%
VARTRM	0,00%	0,00%	0,00%	15,00%	0,00%	25,00%
Celdas de resultado:						
TIRPROY	13,32%	14,98%	14,66%	10,72%	12,99%	10,98%
TRIM	15,55%	16,08%	15,98%	14,69%	15,44%	14,77%
TIRINV	17,57%	20,69%	20,11%	12,63%	16,95%	13,15%
VPN MILLONES DE COP	\$ 1.267.013	\$ 2.103.129	\$ 1.929.273	\$ 143.686	\$ 1.105.325	\$ 272.471

Cada una de las variables sensibilizadas en el modelo es de gran impacto en los resultados según la variación que puedan tener, con mayor importancia se encuentra la variable de pasajeros y TRM. Dado lo anterior, las simulaciones a realizar para calcular el VaR estarán basadas en estas tres variables.

4. Presentación y análisis de los resultados

Tomando como base las variables que impactan en mayor medida el valor del proyecto, procedemos a analizar su impacto como factores de riesgo, bajo un ambiente de incertidumbre y así poder obtener el valor económico en riesgo del proyecto. En este sentido, tomando las variables mencionadas se procede a realizar la sensibilización de sus rendimientos, los cuales arrojan las siguientes informaciones:

Gráfico 7. Kilómetros flota



Al igual que la situación presentada con el número de pasajeros movilizados, el anterior gráfico permite observar una tendencia creciente en los primeros años del Sistema, la cual se transforma en una tendencia estable debido al no incremento en los kilómetros que recorre la flota de Fase I y II del Sistema, derivando en una disminución en este aspecto a

partir de junio de 2014, impactado con la entrada en circulación del Sistema Integrado de Transporte Publico (SITP), el cual entra a participar en las mismas rutas que opera TransMilenio. Teniendo en cuenta la gráfica histórica de kilómetros y pasajeros y con una regresión de estas variables se obtiene que el coeficiente de correlación es de 0,98, en donde por cada kilómetro recorrido se movilizan 5,1 pasajeros.

No obstante la demanda estimada del proyecto puede verse en riesgo en el futuro por la inclusión de nuevos sistemas de transporte y la nueva construcción de troncales que harían que en cierta medida disminuyera la participación de Bogotá ElektriKa sobre la totalidad de pasajeros del sistema.

Gráfico 8. TRM



De acuerdo con el comportamiento de la TRM, se observa que ha conservado una tendencia fluctuante en los quince años evaluados, derivada de las políticas internas y la situación de la coyuntura mundial, la cual, como se comentó anteriormente, presentó un crecimiento en su tasa de cambio que impactó considerablemente en los precios de los principales productos y en el resultado de la inflación presentados durante el periodo.

Teniendo presente esos parámetros se realiza la sensibilización de los escenarios correspondientes apoyándonos en la herramienta *@risk* y *StatTool*, que permite la identificación de los aspectos relevantes que determinen la identificación del valor del proyecto en cambio del entorno o en un nivel de riesgo definido, para lo cual se establecieron los siguientes cuadros estadísticos:

Tabla 10. Estadísticas descriptivas kilómetros

<i>Resumen de una variable</i>	434683.44	
	km Fase I y II	
Media	6.195.164,92	1er cuartil 4.392.922,40
Varianza	4.505.901.415.083,16	3er cuartil 7.936.789,22

Desviación estándar	2.122.710,86	Rango intercuartil	3.543.866,82
Asimetría	-0,4822	1,00%	1.079.684,90
Curtosis	2,1639	2,50%	1.623.779,92
Mediana	6.771.672,42	5,00%	2.616.273,08
Desviación absoluta de la media	1.830.864,10	10,00%	3.283.056,57
Moda	8.115.504,15	20,00%	3.815.609,68
Mínimo	858.013,11	80,00%	8.115.125,59
Máximo	9.672.042,42	90,00%	8.683.840,37
Rango	8.814.029,31	95,00%	9.004.116,94
Cuenta	179	97,50%	9.222.663,26
Suma	1.108.934.520,14	99,00%	9.483.178,06

Tabla 11. Estadísticas descriptivas TRM

<i>Resumen de una variable</i>	TRM		
Media	\$2.231,47	1er cuartil	\$1.916,96
Varianza	132.313,47	3er cuartil	\$2.426,00
		Rango	
Desviación estándar	\$363,75	intercuartil	\$509,04
Asimetría	0,5997	1,00%	\$1.761,20
Curtosis	2,4054	2,50%	\$1.768,23
Mediana	\$2.247,32	5,00%	\$1.780,21
Desviación absoluta de la media	\$303,39	10,00%	\$1.816,42
Moda	\$3.101,10	20,00%	\$1.884,06
Mínimo	\$1.744,01	80,00%	\$2.575,19
Máximo	\$3.149,47	90,00%	\$2.828,08
Rango	\$1.405,46	95,00%	\$2.889,39
Cuenta	179	97,50%	\$2.958,25
Suma	\$399.432,67	99,00%	\$3.121,94

Como se puede observar en las anteriores tablas, bajo un nivel de confianza del 99% el nivel de kilómetros óptimo para el Sistema estaría establecido en 9.483.178 km, mientras que en el mismo nivel de confianza se podría establecer un escenario con un dólar de \$3.121,94, factores que en cambios drásticos del mercado podrían determinar un mitigante al momento de establecer el valor del proyecto.

En los modelos de riesgo, generalmente, se asume normalidad de los factores de riesgo, en este caso la TRM y kilómetros, no obstante procedemos a la utilización de medidas estadísticas que permiten realizar pruebas de normalidad de las series señaladas, de forma

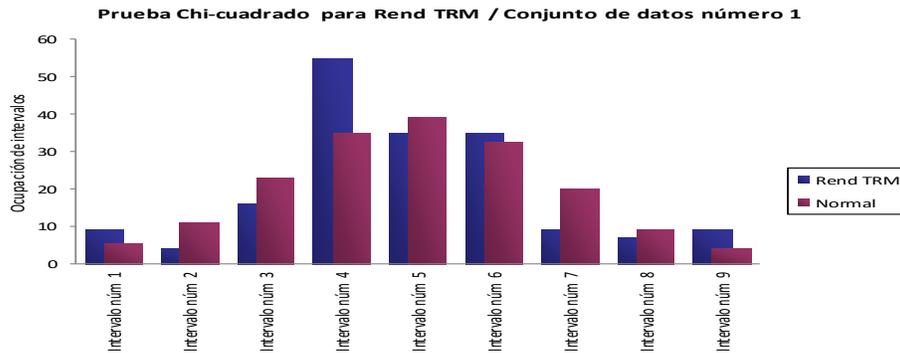
que podamos incorporar para dichas variables las distribuciones de probabilidad que mejor se ajusten a los datos observados.

De acuerdo con lo anterior, se procede con la aplicación de pruebas de bondad de ajuste, para establecer normalidad o no en los datos de los factores de riesgo.

Tabla 12. Prueba de normalidad Chi- cuadrado

Rend TRM	
Prueba Chi-cuadrado	Conjunto de datos número 1
Media	0.00190
Desviación estándar	0.03677
Estadística Chi-cuadrado	34.3566
Valor P	< 0.0001

Intervalos Chi-cuadrado	Intervalo Mín	Intervalo Máx	Real	Normal	Distancia
Intervalo núm 1	-Inf	-0.06732	9	5.3511	2.4882
Intervalo núm 2	-0.06732	-0.04687	4	11.1809	4.6119
Intervalo núm 3	-0.04687	-0.02643	16	22.9430	2.1011
Intervalo núm 4	-0.02643	-0.00598	55	34.8291	11.6818
Intervalo núm 5	-0.00598	0.01446	35	39.1199	0.4339
Intervalo núm 6	0.01446	0.03491	35	32.5110	0.1906
Intervalo núm 7	0.03491	0.05535	9	19.9903	6.0422
Intervalo núm 8	0.05535	0.07580	7	9.0931	0.4818
Intervalo núm 9	0.07580	+Inf	9	3.9816	6.3251



Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la aplicación de la prueba de bondad de ajuste realizada, obtenemos *p-value* inferior al 5% (0,1%), con lo cual podemos concluir que se rechaza la hipótesis de normalidad de la TRM. En este sentido, debemos analizar la distribución de probabilidad o serie que mejor se ajuste al comportamiento de la TRM, de acuerdo con el rango de datos analizado.

Dado que la TRM es una serie de tiempo, procedemos a determinar la ecuación que mejor se ajuste a su comportamiento. Realizando la prueba de ajuste bajo series de tiempo (regresión) se concluye que la TRM se ajusta a un modelo ARCH (1), y bajo un escenario de riesgo con un rango de posibles valores tal como se muestra a continuación:

Gráfico 9. Proyección de la TRM – series de tiempo

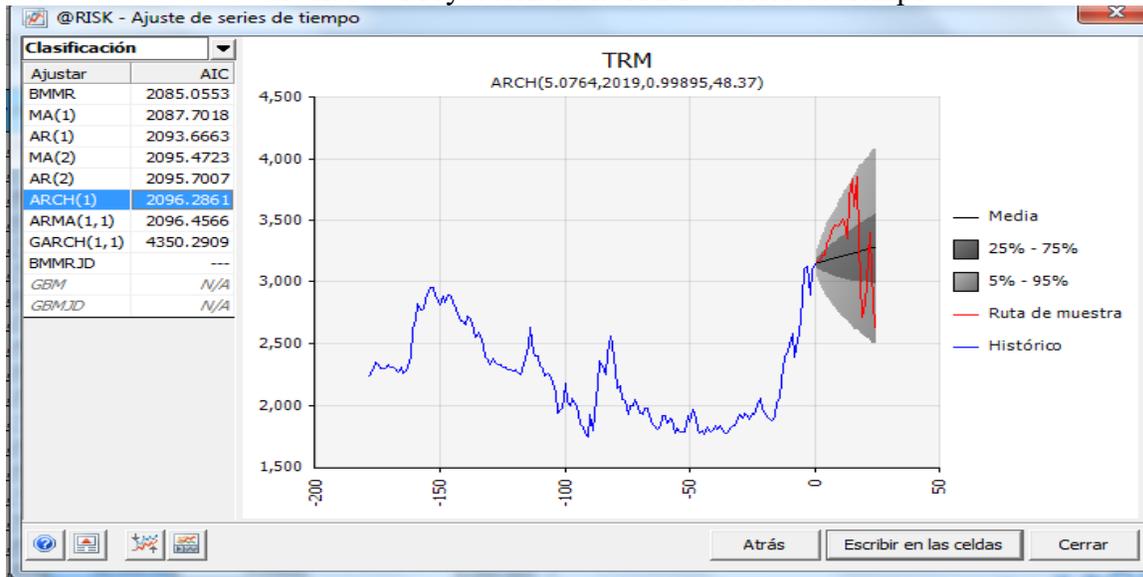
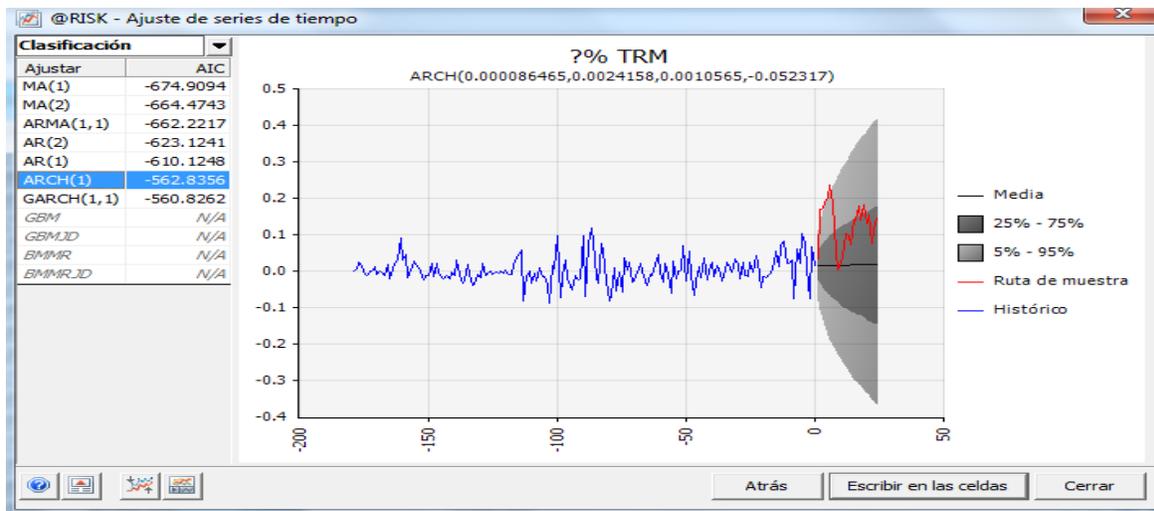


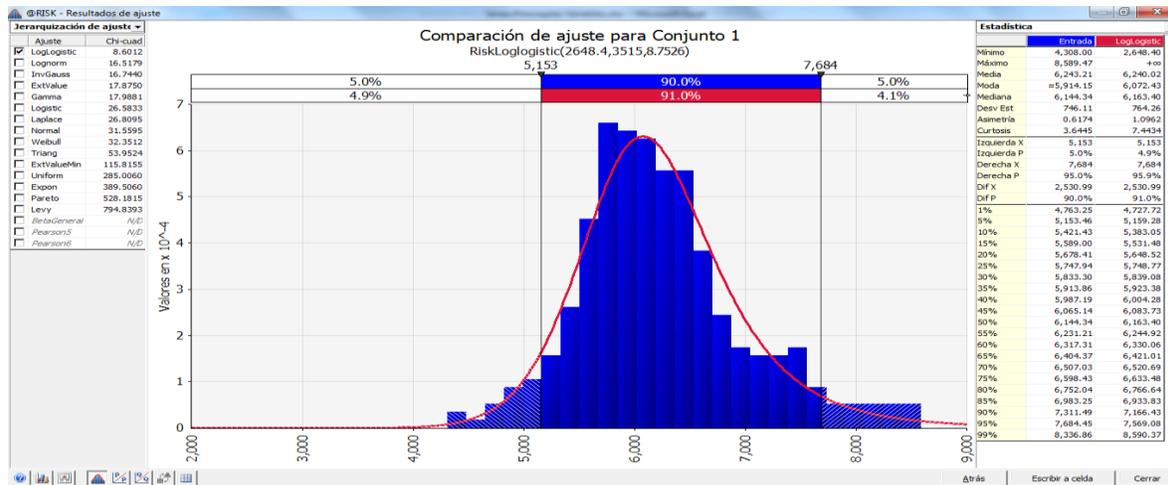
Gráfico 10. Proyección devaluación TRM – series de tiempo



Como se puede observar en los dos gráficos, mientras la ruta tomada por la variación de la TRM refleja una mayor volatilidad, abarcando rangos entre el 5% y 95% de confianza, la devaluación de la tasa de cambio presenta un comportamiento más moderado, por encima de la media de la muestra y concentrándose en mayor medida entre un 25% y 75% de confianza, permitiendo de este modo observar un equilibrado comportamiento y niveles de aversión al riesgo aceptables para el proyecto y los inversionistas.

Para el caso de la variable, kilómetros, se realiza una prueba de bondad de ajuste para una serie de observaciones, con el objeto de determinar la mejor distribución de probabilidad que se ajusta al comportamiento de dicha variable.

Gráfico 11. Prueba de bondad de ajuste variable km según prueba Chi-cuadrado y Smirnov – Kolmogorov



Una vez obtenidas las ecuaciones y distribuciones de probabilidad para los factores de riesgo o variables que en mayor medida impactan el valor económico del proyecto, se procede a realizar la Simulación de Montecarlo, con la cual vamos a obtener el VaR del proyecto, en este caso el Valor Económico en Riesgo a través de una valoración de flujos de caja descontados.

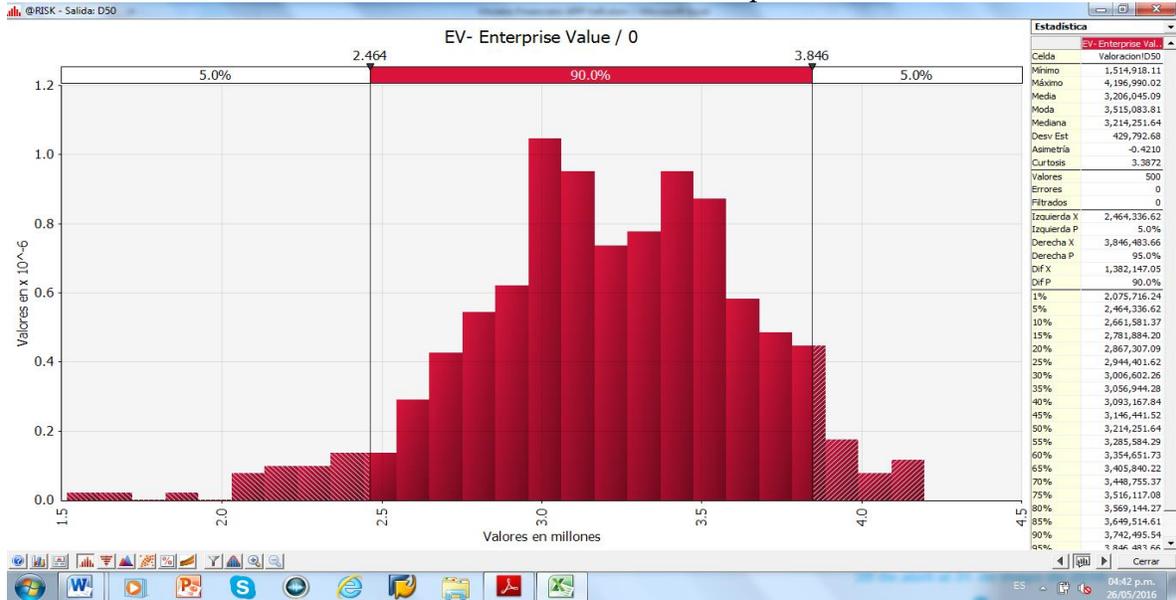
De acuerdo con la valoración económica realizada se encuentra un valor base de \$2.746 millones (Enterprise Value).

Tabla 13. VaR del proyecto

Valoración por FCL	
(+) VP FCL p. Explicito	3,812,515
(+) VP FCL Terminal	0
EV- Enterprise Value	3,812,515
(-) Deuda Financiera	619,313
(+) Efectivo disponible	0
=Valor del Equity o patrimonio	3,193,202
(+) EV enterprise Value	3,812,515
(-) Capital invertido	884,733
Market Value added- MVA	2,927,782

Ahora, partiendo del mismo, se procede a analizar con un nivel de confianza del 90%, el rango en el cual podrá encontrarse el Enterprise Value del proyecto, el cual arrojó los siguientes resultados:

Gráfico 12. Simulaciones del Enterprise Value



El valor económico del proyecto, con un 90% de nivel de confianza, se encuentra entre \$2.464 millones y \$3.846 millones, con lo cual se concluye que el proyecto es factible y espera generar un valor importante para los accionistas.

Sin embargo, es requerida la realización de una comparación respecto al escenario inicial donde se puedan evidenciar las variaciones que, en cambios del comportamiento del mercado, presentará la estructura de la valoración mediante el flujo de caja, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 14. Comparativo valoración FCLD – Escenario inicial vs VaR proyecto

Escenario Inicial		Escenario final - VaR Proyecto	
(+) VP FCL p. Explicito	2,746,838	(+) VP FCL p. Explicito	3,812,515
(+) VP FCL Terminal	0	(+) VP FCL Terminal	0
EV- Enterprise Value	2,746,838	EV- Enterprise Value	3,812,515
(-) Deuda Financiera	629,536	(-) Deuda Financiera	619,313
(+) Efectivo disponible	0	(+) Efectivo disponible	0
=Valor del Equity o patrimonio	2,117,302	=Valor del Equity o patrimonio	3,193,202
(+) EV enterprise Value	2,746,838	(+) EV enterprise Value	3,812,515
(-) Capital invertido	899,338	(-) Capital invertido	884,733
Market Value added- MVA	1,847,500	Market Value added- MVA	2,927,782

El máximo sobrecosto que permite el proyecto es de \$1 Billón, presentando un adecuado escenario, dado que aunque el Enterprise Value presentaría un incremento del 42,44% se

observa disminuciones en el endeudamiento financiero y el capital invertido del 1,62%, respectivamente.

5. Conclusiones

Con la metodología utilizada en la presente investigación para calcular el VaR de un proyecto del sector real, se puede inferir que en la evaluación de proyectos y en las diferentes empresas del sector real se cuenta con las herramientas necesarias para cuantificar y gestionar el riesgo al cual se ven expuestos los inversionistas, dejando un poco de lado la teoría de que estas herramientas financieras son exclusivas para el sector financiero y de valores.

Identificando las principales variables que aumentan el riesgo de los resultados esperados por los inversionistas se facilita entonces la toma de decisiones determinadas con dichas variables que minimicen los factores de riesgo desde aspectos macroeconómicos como de la operación del proyecto.

Con esta metodología se permite realizar diferentes simulaciones a las variables identificadas de alto riesgo, teniendo diferentes escenarios y cuantificando su valor en riesgo respectivo, de este modo se facilita la toma de decisiones oportunas para la exposición que se estime en cada caso.

Uno de los resultados significativos del trabajo realizado es el de mostrar las variables que impactan en principal medida el valor económico de proyecto, en este caso la TRM y los kilómetros recorridos por el Sistema. A partir del caso descrito en la investigación, analizados los parámetros kilómetros y TRM en ambientes de riesgo y después de realizar 500 iteraciones, se puede concluir que bajo un intervalo de confianza del 90% el proyecto podrá tener un Enterprise Value entre \$2,4 y \$3,8 Billones de pesos.

Este valor indica el costo máximo que podrá presentar el proyecto, que en el caso de estudio desarrollado y de la nueva modalidad de desarrollo de inversiones en el país, las Asociaciones Publico Privadas, corresponde al costo máximo que será asumido directamente por el inversionista principal, en este caso los inversionistas privados, teniendo presente las condiciones planteadas y asumiendo cambios abruptos en el comportamiento del mercado y el impacto que, al final de los periodos de concesiones, tendrá como beneficio el sector público.

En este aspecto, el cálculo de los valores de riesgo permite a este tipo de contratación contar con beneficios para las partes intervinientes, en el caso del sector real, identificar el nivel de inversión máximo para cada proyecto sin que se vea afectada la estructura de capital en la inversión y establecer condiciones en las licitaciones y en los contratos, para el

sector público, que permitan mitigar cambios drásticos en el entorno protegiendo de este modo el presupuesto de la Nación y los recursos públicos.

Teniendo en cuenta la incertidumbre existente en la gestión empresarial, y particularmente en las decisiones de inversión que aseguren la generación de valor para los accionistas, se hace vital aplicar herramientas de riesgo que permitan mejorar y soportar la toma de decisiones.

Referencias

Alonso, J. y Chávez, J. (2013). “Valor en riesgo: evaluación del desempeño de diferentes metodologías para cinco países latinoamericanos”. Consultado el 8 de septiembre de 2015 de: http://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/1597

Arango, P. (2009). *Modelo de cupos de inversiones temporales para entidades del sector real a partir del Análisis de Riesgo de Crédito y de Mercado* (tesis de maestría en Ingeniería Administrativa Perfil Profesional. Universidad Nacional). Consultado el 6 de junio de 2016 de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2395/1/43974185.2009.pdf>

“Circular 100 de 1995 (Capítulo II: Reglas Relativas a la Gestión del Riesgo Crediticio)” (2007). Consultado el 8 de septiembre de 2015 de: <http://www.superfinanciera.gov.co>

Dowd, K. (1998). “Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management. EE.UU.”. Nueva York, Estados Unidos: John Wiley & Sons [Consultado el 6 de septiembre de 2015 de: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.eafit.edu.co/science/article/pii/B9780080439723500323>].

Fatemi, A. y Luft, C. (2002). “Corporate risk management. Costs and benefits”. *Global Finance Journal*, 13, 29-38. Consultado el 8 de septiembre de 2015 de: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.eafit.edu.co/science/article/pii/S1044028302000376>

Fernández, P. (2008). “Métodos de valoración de empresas”. Consultado el 20 de abril de 2016 de: <http://www.iese.edu/research/pdfs/di-0771.pdf>

Feria, J. y Oliver, M. (2006). “Valor en riesgo (VeR): concepto, parámetros y utilidad”. Consultado el 8 de septiembre de 2015 de:

<https://ubr.universia.net/article/view/561/valor-riesgo-ver-concepto-parametros-utilidad->

- Flores, L. y Moscoso, J. (2009). “Metodología para la medición del valor en riesgo corporativo en las empresas colombianas”. *Contaduría Universidad de Antioquia*, 55, 203-221. Consultado el 8 de septiembre de 2015 de: <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/cont/article/view/16344>
- Fuentes, D. y Jiménez, V. (2007). *Aplicación de una metodología de gestión de riesgo financiero de mercado para construir indicadores de medición en empresas del sector real –caso aplicado Ecopetrol–* (tesis de pregrado. Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística. Universidad del Valle). Cali, Colombia.
- Garman, M. y Blanco, C. (1998). “Nuevos avances en la metodología de valor en riesgo: Conceptos de VeR_{Δ} y VeR_{β} ”. *Revista Análisis Financiero*, 75. Consultado el 7 de septiembre de 2015 de: <http://www.ieaf.es/new/analisis-financiero/version-espanola/>
- “Informe sobre inflación” (2015). Consultado el 6 de junio de 2016 de: http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/isi_dic_2015.pdf
- Jiménez, V. (2009). “Aplicación de una metodología de medición del riesgo financiero de mercado en empresas del sector real”. Consultado el 6 de junio de 2016 de: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/6098/1/Heuristica16-A02.pdf>
- Laffaye, S. (2008). “La crisis financiera: origen y perspectivas”. *Revista del CEI*, 13. Consultado el 9 de septiembre de 2015 de: <http://www.cei.gov.ar/userfiles/revista13.pdf>
- Martínez, I. (2012). “Definición y cuantificación de los riesgos financieros”. Consultado el 9 de septiembre de 2015 de: http://www.mapfre.com/documentacion/.../i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=107020
- Markowitz, H. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. Nueva York, Estados Unidos: John Wiley. Consultado el 13 de septiembre de 2015 de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x/abstract>
- Mascareñas, J. (2008). “Monografías sobre Finanzas Corporativas Introducción al VaR”. Consultado el 13 de septiembre de 2015 de: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/jmas/mon/29.pdf>

Méndez, M. (2000). *Modelo para la medición del riesgo financiero en las administradoras de fondos de pensiones y cesantías* (tesis de maestría en Ingeniería Industrial. Universidad de los Andes). Bogotá, Colombia.

“Overview: Market Risk” (2000). Consultado el 10 de septiembre de 2015 de: <http://riskinstitute.ch/00013404.htm>

“Resumen proyecciones” (2014). Consultado el 10 de septiembre de 2015 de: https://www.grupohelm.com/sites/default/files/Resumen%20proyecciones_may14.pdf

Ribero, G. (2015). “Notas de Clase Valoración de Empresas” (notas de clase. Universidad EAFIT). Medellín, Colombia.

Sanz, J. (2006). “Métodos clave para calcular el Valor en Riesgo”. Consultado el 8 de septiembre de 2015 de: <http://pdfs.wke.es/6/8/8/7/pd0000016887.pdf>

Sharpe, W. (1964). “Capital Assets Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk”. *Journal of Finance*, 19. Consultado el 10 de septiembre de 2015 de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x/abstract>