

Técnicas de múltiples financieros para valorar acciones de empresas en el sector eléctrico en Colombia¹

Antonio Boada², Diego Castaño³

Resumen

Introducción. Mediante el presente artículo, se documenta un novedoso procedimiento de valoración de acciones, mediante múltiples financieros empresariales, pero con el apoyo técnicas estadísticas de proyección futura de escenarios, herramientas para simulación e incluso modelos bayesianos de valoración continua de los indicadores relativos en el tiempo. **Objetivo.** Desarrollar una técnica estadística financiera para valorar a mediano plazo el precio de la acción en el mercado secundario. **Materiales y métodos.** Esta metodología introduce un nuevo concepto de valoración, compenetrando la técnica tradicional de los múltiples financieros, con la simulación probabilística de escenarios futuros mediante el uso de Risk Simulator y finalmente la creación de un indicador porcentual para estimar el precio de la acción en el mercado secundario, mediante un modelo lineal dinámico bayesiano

de estas simulaciones previas. **Resultados.** En este trabajo se documentaron cinco fases, las cuales inician con un análisis de la información suministrada por Bloomberg en la empresas del sector eléctrico colombiano (Isagén, Celsia e ISA), para luego generar una estructura mediante el uso de múltiples financieros definidos y documentados para su aplicación; con base en esta información estructural se procedió a la proyección de las variables utilizadas en la valoración para los futuros cinco años (hasta el 2020), con la finalidad de calcular los múltiples financieros de los resultados teóricos y poder realizar simulaciones de Montecarlo en función de distribuciones de probabilidad establecidas para cada variable causal, según el comportamiento histórico de las mismas. **Conclusiones:** Finalmente, con estos valores de los múltiples financieros determinados a través de la simulación y el precio real de la acción en el mercado, se calcula el Indicador Relativo de Comparación (IRC), el cual presentará valores

1 Artículo original derivado del proyecto de investigación denominado *Observatorio de Prospectiva Empresarial, de la Institución de Educación Superior CEIPA*, ejecutado entre diciembre de 2017 y agosto de 2019; Grupo de investigación Orygen e IMCA; Financiado por CEIPA Business School.

2 Magíster en Finanzas del IESA Venezuela, Especialista en Estadística Computacional en la USB Venezuela, Licenciado en Educación Mención Física y Matemáticas en la UCAB Venezuela, docente-investigador y miembro del grupo Orygen e IMCA de la IES CEIPA. Correo: antonio.boada@ceipa.edu.co ORCID: 0000-0002-8882-7680. Correspondencia: Sabaneta Calle 77 Sur No. 40 – 165, Antioquia – Colombia.

3 Magíster en Ingeniería, Universidad Pontificia Bolivariana, Especialista en Combustibles Gaseosos, Universidad de Antioquia. Ingeniero Químico Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín. Institución de procedencia y dependencia: Corporación Universitaria Lasallista-CEIPA Business School. Facultad de Ingeniería-Escuela de Administración. Cargo: Jefe de programa, docente de Cátedra. Correo electrónico: dcastano@lasallista.edu.co – diego_castano@virtual.ceipa.edu.co. Código Orcid: 0000-0003-0948-3291. Correspondencia: Carrera 51 # 118 Sur – 57 Caldas – Antioquia – Colombia
Autor para correspondencia: antonio.boada@ceipa.edu.co

Recibido: 27/06/2019 Aceptado: 28/02/2020

históricos, ofreciendo el sustento para realizar las proyecciones mediante un Modelo Lineal Dinámico Bayesiano, a fin de pronosticar a mediano plazo el valor promedio anual de la acción para cada empresa del sector eléctrico en Colombia (Isagén, Celsia e ISA) durante los años 2016 al 2020.

Palabras clave: mercadeo de valores, mesa de dinero, prospectiva financiera, modelos bayesianos, estadística financiera

Techniques of financial multiples to value shares of companies in the electricity sector in Colombia

Abstract

Introduction: Through this article, a new procedure for the valuation of shares is documented, through business financial multiples, but with the support of statistical techniques for the future projection of scenarios, tools for simulation, and even Bayesian models of continuous valuation of relative indicators in time. **Objective:** Develop a financial statistical technique to assess share price in the secondary market in the medium term. **Materials and Methods:** This methodology introduces a new concept of valuation, combining the traditional technique of financial multiples with the probabilistic simulation of future scenarios through the use of Risk Simulator and finally the creation of a percentage indicator to estimate the share price in the secondary market, by means of a Bayesian dynamic linear model of these previous simulations. **Results:** In this work five phases were documented, which begin with an analysis of the information provided by Bloomberg in the Colombian electricity sector companies (ISAGEN, CELSIA and ISA), and then generate a structure through the use of multiples financial policies defined and

documented for its application. Based on this structural information, the variables used in the valuation for the future five years (until 2020) were projected, with the purpose of calculating the financial multiples of the theoretical results and being able to perform Monte Carlo simulations based on established probability distributions for each causal variable, according to their historical behavior. **Conclusions:** Finally, with these values of the financial multiples determined through the simulation, and the real price of the share in the market, the Relative Comparison Indicator (IRC) is calculated, which will present historical values, offering support for making projections through a Bayesian Dynamic Linear Model, in order to forecast in the medium term the average annual share value for each company in the electricity sector in Colombia (ISAGEN, CELSIA and ISA) during the years 2016 to 2020.

Keywords: Securities market, Trading desk, Financial Prospective, Bayesian Models, Financial Statistics

Técnicas de múltiplos financeiros para avaliar ações de empresas do setor elétrico na Colômbia

Resumo

Introdução. Através de este artigo, um novo procedimento de avaliação de ações é documentado, através de múltiplos financeiros empresariais, mas com o suporte de técnicas estatísticas de projeção futura de cenários, ferramentas para simulação e até modelos bayesianos de avaliação continua dos indicadores relativos no tempo. **Objetivo.** Desenvolver uma técnica estatística financeira para avaliar à médio prazo o preço da ação no mercado secundário. **Materiais e métodos.** Esta metodologia introduz um novo conceito

de avaliação, combinando a técnica tradicional dos múltiplos financeiros, com a simulação probabilística de cenários futuros através do uso de Risk Simulator e finalmente a criação de um indicador percentual para estimar o preço da ação no mercado secundário, através de um modelo lineal dinâmico bayesiano destas simulações prévias. **Resultados.** Neste trabalho foi documentado cinco fases, as quais iniciam com uma análise da informação fornecida pela Bloomberg nas empresas do setor elétrico colombiano (Isagén, Celsia e ISA), para logo gerar uma estrutura através do uso de múltiplos financeiros definidos e documentados para a sua aplicação; com base nesta informação estrutural foi procedido á projeção das variáveis utilizadas na avaliação para os futuros cinco anos (até o 2020), com o fim de calcular os múltiplos financeiros dos resultados teóricos e poder realizar simulações

de Montecarlo em função de distribuições de probabilidade estabelecidas para cada variável causal, segundo o comportamento histórico das mesmas. **Conclusões:** Finalmente, com esses valores dos múltiplos financeiros determinados através da simulação e o preço real da ação no mercado, se calcula o Indicador Relativo de Comparação (IRC), o qual apresentara valores históricos, oferecendo o sustento para realizar as projeções através de um Modelo Lineal Dinâmico Bayesiano, coma finalidade de prognosticar a médio prazo o valor médio anual da ação para cada empresa do setor elétrico na Colômbia (Isagén, Celsia e ISA) durante os anos 2016 ao 2020.

Palavras-chave: Marketing de títulos, Tabela de dinheiro, Perspectiva Financeira, Modelos Bayesianos, Estatísticas Financeiras

Introducción

Para Quemada (2015), la valoración empresarial expone un trabajo que demanda de conocimientos técnicos y no es una ciencia exacta. La misma surge como una necesidad, desde el aspecto de operaciones corporativas, así como de las relaciones con los accionistas. En este sentido, existe literatura sobre los diversos métodos de valoración, entre los que resaltan el descuento de flujos de caja libre, los múltiplos financieros, descuentos de dividendos y el valor neto contable ajustado (Fernández, 2008; Moscoso y Botero, 2013; Parra, 2013).

Para ello, en este estudio se utilizó la técnica de múltiplos financieros comparables, a fin de poder valorar empresas y precio de acciones a nivel de tendencia y comportamiento en el tiempo, utilizando información extraída de los estados financieros–contables de las empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia, BVC.

Por medio de la técnica de múltiplos financieros, fue posible cuantificar los indicadores de cada empresa del sector eléctrico, estableciendo un punto comparativo en función de las compañías similares, competencias directas y pertenecientes del mismo sector. Posteriormente se realizó una simulación de escenarios, probabilísticamente ajustados según el comportamiento histórico de los registros y, finalmente, esta ponderación simulada se comparó directamente con el precio de la acción en la BVC, estableciendo así un indicador inhibitor o impulsador según la percepción del mercado secundario para este instrumento financiero.

Esta metodología introduce un nuevo concepto de valoración, compenetrando la técnica tradicional de los múltiplos financieros, con la simulación probabilística de escenarios futuros mediante el uso de Risk Simulator y finalmente la creación de un indicador porcentual para proyectar el precio de la acción en la BVC,

utilizando un modelo lineal dinámico bayesiano de estas simulaciones previas (Perichi, 1990).

fundamentales se presentan entre “Empresa en marcha” vs. “Empresa en liquidación”.

Ley del precio único

En correspondencia con lo indicado por Court (2012), en referencia a la Ley del precio único, la teoría y práctica de las finanzas modernas se basan en la idea de la ausencia de arbitraje (o Ley del precio único) como concepto unificador de la valoración.

En este mismo orden y dirección, Bodie y Merton (1999) afirman que la **Ley del precio único** establece lo siguiente: *en un mercado competitivo, si dos activos son equivalentes, estos tenderán a tener el mismo valor de mercado*. Esta ley se cumple aplicando un proceso denominado **arbitraje**, el cual consiste en comprar y vender inmediatamente los activos a fin de ganar una utilidad segura a partir de la diferencia de sus precios.

Bajo esta concepción, el arbitraje y la toma de decisiones financieras introducen el concepto con base en el valor presente neto y la evaluación del riesgo. Mientras, en mercados competitivos, la Ley del precio único establece que se pueden usar los precios del mercado para determinar el valor de una oportunidad de inversión para la compañía (si dos activos son equivalentes, tenderán a tener el mismo precio del mercado), representando así el principio unificador en que se basa la economía financiera (Acevedo et al., 2011).

En este propósito, de acuerdo con Boson, Cortijo y Flores (2009), la valoración de empresas puede sufrir fluctuaciones en los supuestos según la decisión de envergadura que se presente, en casos como: fusiones, venta, cambio de directiva, contratar seguros, trabajos de reingeniería, liquidación o reorganización en momentos de crisis. Las dos diferencias

Clasificación de los ratios o múltiplos

De acuerdo con Court (2012, p. 333), los ratios o múltiplos financieros aparecen por la necesidad de las empresas de tener información relevante y sintetizada sobre el desempeño de estas; es así como la elección de los ratios dependerá de la información disponible y de los objetivos que se persiguen con la creación de los mismos, pudiéndose clasificar en tres (3) grandes grupos:

1. Múltiplos de situación o de estructura: analizan el grado de seguridad que tiene la estructura financiera de la empresa.
2. Múltiplos de gestión o actividad: permiten medir la eficiencia de la gestión de una organización.
3. Múltiplos de resultados: miden el nivel de rentabilidad alcanzada y las perspectivas de crecimiento. Este artículo se fundamentará en este aspecto, en función a los resultados de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC).

Es así como la evaluación numérica de los ratios o múltiplos financieros permiten revelar las señales: tendencias, anomalías, fortalezas o debilidades de la empresa.

Análisis a través de razones financieras

Aun considerando las diferencias entre los métodos contables y los métodos financieros, los estados financieros auditados publicados y

los auditados, por lo general brindan indicios con relación a la situación financiera de la empresa y pueden servir como una referencia sobre su desempeño.

Sobre la base de las consideraciones anteriores se define un procedimiento que permita la comparación entre empresas; para ello, Bodie y Merton (1999) establecen que existen cinco razones que pueden servir de base para analizar atributos de desempeño en una empresa; por un lado, las razones de rentabilidad, que señalan la relación de la rentabilidad en función de las ventas, los activos o la base de capital; por otro lado, la razón de rotación de activos, en donde se valora la capacidad empresarial para poder emplear sus activos de forma productiva. Así mismo existen las razones de apalancamiento financiero, en donde se valora la estructura de capital de una compañía, así como su nivel de endeudamiento; las razones de liquidez, que expresan un cálculo de la capacidad empresarial para cumplir sus obligaciones cortoplacistas y finalmente las razones de valor de mercado, las cuales miden la relación entre el valor de mercado y los valores en libros contables.

El presente estudio expone la valoración y uso de técnicas estadísticas para analizar el desempeño de los múltiplos financieros, logrando indicadores fundamentados en el de valor de mercado. Entre las relaciones más comunes expuestas con los precios de las acciones para las empresas en el mercado secundario se tienen:

1. Múltiplo de precio (valor de mercado) a ganancias por acción ($Pr / (PER)$), que representa el precio por acción (mercado secundario) entre las ganancias por acción
2. Múltiplo de precio (valor de mercado) a ingresos por acción ($Pr / (P/S)$), que representa el precio por acción

(mercado secundario) entre los ingresos devengados por cada unidad accionaria.

3. Múltiplo de precio (valor de mercado) a valor de libros por acción ($Pr / (P/B)$), que representa el precio por acción (mercado secundario) entre el patrimonio registrado por cada unidad accionaria.

Métodos de valoración por múltiplos

La posibilidad de valorar los activos constituye uno de los aspectos prioritarios en finanzas, así como también la comercialización en un mercado competitivo; es así como tomando en consideración el libre mercado, y la competencia en los mercados secundarios, es posible establecer un comparativo entre dos activos de compañías equivalentes, mediante la Ley del precio único y el arbitraje continuo.

Es así como la valoración por múltiplos financieros establece un método cuantitativo para determinar el valor de un activo subyacente a partir de la información del comportamiento de los activos de compañías comparables; todo esto en función de la información disponible.

La técnica de múltiplos financieros comparables se establece sobre la hipótesis de la eficiencia de los mercados de valores, en donde el precio de la acción en el mercado secundario refleja toda la información pública sobre los factores que influyen y pueden influir en una compañía; de esta manera, es necesario estar conscientes de que el valor de los libros contables no siempre será igual que el valor actual del mercado.

Ahora bien, para Berk (2008) ninguna técnica por sí sola proporciona el valor verdadero de una empresa y una acción, por tal motivo, los

enfoques requieren de prospectivas e hipótesis en función de la incertidumbre. Los modelos estadísticos de valoración pueden determinar relaciones en función a múltiples variables para determinar el precio de la acción en el mercado,

según fluctuaciones como los flujos de efectivo (pasados y futuros de la empresa), su costo de capital, e inclusive el valor de sus acciones en el pasado (ver Figura 1).

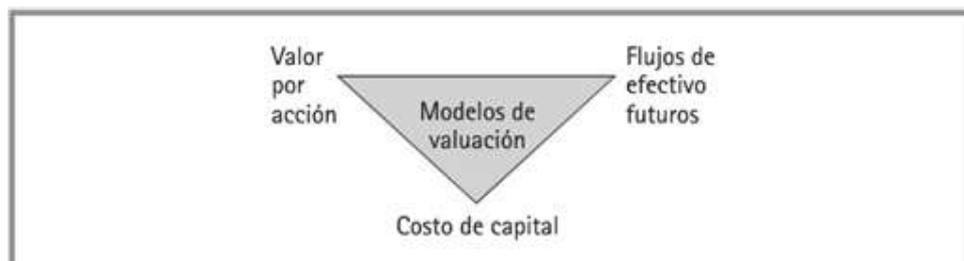


Figura 1. La tríada de la valoración (Berk, 2008)

Fuente:

La valoración a través del valor presente de flujos futuros de efectivo (flujos de caja futuros), resulta ser una técnica con mayor preponderancia y fundamentación de valoración exacta (útil para valorar el precio exacto de una empresa, y negociaciones de adquisición); sin embargo, es importante resaltar que la técnica de múltiplos comparables resulta ser una técnica objetiva de comparación entre empresas del mismo sector, bajo el supuesto de competitividad y de libre mercado (Amaya, 2010; Fernández, 2008).

los indicadores financieros (múltiplos-ratio) para dicho sector particular.

Sin embargo, en ocasiones no es sencillo determinar un grupo de empresas semejantes que permitan determinar un parámetro que permita establecer una norma comparativa de desempeño entre ellas; de hecho, es normal que puedan existir discrepancias dentro del mismo tipo de industria, haciendo énfasis en el distinto nivel de diversificación, en su tamaño, edad, internacionalización y decisiones contables que adoptan.

Hacer prospectiva de corto plazo en el precio de una acción puede resultar engañoso, ya que en ocasiones la rentabilidad que se refleja en los estados financieros puede no reflejarse directamente en el precio del instrumento financiero en el mercado secundario. Es por ello que una buena práctica es la búsqueda de empresas del sector, con comportamiento similar, de manera tal que se pueda medir y analizar el comportamiento de

De esta manera, es posible organizar las razones financieras de las empresas comparables, de forma que refleje las conexiones lógicas y analíticas, valorando posibles modelos estadísticos predictivos que permitan estimar en el tiempo su evolución y posterior relación con las operaciones de la compañía.

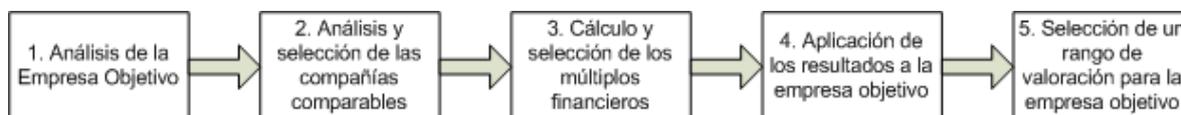


Figura 2. Pasos a seguir para el método de los múltiplos comparables

Fuente: (Bandenes, 1999).

Esta metodología de múltiplos se considera útil para determinar intervalos de valor, se considera así también como complementaria al descuento del flujo de caja libre, ya que en ocasiones presenta cierta incongruencia, porque el valor de los activos o de las acciones depende del futuro, mientras que el denominado se encuentra “anclado” en el presente o, como mucho, es la mejor estimación del año en curso (Accid, 2009).

Evaluación numérica mediante ratios o múltiplos

La evaluación numérica de los ratios o múltiplos con respecto a las cifras de base permitirá realizar una evaluación de la empresa, siempre teniendo en cuenta que (Court, 2012):

1. Los ratios o múltiplos son señales; además, revelan tendencias, anomalías, fortalezas o debilidades de la empresa.
2. No deben ser interpretados de forma aislada a otros. El numerador y denominador de un ratio o múltiplo puede variar de modo independiente el uno del otro.
3. La eficacia de la gestión empresarial no es válida a través de los ratios o múltiplos, si antes no se comprenden las características del negocio, la política y estructura de capital de la empresa.
4. La importancia radica en la comparación histórica de los ratios o múltiplos estableciendo relaciones con otras empresas de negocios similares. De hecho, la información unificada, parametrizada y suministrada por Bloomberg facilita este aspecto de comparación.

5. Siempre los ratios que se escojan para comparar dependerán del objetivo perseguido en el estudio y de la información que se pueda obtener.

Usualmente una gerencia usa los múltiplos principalmente para apreciar la gestión y conocer si hubo una relación apropiada entre el crecimiento de la empresa (progreso) y el equilibrio financiero (seguridad).

¿Por qué múltiplos comparables?

Damodaran (2006) afirma que, dentro del ámbito financiero no existen dos activos que sean idénticos en todos los aspectos; sin embargo, es posible identificar empresas parecidas, que posean indicadores financieros que reflejen un comportamiento similar en el sector estudiado, pudiendo así generar múltiplos – ratios del sector analizado.

Como casi nunca se conocen los precios de activos exactamente equivalentes, se utilizan modelos de valoración como métodos cuantitativos con que se deduce el valor de un activo a partir de la información concerniente a los precios de otros parecidos y de las tasas de interés del mercado. (Bodie y Merton, 1999), a continuación, se exponen los modelos:

a.- Valoración de participación de acciones – utilidad o beneficio (B/A)

Un método usado para estimar el valor de una acción de una empresa, consiste en tomar las utilidades por acción más reciente (B/A) y multiplicarlas por un “Múltiplo de Precio/Utilidad” ($Pr/(B/A)$) obtenido de compañías similares. Ese múltiplo es la razón del precio de las acciones de la compañía a sus utilidades por acción (Bodie y Merton, 1999).

Es muy importante que, al aplicar este modelo, se asegure de que se esté valorando compañías realmente semejantes. No solamente a nivel de activos, sino también a nivel de relación Deuda / Activos.

b.- Valoración de Participación de Acciones–Patrimonio. (P/A)

Otro método de valoración de precio de acciones por múltiplo corresponde al patrimonio por acción (P/A), el cual representa una valoración de sustentación del patrimonio según cada precio de unidad accionaria ($Pr/(P/A)$).

Sin embargo, es muy importante destacar que, al aplicar este método de valoración, no siempre el valor reflejado en los libros coincidirá con los valores de mercado. En un principio todos los activos y pasivos se registran a precio de mercado, pero después, probablemente no coincidan, ya que existe la presencia de depreciaciones contables o incluso crecimiento del valor de mercado. Es muy importante que el usuario de los estados financieros no debe interpretar los valores de los activos allí asentados como estimaciones del valor de mercado.

c.- Valoración de participación de acciones–ingreso (I/A)

Corresponde al método final de valoración de precio de acciones por múltiplo, en función al ingreso neto por acción ($Pr/(I/A)$).

Bajo esta concepción, en empresas con características similares, semejantes, el precio de la acción se encontrará proporcionalmente colocado según el nivel de ingresos esperado y su eventual desempeño en el tiempo.

d.- Expresión de la información en los precios de los productos financieros

La valoración de múltiplos financieros presenta solidez ante la estabilidad en el desempeño del sector estudiando, así como firmeza en las operaciones financieras del mercado secundario, mitigando aspectos de “tensión”, “reacción” y “saltos especulativos”, ante noticias de prospectivas y especulativas.

Es así como la valoración mediante múltiplos financieros se fundamenta en la Hipótesis de Mercados Eficientes (HME), que argumenta que “toda información relevante debe ser reflejada en los precios de los mercados bursátiles” (Ramírez, Ruiz y Gutiérrez, 2015), infiriendo de esta manera que el precio actual de cualquier instrumento financiero debe reflejar plenamente toda la información disponible para el público. Es por ello que para Demirakos, Strong & Walker (2004), “los programas de análisis y los múltiplos de valoración son frecuentemente utilizados para estimar el valor de la empresa y justificar las recomendaciones de inversión”.

Colombia y su sistema eléctrico

Para el año 1967, solo se materializó con la creación de Interconexión Eléctrica S.A. – ISA, aspecto que se había indicado desde la década de los 50. Posteriormente en 1994 el sector eléctrico en Colombia experimentó una transformación, ofreciendo apertura a nuevos competidores en el sector, dicho proceso según el Ministerio de Minas y Energía, UPME y Asocodis (2011) consistía

En fomentar la desintegración vertical y la separación de actividades, pasando de un Estado en el ejercicio de sus funciones como ente regulador, planeador y de control, a uno centrado en la fijación de lineamientos de política y la delegación de

las responsabilidades antes mencionadas a la CREG, UPME y SSPD. También es de resaltar, la inclusión de agentes e inversiones privadas en las empresas estatales y nuevos proyectos de infraestructura (Eafit, 2014).

Es por esto que en los 90, según Burkenroad (2014, p. 10), se evidenció que para lograr el uso eficiente de los servicios públicos era necesario hacer posible la entrada de competidores al mercado que proporcionaran el servicio; a partir de allí según Burkendroad Reports Latinoamérica “Siendo el Gobierno nacional el mayor accionista de la firma Interconexión Eléctrica S.A. – ISA –, decide escindir la compañía en mayo de 1995 separando de esta, los activos de generación de energía dando origen a ISAGEN”.

Para el año 2001 como una apuesta de Coltabaco, al escindir sus inversiones, se da paso a la creación de la Compañía Colombiana de Inversiones, Colinversiones, enfocada en el sector eléctrico, hoy llamada Celsia, conformando así la terna de los principales jugadores en el mercado energético del país.

Frente al desarrollo del sector en la Bolsa de Valores de Colombia, se podría decir que estas tres empresas se convirtieron en sus principales referentes, las cuales participan en el mercado secundario con acciones ordinarias. Este mercado se desarrolla de acuerdo con las leyes de oferta y demanda, espacio donde los diferentes inversionistas, compran y venden valores con el ánimo de obtener una rentabilidad. A pesar de que este mercado secundario no tiene representación empresarial directa, todo lo que suceda con sus acciones puede incidir en su desempeño financiero en el corto, mediano y largo plazo.

Actualmente, en el mercado eléctrico de Colombia predomina la libre competencia, pero estableciendo un límite por agente, determinado por el 25% de la capacidad

instalada del país. Es así como en Colombia existe un ente regulador tanto para la actividad de generación como para las de transmisión, distribución y comercialización de energía, que es la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), adscrita al Ministerio de Minas y Energía; de esta manera, se emplea el crecimiento de la demanda de energía para estimar el comportamiento del Producto Interno Bruto (PIB) en Colombia.

Objetivo de este estudio

A través del estudio expuesto, fue posible aplicar un conjunto de técnicas estadísticas para realizar prospectiva de mediano plazo sobre los múltiplos financieros en las empresas del sector eléctrico de Colombia.

- Analizar la evolución de las tres empresas (Isagén, Celsia e ISA) desde 2012 hasta 2015, mediante los estados financieros auditados suministrados por Bloomberg.
- Establecer el cálculo de los múltiplos financieros para cada empresa del sector según el comportamiento de las otras competidoras.
- Simular escenarios probabilísticos desde el año 2012 hasta el 2020, con la herramienta Risk Simulator para el múltiplo financiero de las empresas Isagén, Celsia e ISA, pertenecientes al sistema eléctrico de Colombia.
- Establecer un procedimiento de estimación del valor de la acción para cada empresa con base en la simulación probabilística del múltiplo financiero, mediante un porcentaje ajustable según un modelo lineal dinámico bayesiano.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo la investigación, se procedió a formular un arreglo mediante etapas considerando el punto de vista estadístico y el financiero, que permitieran implantar un procedimiento para la valoración consistente y continua de instrumentos financieros, fundamentado en Boada (2017).

Etapla 1: obtención y análisis de la información de los estados financieros consolidados extraídos desde Bloomberg, para el año 2012 hasta el 2015 en las empresas del sector eléctrico de Colombia: Isagén, Celsia e ISA.

Etapla 2: desarrollo de una estructura para la generación de múltiplos financieros de cada empresa, fundamentados en la información financiera de las empresas comparables. Es así como, es posible calcular el múltiplo financiero de Isagén en función de los resultados de ISA y Celsia.

Etapla 3: se calcula la proyección de las variables y datos para los años futuros, desde 2016 al 2020, calculando los múltiplos financieros para los resultados proyectados.

Etapla 4: se realizan quince mil (15.000) simulaciones de Montecarlo para cada múltiplo financiero a través de la herramienta Risk Simulator, determinando una prospectiva del valor anual de cierre. Dicho modelamiento de Montecarlo se realiza utilizando como insumo las distribuciones probabilísticas establecidas para cada variable de entrada, en este caso, el beneficio, patrimonio, ingresos y precio de la acción en el mercado secundario.

Etapla 5: se calculan los indicadores de comparación relativos, entre el valor teórico de los múltiplos financieros determinados a través

de la simulación y el precio de la acción en la Bolsa de Valores de Colombia; es así como se inicia una proyección de tendencia mediante un modelo lineal dinámico bayesiano.

Etapla 6: se establece la prospectiva para el precio de cada acción de las empresas del sector eléctrico colombiano en el mercado secundario, desde 2016 al 2020, cuantificados según las proyecciones obtenidas de las variables de entrada y la simulación del valor teórico del múltiplo financiero, calculando finalmente el indicador relativo de comparación según el modelo lineal dinámico bayesiano.

A continuación, se procederá a explicar detalladamente cada fase, utilizando como ejemplo, el instrumento de valoración de Isagén, en función de las compañías competidoras del sector eléctrico de Colombia: ISA y Celsia.

Así mismo, para la quinta y sexta fase, se expondrán al lector los resultados de los indicadores relativos, cuantificación que luego se analizará a través del modelo bayesiano, para así cuantificar la tendencia que se aplicará a los múltiplos futuros, simulados previamente mediante Risk Simulator.

Resultados

A continuación, se especifican los resultados del estudio, segmentado por cada una de las seis etapas de ejecución.

Etapla 1. Análisis estadístico inicial de los estados financieros consolidados para las empresas del sector eléctrico de Colombia: Isagén, Celsia e ISA.

Para este artículo se tomó información desde el año 2012 hasta el 2015 de los estados financieros y la cotización de las acciones en

la BVC (Bolsa de Valores de Colombia), para las principales empresas del sector eléctrico en Colombia.

A pesar de tener la información del balance general y estado de ingreso – gasto, realizamos especial énfasis en las siguientes variables, las

cuales ofrecen una perspectiva global de cada empresa (Isagén, Celsia e ISA), al cierre de año fiscal.

Tabla 1. Información consultada realizar la técnica de valoración de empresas a través de Múltiplos Financieros

Nombre de la variable	Variable en Bloomberg	Documento de Bloomberg	Período consultado
PATRIMONIO	Patrimonio total	Balance general	2012 – 2015
BENEFICIO NETO	Bien neto	P&G	2012 – 2015
INGRESO	Ingreso	P&G	2012 – 2015
ACCIONES CIRCULACIÓN	Acciones en circulación	Balance general	2012 – 2015
PRECIO ACCIÓN (PR)	Cotización BVC (precio de cierre)	Monitoreo Acciones BVC	2012 – 2015

Fuente: Boada, 2017

Para este análisis, la información obtenida por las variables Patrimonio total, Beneficio neto e Ingreso se encuentran en millones de pesos colombianos; las Acciones en circulación se encuentran en millones de acciones, mientras que el precio de la acción refleja el precio

unitario de cada acción en pesos colombianos.

Tabla 2. Información de las tres empresas del sector eléctrico colombiano

Empresa	Año	Patrimonio	Beneficio neto	Ventas	Número de acciones	Precio de la acción
ISAGÉN	2012	3298117	424334	1731539	2726,072	2505
ISAGÉN	2013	3504821	370387	2002814	2726,072	3250
ISAGÉN	2014	3645514	358417	2329620	2726,072	2965
ISAGÉN	2015	3830214 (E)	432899 (E)	2619405 (E)	2726,072	3400
MÁXIMA VARIACIÓN		16,13%	20,78%	51,28%	0,00%	35,73%
CELSIA	2012	4373412	230760	2023672	719,5845	5340
CELSIA	2013	4910482	373645	2381116	719,5845	5680
CELSIA	2014	4418297	173632	2588782	720	5870
CELSIA	2015	4377262	-166415	3691698	720	2800
MÁXIMA VARIACIÓN		12,28%	-324,53%	82,43%	0,06%	109,64%
ISA.	2012	10283936	272938	4303075	1107,6779	9600
ISA.	2013	11156022	433048	3601325	1107,6779	9100
ISA.	2014	12946995	593065	3921335	1107,6779	8630
ISA.	2015	11393053	701548	5270648	1125,4878	7380
MÁXIMA VARIACIÓN		25,90%	157,04%	46,35%	1,61%	30,08%

(E) = Estimado

Fuente: (Boada, 2017)

Tomando en consideración la información extraída por Bloomberg y realizando las estadísticas y los gráficos respectivos es posible determinar el comportamiento de cada una de

las variables, desde el año 2012 hasta el año 2015, para las 3 empresas del sector eléctrico colombiano. (Saravia, 2007; Boada, 2016)

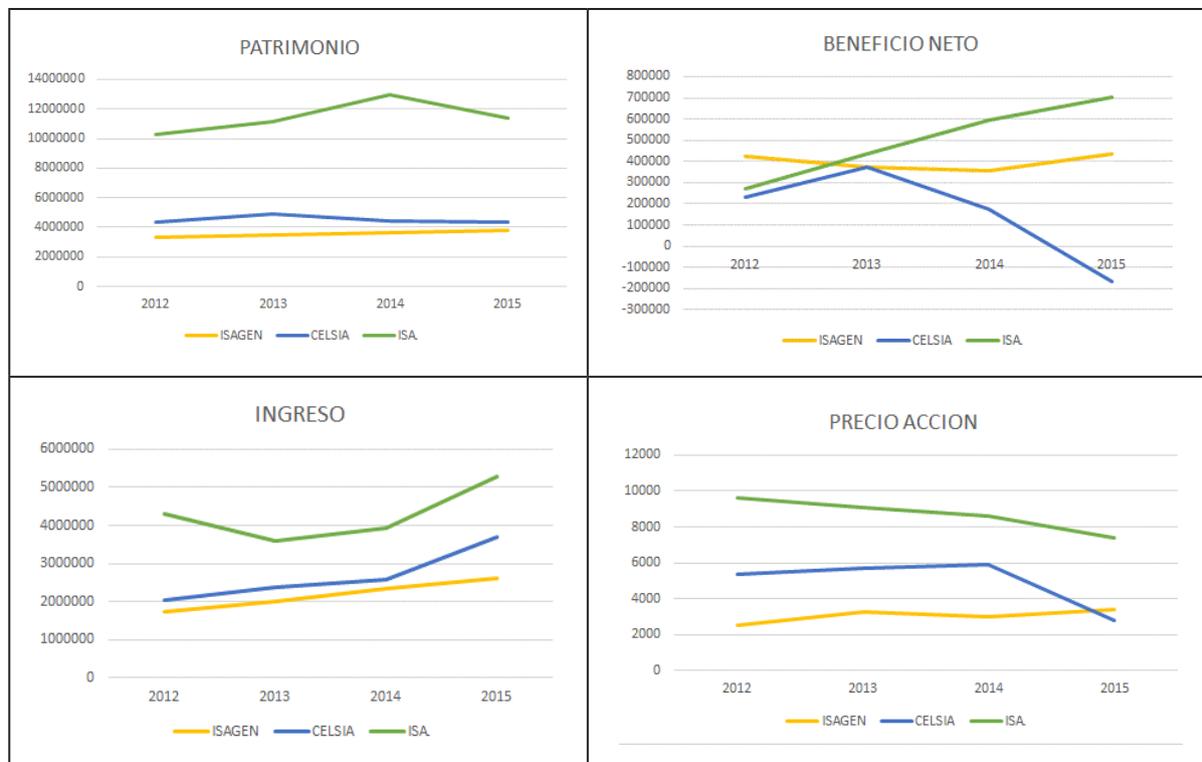


Figura 3. Resultados financieros de las empresas del sector eléctrico colombiano

Fuente: Boada, 2016

Analizando el desempeño de las variables para las tres empresas del sector eléctrico, podemos observar cómo para los años 2012 hasta 2015, el patrimonio y el ingreso mantuvieron un comportamiento estable de crecimiento; mientras se evidencia el alto nivel de fluctuación existente en el beneficio y el precio de la acción, especialmente en la empresa Celsia, que evidenció pérdidas en 2015, produciendo una caída en el precio de la acción en más de un 50% en la Bolsa de Valores de Colombia (BVC).

Etap 2. Cálculo de múltiplos financieros, en función al desempeño de las empresas competidoras. Por ejemplo, el múltiplo financiero de Isagén en función de los resultados de ISA y Celsia

Para esta segunda etapa, los múltiplos financieros exponen la aplicación de los *ratios* dependientes del beneficio, patrimonio y los ingresos; todo esto con la finalidad de mantener una estructura comparativa según el número de acciones emitidas y el precio del mercado secundario de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC).

Los cálculos fueron realizados directamente: Valoración de Participación de Acciones – Utilidad o Beneficio (B/A), Valoración de Participación de Acciones–Patrimonio (P/A), Valoración de Participación de Acciones–Ingreso (I/A); así como también en su forma como múltiplo secundario según el precio de la acción en la BVC (Pr): $[Pr / (B/A)]$, $[Pr / (I/A)]$, $[Pr / (P/A)]$.

De esta forma se calculan los resultados de los múltiplos históricos para cada compañía, observando una estructura de comportamiento

similar en el tiempo, que permitan establecer un criterio y estructura de estimación y pronóstico posterior.

EMPRESA	AÑO	Múltiplo Directo según el Número de Acciones			Múltiplo Secundario en Base al PRECIO DE LA ACCIÓN (Pr)		
		Beneficio / Acción (B / A)	Ingreso / Acción (I / A)	Patrimonio / Acción (P / A)	Pr / (B/A)	Pr / (I/A)	Pr / (P/A)
ISAGEN	2012	155,6576642	635,1772807	1209,84222	16,09300777	3,943780856	2,070517923
ISAGEN	2013	135,868385	734,6885922	1285,66707	23,92020778	4,423642934	2,52787061
ISAGEN	2014	131,4774518	854,5702388	1337,277225	22,55139539	3,469580223	2,217191727
ISAGEN	2015	158,7997151	960,871662	1405,03051	21,41061776	3,538453817	2,419876277
MÁXIMA VARIACIÓN		20,78%	51,28%	16,13%	48,64%	27,50%	22,09%
CELSIA	2012	320,685062	2812,278475	6077,690667	16,6518514	1,898816226	0,878623196
CELSIA	2013	519,25104	3309,015133	6824,051936	10,93883221	1,716522824	0,832350054
CELSIA	2014	241,1555556	3595,530556	6136,523611	24,34113527	1,632582427	0,956567655
CELSIA	2015	-231,1319444	5127,358333	6079,530556	-12,11429258	0,546090173	0,460561876
MÁXIMA VARIACIÓN		-324,66%	82,32%	12,28%	-300,93%	247,71%	107,70%
ISA.	2012	246,4055661	3884,771015	9284,229648	38,96015886	2,471188125	1,034011476
ISA.	2013	390,9511962	3251,238469	10071,53975	23,27656262	2,798933418	0,903536125
ISA.	2014	535,4128669	3540,140144	11688,41141	16,11840233	2,4377566	0,738338145
ISA.	2015	623,3279472	4682,9899	10122,76899	11,8396745	1,575916275	0,729049533
MÁXIMA VARIACIÓN		152,97%	44,04%	25,90%	229,06%	77,61%	41,83%

Figura 4. Múltiplos financieros para las empresas sector eléctrico colombiano

Fuente: Resultados de la investigación–Bloomberg

Para el caso de Isagén en 2015, los múltiplos derivaron de resultados estimados a nivel de ingreso, beneficio y patrimonio, por ello se encuentran resaltados. Sin embargo, en dicha tabla es posible observar la alta variabilidad presentada en los múltiplos derivados del beneficio (impulsado especialmente por Celsia cuando reportó pérdidas en el año 2015), el cual representa una dificultad al momento de predecir, pero genera amplia información para desarrollar posteriormente una simulación.

De esta manera, es posible determinar una “Valoración Teórica de la Empresa”, o “Múltiplo general”, calculado a partir de los múltiplos financieros de las compañías del sector a estudiar. Por ejemplo, el múltiplo financiero teórico o “Valor Teórico” de Isagén para el año 2014, en función de los resultados de ISA y Celsia para ese mismo año, fueron los siguientes.

Tabla 4. Valor teórico según los múltiplos financieros para la empresa Isagén en el año 2014 (calculado con base en sus empresas comparables Celsia e ISA)

VALORACIÓN TEÓRICA DE ISAGÉN MEDIANTE MÚLTIPLOS			
	ISAGÉN	PROMEDIO OTRAS EMPRESAS	VALOR ESTIMADO
Beneficio / Acción (B / A)	131,4774518	Pr / (B/A)	2659,758453
Ingreso / Acción (I / A)	854,5702388	Pr / (I/A)	1739,195297
Patrimonio / Acción (P / A)	1337,277225	Pr / (P/A)	1133,279463
		VALOR TEÓRICO	1844,07738

Fuente: resultados de la investigación

Este valor teórico por año para Isagén que equivale a su valoración como compañía comparada con Celsia e ISA.

Luego, realizando un procedimiento análogo en los demás años para Isagén, y en las empresas

ISA y Celsia, los resultados de este valor teórico de múltiplos financieros fueron los siguientes:

Tabla 5. Valores teóricos según los múltiplos financieros, para las empresas Isagén, Celsia e ISA (calculado con base en sus empresas comparables)

EMPRESA	AÑO	VALOR TEÓRICO según Múltiplos Financieros	Porcentaje de Variación Interanual
ISAGÉN	2012	2291,02488	-
ISAGÉN	2013	1699,669387	-25,8 %
ISAGÉN	2014	1844,077738	8,5 %
ISAGÉN	2015	599,5530311	-67,5 %
MÁXIMA VARIACIÓN		282,12 %	
CELSIA	2012	9093,962781	-
CELSIA	2013	11970,44739	31,6 %
CELSIA	2014	8117,020907	-32,2 %
CELSIA	2015	6258,160891	-22,9 %
MÁXIMA VARIACIÓN		91,28 %	
ISA.	2012	9691,028463	-
ISA.	2013	11238,98708	16,0 %
ISA.	2014	13377,57341	19,0 %
ISA.	2015	9158,380174	-31,5 %
MÁXIMA VARIACIÓN		46,07 %	

Fuente: resultados de la investigación

Para calcular estos valores teóricos por año, para cada empresa objetivo, como por ejemplo Isagén 2014, de acuerdo con los siguientes pasos:

- Se calcula por año un promedio de comparables para ISA y Celsia
- Con el valor anterior, se procede a establecer el valor estimado de Isagén, que resulta de multiplicar los comparables de Isagén por los promedios comparables de ISA y Celsia
- Para finalizar, se suman los resultados anteriores por periodo para obtener el valor teórico, que se simulará por cada año.

Para estos valores teóricos, derivados del cálculo de los múltiplos financieros, se evidencia como el múltiplo es ampliamente afectado en ISA e Isagén en el año 2015 por los resultados de Celsia, los cuales fueron negativos a nivel de beneficio, ocasionando el desplome de su acción en el mercado secundario para finales de 2015, y por ende la abrupta caída de todos los múltiplos financieros teóricos para esa empresa y del sector eléctrico.

Análisis de sensibilidad

Dentro del cálculo del valor teórico según múltiplos financieros, se presenta el análisis de sensibilidad, el cual puede ser realizado

por la herramienta Risk Simulator, a través del análisis de tornado, organizando las variables de entrada mediante una valoración de fluctuación estática, y así valorar el impacto de todas las variables de entrada al valor teórico identificada por la estructura con base en los múltiplos financieros (Mun, 2012).

Mediante esta técnica de análisis de sensibilidad se capturan los impactos estadísticos de cada variable sobre el modelo resultante, afectando de manera automática cada variable precedente en el modelo que se ha especificado de antemano, obteniendo las fluctuaciones sobre el modelo final del pronóstico o el resultado final, y organizando las perturbaciones categorizadas en orden de importancia. Adicionalmente es posible identificar las variables significativas que afectan en mayor o menor grado la valoración de la variable de estudio, que en este caso representa el valor de la acción Isagén para el año 2014.

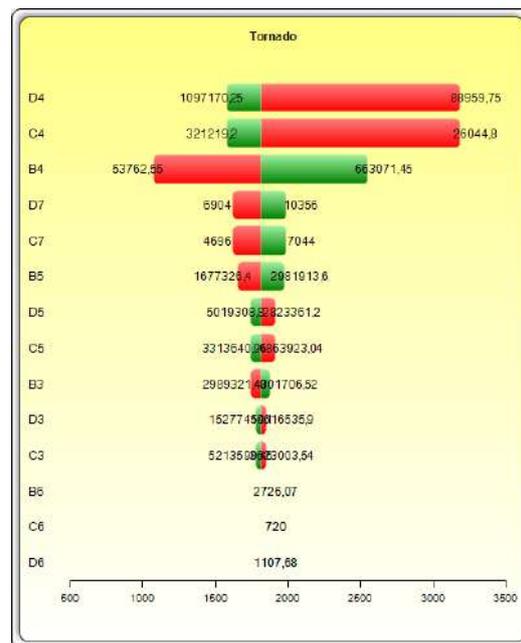
Una tabla tornado organiza todas las entradas que le dan forma al modelo de valoración financiera, empezando con la variable de entrada que tiene el impacto más grande sobre los resultados. La siguiente tabla, tal como lo indican Boada y Gallego (2016), se obtiene afectando cada dato ingresado precedente en un rango consistente (por ejemplo, $\pm 10\%$ del caso base) una a la vez, y comparando sus resultados con el caso base. Una tabla araña establece las relaciones de cada variable con la variable de estudio (Valor teórico de la acción), la pendiente positiva indica una relación positiva, mientras que una pendiente negativa indica una relación inversa entre las variables relacionadas.

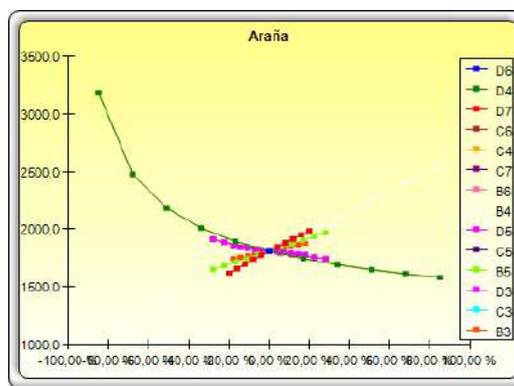
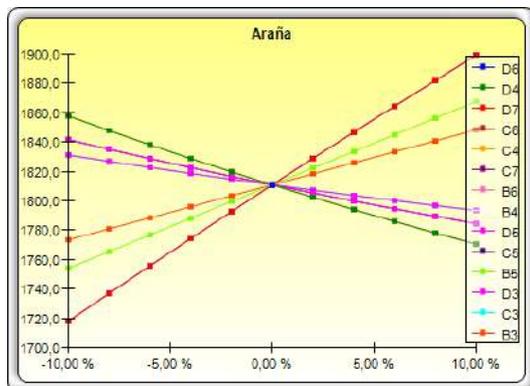
Este estudio y análisis de ambos procedimientos de análisis de tornado se puede observar en el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 6. Análisis de tornado bajo supuestos de fluctuación

Análisis tornado y araña, bajo el supuesto de igual fluctuación ($\pm 10\%$), para las variables originales. El número de acciones se estableció con 0% de variabilidad.

Análisis tornado y araña, bajo el supuesto de diferente fluctuación, para las variables de alimentación original (patrimonio 18% , beneficio 85% , ingreso 28% , y precio de cotización 20%).





Bajo esta herramienta de Risk Simulator, es posible identificar los impactos de las variables de entrada sobre el valor teórico de la acción de Isagén en el año 2014.

Se observa cómo el valor de la acción de Celsia (C7), el valor de la acción de ISA (D7), y el beneficio neto de Isagén (B4) y el ingreso de Isagén (B5), repercuten de forma directa sobre precio de la acción de Isagén. Mientras que las variables beneficio neto de ISA (D4) y beneficio neto de Celsia (C4), ambas competencia de Isagén, representan un impacto inverso en el precio de la acción de Isagén.

Al cambiar los niveles de variabilidad y fluctuación, observamos cómo los niveles jerárquicos de importancia cambian en el análisis de tornado, en referencia al impacto que genera sobre el valor teórico de la acción de Isagén en el año 2014.

Bajo este escenario de fluctuación, se observa cómo ahora el beneficio neto de ISA (D4) y beneficio neto de Celsia (C4), ambas empresas competidoras de Isagén, representan un impacto inverso en el precio de la acción de Isagén; mientras que el beneficio neto de Isagén (B4) evidencia un impacto directo fuerte sobre el precio de la acción para la misma empresa.

Mientras que las variables de valor de la acción de Celsia (C7), el valor de la acción de ISA (D7), y el ingreso de Isagén (B5), repercuten igualmente de forma directa sobre precio de la acción de Isagén.

Fuente: Boada y Gallego, 2016

Mediante este análisis, se verifica:

- La acción de la variable de estudio como Isagén se encuentra definitivamente afectada e influenciada por la competencia de ISA y Celsia.
- Beneficio de las empresas competidoras (ISA y Celsia) impacta de forma negativa en el precio de la acción de Isagén. De manera obvia por ser competencia de mercado.
- El beneficio e ingreso de la misma empresa (Isagén), impacta positivamente en su precio de la acción (Isagén); obvio porque expone el desempeño y rentabilidad de la empresa a estudiar.
- El precio de la acción de la competencia (ISA y Celsia) impacta positivamente en el precio de la acción de la Isagén, ya que refleja el comportamiento de los mercados con referencia al sector eléctrico. Para este escenario, no se valora a ISA y Celsia como competencia, sino como componentes de un mismo sector accionario (sector eléctrico de Colombia).
- Finalmente, en menor medida, los ingresos de las empresas competidoras ISA (D5) y Celsia (C5), impactan de manera inversa en el valor accionario de Isagén.

Etapa 3. Proyección inicial para los años 2016–2020

En esta etapa, el análisis histórico de las variables utilizadas de Patrimonio, Ingreso, Beneficio, Número de Acciones y el Precio de la acción, origina una estructura que permite lograr una proyección en el tiempo, de tal manera que se pueda calcular posteriormente los múltiplos financieros según estos resultados previamente proyectados (García y García, 2006).

1. Modelos de regresión. La técnica de modelos estadísticos de regresión, se utilizó para modelar las variables de Patrimonio e Ingreso (Boada, 2017), debido a su estabilidad y consistencia en el tiempo, que permite generar una línea de tendencia robusta para estimar los valores en los 5 años futuros, desde 2016 hasta 2020. Estos modelos fueron calculados de manera independiente para cada empresa del sector eléctrico colombiano (Isagén, ISA y Celsia).

Esta técnica fue calculada a través del módulo de Análisis de datos, sección Regresión, expuestas por Microsoft Excel.

Tabla 7. Coeficientes de regresión lineal simple, para predecir patrimonio e ingresos en el tiempo, para las empresas Isagén, Celsia e Isa

Variable	Empresa	Intercepto	Coefficiente fecha
Patrimonio	ISAGÉN	-346172263,2	173698,5
	ISA	-1019129536,0	511832,4
	CELSIA	101295720,5	-48063,5
Ingresos	ISAGÉN	-599947202,2	299040,5
	ISA	-644622388,0	322272,9
	CELSIA	-1316868875,0	655291,0

Fuente: resultados de la investigación

Ecuación de Regresión

$$\text{Patrimonio} = \text{Intercepto} + \text{Coeficiente Fecha} * \text{FECHA (Año)}$$

Analizando los resultados, se evidencia cómo los ingresos de las tres compañías presentan una pendiente positiva, exponiendo un eventual crecimiento en el tiempo. Sin embargo, a nivel de patrimonio, podemos observar como el caso de Celsia presenta un comportamiento diferente al resto de sus competidores comparables (ISA e Isagén), ya presenta una pendiente negativa, precisamente por el incremento de sus pasivos, que se analizarán posteriormente.

2. Procesos estocásticos (caminata aleatoria). Esta técnica se establece a través de una secuencia de eventos generados por las leyes estadísticas y probabilísticas específicas del Proceso browniano o caminata aleatoria; estos procesos pueden ser utilizados según Boada, (2017), para pronosticar variables que sigan tendencias aleatorias.

Esta técnica fue aplicada mediante Risk Simulator, sección pronósticos – procesos estocásticos, para las variables Beneficio neto y Precio de la acción, ambos resultados ampliamente volátiles, y sin patrón estable de comportamiento.

Para realizar esta técnica, se define el Valor inicial como el promedio histórico del valor de la variable, la Tasa de deriva como la estimación porcentual del crecimiento en el tiempo según el comportamiento histórico, la Volatilidad según los máximos niveles de variación de la variable, y bajo una estructura fija de 100 pasos y 20 iteraciones.

Para el caso de Celsia a nivel de Beneficio neto, se inició con un valor inicial de 80.000 y una amplia tasa de deriva y volatilidad, ya que la técnica no permite realizar estimaciones estocásticas de valores negativos.

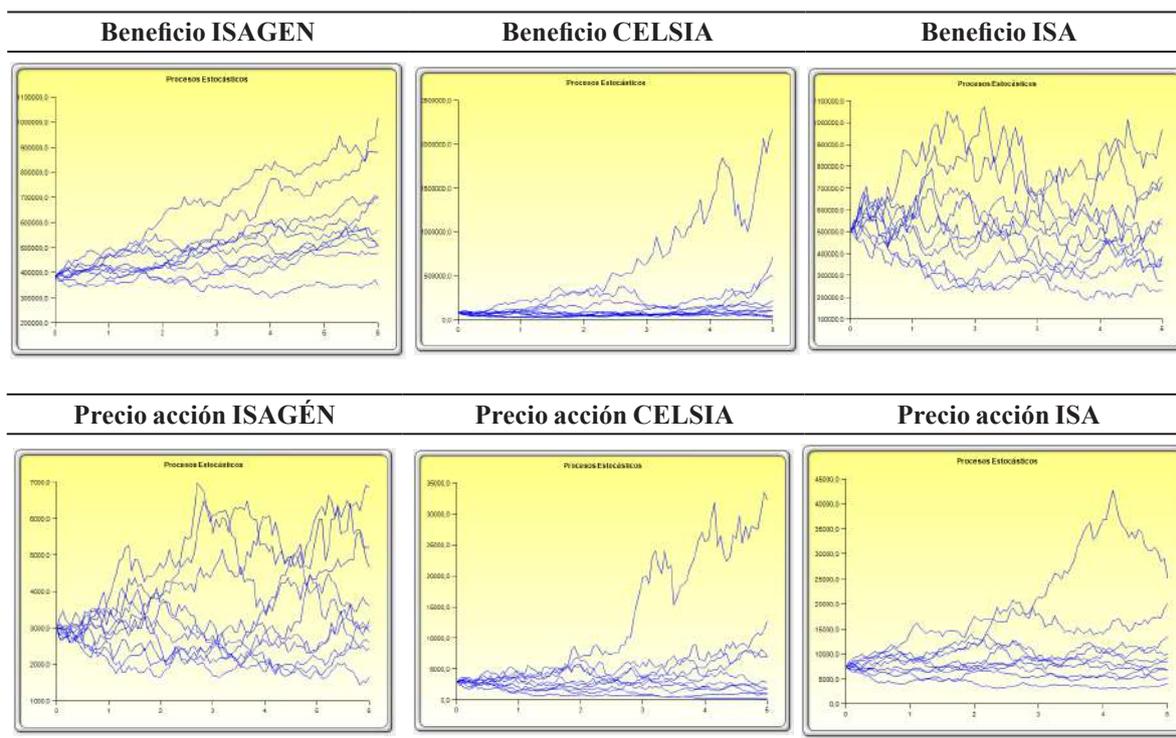
Tabla 8. Supuestos de ingreso para predecir el Beneficio y el Precio de la acción (Pr) en el tiempo, mediante la caminata aleatoria, para las empresas Isagén, Celsia e Isa

Variable	Empresa	Valor Inicial	Tasa de deriva	Volatilidad
Beneficio neto	ISAGÉN	384000	5%	10%
	ISA	500000	5%	30%
	CELSIA	80000	30%	50%
Precio acción (Pr)	ISAGÉN	3000	5%	25%
	ISA	7400	5%	25%
	CELSIA	3000	15%	50%

Fuente: resultados de la investigación

Para esta técnica, la volatilidad dependerá de la fluctuación promedio histórica de los resultados obtenidos en los balances generales determinados anteriormente. Tomando en consideración los valores estocásticos obtenidos por Risk Simulator, los resultados se pueden observar a nivel gráfico para cada variable (Mun, 2012).

Tabla 9. Simulaciones de caminata aleatoria realizadas por Risk Simulator para predecir el Beneficio y el Precio de la acción (Pr) en el tiempo, para las empresas Isagén, Celsia e Isa



Fuente: resultados de la investigación

De esta manera, luego de aplicar las técnicas de modelo de regresión, y pronósticos de procesos estocásticos, las estimaciones de estas variables para los años 2016 a 2020 fueron las siguientes:

Tabla 10. Predicciones de variables de entrada para las empresas Isagén, Celsia e Isa

Empresa	Año	Patrimonio total	Beneficio neto	Ingreso	Acciones circulación	Precio acción (Pr)
ISAGEN	2016	4003912,83	458358,07	2918445,83	2726,072	3349,63
ISAGEN	2017	4177611,33	492675,79	3217486,33	2726,072	3876,86
ISAGEN	2018	4351309,83	545766,59	3516526,83	2726,072	3732,61
ISAGEN	2019	4525008,33	573150,41	3815567,33	2726,072	3759,32
ISAGEN	2020	4698706,83	621470,06	4114607,83	2726,072	3940,27
CELSIA	2016	4399704,50	116081,30	4197780,66	720	3226,69
CELSIA	2017	4351641,00	147460,54	4853071,66	720	3407,44
CELSIA	2018	4303577,50	223026,85	5508362,66	720	4579,93
CELSIA	2019	4255514,00	255895,85	6163653,66	720	5257,96
CELSIA	2020	4207450,50	427711,84	6818944,66	720	6719,45
ISA.	2016	12724582,50	543143,21	5079778,00	1125,4878	8317,12
ISA.	2017	13236414,90	525836,32	5402050,90	1125,4878	8734,04
ISA.	2018	13748247,30	563519,85	5724323,80	1125,4878	8963,29
ISA.	2019	14260079,70	571959,58	6046596,70	1125,4878	9846,69
ISA.	2020	14771912,10	582039,21	6368869,60	1125,4878	9737,47

Fuente: resultados de la investigación

Ahora bien, estas proyecciones, expresan una opción de simulación probabilística según el comportamiento de la información financiera histórica para cada empresa del sector eléctrico colombiano, publicados por Bloomberg.

Sin embargo, para hacer una estimación del precio de la acción, no es suficiente realizar un proceso estocástico directo, sino realizar adicionalmente una prospectiva del valor teórico del múltiplo financiero, en base a simulaciones de Montecarlo (etapa 4), proyectando un indicador relativo de comparación entre este valor teórico y el precio real de la acción en el mercado de la BVC (etapa 5 y 6).

Etapa 4. Ejecución de simulación de Montecarlo para cada uno de los valores teóricos derivados de los múltiplos financieros.

Para esta fase, basándonos en Boada (2017), se realizaron quince mil (15.000) simulaciones de Montecarlo para cada uno de los Valores teóricos derivados de los múltiplos financieros para las tres empresas (Isagén, ISA y Celsia); este proceso se realizó definiendo distribuciones probabilísticas (Herrería y Herrería, 2009) y parámetros para cada una de las 4 variables a simular (Patrimonio, Beneficio neto, Ingreso y Precio de la acción en el mercado secundario), ejecutando finalmente la simulación del valor futuro de cierre anual mediante la aplicación Risk Simulator.

Este artículo evidencia una simulación de Montecarlo, realizada en la aplicación Risk Simulator y sustentada en dos tipos de distribuciones probabilísticas:

1.- Distribución Probabilística Uniforme: para esta distribución, según Boada y Gallego

(2016), todos los valores que recaen entre los mínimos y máximos suceden con la misma probabilidad. Esta distribución es utilizada para campos con mucha fluctuación, y sin posibilidad de conocimiento ni estimación previa de su tendencia. Para este caso particular, se utilizó esta distribución de probabilidad para las variables de Beneficio neto y para el Precio de cotización por acción.

Para emplear esta distribución de probabilidad, resultó obligatorio establecer primero los valores máximos y mínimos, de acuerdo con el comportamiento histórico de la empresa, para así calcular una desviación para una distribución uniforme en cada una de las 3 empresas para cada una de las 2 variables (beneficio y precio de la acción).

$$\hat{\sigma} = \frac{\sqrt{[\text{Max}(x_i) - \text{Min}(x_i)]^2}}{12}$$

Figura 4. Desviación típica de la distribución uniforme

Fuente: Lind, 2012.

El valor mínimo y el máximo serán determinados según los valores analizados históricamente para ambas variables en cada una de las empresas analizadas, con la finalidad de contemplar el 99,70% de los casos posibles gracias a la amplitud determinada según tres veces la desviación estándar previamente calculada (Resultado empresa ± 3 . Desviación estándar empresa).

2.- Distribución probabilística logarítmica normal: esta distribución es utilizada generalmente en situaciones donde los valores son positivamente asimétricos y sesgados hacia los valores inferiores al promedio; por ejemplo, en un análisis financiero, se presenta si se desea evaluar un fenómeno donde los valores observados no pueden caer por debajo de cero. De esta manera, los precios resultantes muestran

esta tendencia, en donde no pueden caer por debajo del límite menor de cero, pero pueden incrementar su precio indefinidamente. En el caso particular de este artículo, la distribución fue utilizada para simular las variables de Patrimonio e Ingreso, términos financieros que presentan variabilidad controlada y no pueden ser negativos.

Para utilizar esta distribución probabilística (logarítmica normal), fue necesario establecer la desviación estándar de la empresa para cada variable. En función a la poca cantidad de registros e información de los estados financieros proporcionados por Bloomberg, la estimación de la desviación estándar se fundamentó en la Prueba de Geary de control, en donde la desviación típica o estándar se expone proporcional al valor esperado del Rango (Arvelo, 1997, p. 62)

$$\hat{\sigma} = \frac{R}{d_2}$$

Figura 5. Desviación típica (prueba Geary de control)

Fuente: Arvelo, 1997

En donde “ d_2 ” representa la constante de proporcionalidad y representa el rango medio, que se utiliza como estimador del valor esperado del rango muestral.

Para este estudio, en donde la información histórica se encuentra entre los años 2012 hasta 2015 (4 años), se utilizó el valor de $d_2 = 0,975$.

Es importante destacar que si bien la estimación de la desviación mediante el rango medio tiene la ventaja y sencillez del cálculo, para $n > 10$, la estimación pierde rápidamente su eficiencia, pues el rango muestral no es un estimador suficiente, ya que no toma en consideración toda la información muestral.

Simulador de Montecarlo

Mediante el simulador de Montecarlo de la herramienta Risk Simulator, se realizaron 15.000 simulaciones, en donde se establecieron diversos escenarios y criterios probabilísticos para cada variable original; identificando de esta manera la probabilidad que separa el valor teórico proporcionado por los múltiplos financieros y el valor real obtenido por el mercado secundario de la BVC.

“Una técnica cuantitativa que hace uso de la estadística y ordenadores para imitar, mediante modelos matemáticos, el comportamiento aleatorio de sistemas reales no dinámicos. La clave de la simulación de Montecarlo consiste en crear un modelo matemático del sistema, proceso o actividad que se quiere analizar, identificando aquellas variables cuyo comportamiento aleatorio

determina el comportamiento global del sistema”. (García, 2003)

Realizando la simulación de Montecarlo, fundamentada en los supuestos probabilísticos anteriormente descritos para las variables de Patrimonio (log-normal), Ingreso (log-normal), Beneficio (uniforme), Precio de la acción (uniforme) y Número de acciones en circulación (constante), fue posible lograr un nuevo “Valor teórico”, con una mayor estabilidad y robustez que los datos originales; ideal para generar indicadores relativos de comparación histórica y estimación futura, que se explicará en las próximas fases.

Tabla 11. Valor Teórico del precio de la acción de la empresa, obtenido por Múltiplos financieros (sin simulación y con simulación de Montecarlo), para las empresas Isagén, Celsia e Isa

EMPRESA	AÑO	Valor teórico según Múltiplos financieros	Nuevo valor teórico según Múltiplos financieros y simulación de Montecarlo
ISAGÉN	2012	2291,02	1.781,25
ISAGÉN	2013	1699,66	1.995,44
ISAGÉN	2014	1844,07	1.528,38
ISAGÉN	2015	599,55	936,64
CELSIA	2012	9093,96	8.633,37
CELSIA	2013	11970,44	13.173,51
CELSIA	2014	8117,02	8.466,95
CELSIA	2015	6258,16	6.109,96
ISA	2012	9691,02	9.513,94
ISA	2013	11238,98	11.411,82
ISA	2014	13377,57	11.932,76
ISA	2015	9158,38	10.346,06

Fuente: resultados de la investigación

El valor teórico obtenido para cada empresa, según los múltiplos comparables, expone el valor teórico del precio de la acción para cada compañía, según comparativo con las otras 2

empresas del mismo sector. Por ejemplo: ISA para el año 2015 representó un valor teórico de 10.346,06 millones de pesos frente al valor de sus empresas competidoras.

Etapa 5. Cálculo de los indicadores relativos de comparación entre el Nuevo Valor Teórico de los múltiplos financieros obtenidos a través de la simulación, y el Precio de la acción (Pr) en el mercado secundario. De esta manera, se establece una proyección de tendencia mediante un Modelo Lineal Dinámico Bayesiano.

Una vez que se obtiene el nuevo valor teórico de una empresa, con base en los múltiplos financieros de sus empresas competidoras y/o semejantes en el mismo sector (eléctrico de Colombia), se procede a establecer un indicador relativo comparativo con el precio de la acción en el mercado secundario BVC, haciendo uso de un enfoque bayesiano; por lo que resulta importante destacar previamente que de acuerdo

con Martínez y Venegas (2013) y Dávila, Ortiz y Cruz (2015), el enfoque bayesiano es una alternativa factible para el análisis de riesgos en condiciones de incertidumbre. Los modelos bayesianos incorporan información inicial a través de una distribución de probabilidad *a priori*, mediante la cual se puede incluir información subjetiva en la toma de decisiones. De esta manera, es posible valorar el comportamiento del indicador, generando un Modelo Lineal Dinámico Bayesiano, que permita estimar el valor de este indicador de ajuste comparativo en el tiempo para cada una de las empresas del sector eléctrico colombiano.

Tabla 12. Indicador Relativo Comparativo (Precio de la Acción vs NVT), para las empresas Isagén, Celsia e ISA

Empresa	Año	Nuevo valor teórico (NVT) según múltiplos financieros y simulación de Montecarlo	Precio Real (Pr) de la Acción en el mercado Secundario de la Bolsa de Valores	Indicador Relativo Comparativo IRC (Pr / NVT)
ISAGÉN	2012	1.781,25	2505	1,40631208
ISAGÉN	2013	1.995,44	3250	1,62871363
ISAGÉN	2014	1.528,38	2965	1,93996765
ISAGÉN	2015	936,64	3400	3,62998302
CELSIA	2012	8.633,37	5340	0,61853035
CELSIA	2013	13.173,51	5680	0,43116836
CELSIA	2014	8.466,95	5870	0,69328398
CELSIA	2015	6.109,96	2800	0,4582679
ISA	2012	9.513,94	9600	1,00904618
ISA	2013	11.411,82	9100	0,79741896
ISA	2014	11.932,76	8630	0,72321914
ISA	2015	10.346,06	7380	0,71331505

Fuente: resultados de la investigación

Se observa cómo la valoración de Isagén en el mercado secundario supera la valoración de los múltiplos obtenida por las empresas comparables de ISA y Celsia; mientras las otras empresas presentan valoraciones inferiores: ISA 30% menos del múltiplo comparable, mientras que Celsia inclusive 55% menos para el año 2015.

Este Indicador Relativo Comparativo IRC, podrá ser modelado y proyectado mediante un modelo lineal dinámico bayesiano, con la finalidad de utilizar posteriormente estos valores para realizar la estimación final del precio de la acción para cada una de las empresas del sector eléctrico de Colombia (6ta fase).

Modelo Lineal Dinámico Bayesiano para el Indicador Relativo Comparativo IRC (tomando como ejemplificación el IRC de la empresa ISA).

Este modelo es utilizado como complemento de ajuste en los residuos de un Modelo de Suavización Exponencial, a fin de evaluar de forma continua la disparidad existente entre el valor proyectado para el indicador IRC y el valor real, y así generar un factor de ajuste que evoluciona según el indicador en el tiempo. Tomando como referencia lo expuesto por (Perichi, 1990):

La Estadística Bayesiana provee un marco teórico ideal para el modelaje de datos, ya que permite tratar los problemas de actualización, de una manera más robusta que la estadística clásica, esto debido a que en la estadística bayesiana nos encontramos con una claridad axiomática y una flexibilización de cada problema en forma simultánea permitiendo así desarrollar inferencias.

En este sentido, para Londoño, Correa y Loperó, (2014) y Gutiérrez y Zhang, (2009), a través del Modelo Lineal Dinámico Bayesiano (MLDB), es posible determinar, con un poco nivel de historia, el efecto producido por estas causas que originalmente no son contempladas por la Simulación de los Múltiplos Financieros; esto valorado a nivel de impacto potenciador o inhibidor del Indicador Relativo Comparativo IRC.

En este sentido, el MLDB se aplica sobre un Modelo de Suavización Exponencial del Indicador Relativo Comparativo IRC (Pr / NVT), calculado bajo una tasa α , alineada al Porcentaje de Filtro Bayesiano (A_t).

Fórmula de Suavización Exponencial aplicado como estimador al Indicador Relativo Comparativo IRC en tiempo “t”.

$$\widehat{IRC}_t = \widehat{IRC}_{t-1} + [\alpha (IRC_{t-1} - \widehat{IRC}_{t-1})]$$

Teorema 1. MLDB

Para cada instante de tiempo (años en nuestro caso) $t = 1, 2, 3, \dots$; se consideran las siguientes ecuaciones de observación y sistema (West 1989 y Pericchi, 2002):

Ecuación de observaciones

$$y_t = \mu_t + v_t; \text{ donde, } v_t \sim N(0, V_t)$$

Ecuación Sistema

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \omega_t; \text{ donde, } \omega_t \sim N(0, W_t)$$

Tomando como información inicial $\Pi(\mu_0|D_0) \sim N(m_0, C_0)$, donde se mantienen los supuestos de aleatoriedad y normalidad de residuos del modelo de suavización exponencial utilizado, entonces $m_0 = 0$, y $C_0 = 1$.

En la definición anterior, los términos de las sucesiones $\{v_t\}$ y $\{\omega_t\}$, son mutuamente independientes. Para la distribución $(\mu_0|D_0)$, D_0 es la información inicial, m_0 es un estimado para el nivel de la serie y C_0 es la incertidumbre sobre la media m_0 .

Para cada t , supondremos que D_{t-1} recoge toda la información sobre $D_0, V_t, W_t, Y_t, Y_{t-1}$, entonces la única información nueva para cada “t”, será $D_t = \{Y_t, D_{t-1}\}$ (West, 1989).

En este sentido, como es un sistema generado para los residuos, tomaremos $W_t = 1$, manteniendo los niveles de aleatoriedad entre μ_t y μ_{t-1} ; sin embargo, como “ y_t ”, corresponde a una ecuación de observación creada según los valores de aprendizaje del sistema, utilizaremos subjetivamente una varianza $V_t = 12$, para generar un filtro bayesiano de aprendizaje “At” que converge al 20% de la diferencia entre valor predicho y valor histórico.

Tomando como referencia a la empresa ISA y el Indicador Relativo Comparativo, fundamentado en las empresas competidoras Isagén y Celsia, fue posible realizar un modelaje bayesiano, expuesto en el siguiente cuadro.

Tabla 13. Modelo Lineal Dinámico Bayesiano para la empresa ISA

ISA											
AÑO	IRC Histórico ISA	SUAV EXP (IRC)	mt	ft	At	Error	et	Ct	Rt	Qt	IRC Bayesiano ISA
			0					1			
2012	1,009046183	1,009046183	0	0	14,3%	0	0	1,428571	2	14	1,0090461831
2013	0,797418963	1,0090461831	-0,03562042	0	16,8%	-0,2116	-0,211627	1,683168	2,428571	14,42857	1,0090461831
2014	0,723219141	0,9703739130	-0,07427572	-0,0356204	18,3%	-0,2472	-0,211534	1,827377	2,683168	14,68317	0,9347534899
2015	0,713315048	0,9232448958	-0,1001431	-0,0742757	19,1%	-0,2099	-0,135654	1,906863	2,827377	14,82738	0,8489691735
2016		0,9087610087	-0,1001431	-0,1001431	19,5%	0	-0,135654	1,950016	2,906863	14,90686	0,8086179097
2017		0,8890002425	-0,1001431	-0,1001431	19,7%	0	-0,135654	1,973253	2,950016	14,95002	0,7888571435
2018		0,8691147332	-0,1001431	-0,1001431	19,9%	0	-0,135654	1,985709	2,973253	14,97325	0,7689716341
2019		0,8491625117	-0,1001431	-0,1001431	19,9%	0	-0,135654	1,992371	2,985709	14,98571	0,7490194127
2020		0,8291746585	-0,1001431	-0,1001431	20,0%	0	-0,135654	1,995929	2,992371	14,99237	0,7290315594

Fuente: resultados de la investigación

Teorema 2 (West 1989 y Pericchi 2002)

Predictiva y_t:

Posteriori de μ_{t-1}:

Con esta distribución, se predice el valor que poseerá el error a tiempo “t”, con los datos actualizados a “t-1”. Este valor será precisamente el que se agregue al resultado proporcionado por el modelo de suavización exponencial.

En esta sección se inicia el estudio bayesiano, basado en los datos provenientes del Indicador Relativo Comparativo IRC anterior a la que se está estudiando.

$$\Pi(\mu_{t-1}|D_{t-1}) \sim N(m_{t-1}, C_{t-1})$$

$$\Pi(y_t|D_{t-1}) \sim N(f_t, Q_t)$$

En donde, $m_0 = 0$ y $C_0 = 1$, manteniendo el supuesto de aleatoriedad de residuos anteriormente argumentado.

Donde, $f_t = m_{t-1}$; y adicionalmente, $Q_t = R_t + V_t$, teniendo en consideración que para este análisis en particular se estableció $V_t = 12$.

Priori de μ_t:

Esta etapa se considera la de mayor importancia, ya que se obtiene una predicción del error actual presente entre la diferencia de los valores predichos por la suavización exponencial y el Indicador Relativo Comparativo IRC, proporcionado por la data histórica hasta t-1.

Con esta distribución, se simula el comportamiento de μ_t , con los datos a tiempo “t-1”

$$\Pi(\mu_t|D_{t-1}) \sim N(m_{t-1}, R_t)$$

En este sentido, la predicción del final del modelo predictivo, sería:

Donde $R_t = C_{t-1} + W_t$, que específicamente para este modelo complementario de residuos, sería $R_t = C_{t-1} + 1$.

Predicción del Indicador Relativo Comparativo = Resultado Suavización Exponencial + f_t

Donde f_t , se obtiene con información histórica actualizada hasta tiempo $t-1$.

Posteriori para μ_t (Cierre de ciclo)

Una vez obtenida la data histórica hasta el tiempo t , se puede calcular la distribución posteriori para los errores en este tiempo, cerrando así el ciclo del Modelo Lineal Dinámico Bayesiano (MLDB).

Para esta sección, se calculan los siguientes términos:

- e_t : Indica la falla, o diferencia entre el error original a tiempo t , y el estimado por el modelo anteriormente descrito

$$e_t = \text{Error original}_t - f_t$$

En este aspecto, se define como Error original a la diferencia entre el valor predicho por el modelo de suavización exponencial y el valor real del indicador relativo comparativo IRC_t.

- A_t : Término utilizado como porcentaje de filtro, que indicará la porción de falla o diferencia, que debe ser añadida como aprendizaje al nuevo valor de m_t .

$$A_t = \frac{R_t}{Q_t}$$

Debido a que $V_t = 12$, el filtro generado por A_t , convergerá aproximadamente a 20%. En este sentido, el dato a posteriori de m_t , tomará como información el valor anterior m_{t-1} más del $A_t\%$ de e_t .

Luego, la distribución para el error a tiempo t , será:

$$\Pi(\mu_t | D_t) \sim N(m_t, C_t)$$

Donde:

$$m_t = m_{t-1} + A_t \cdot e_t$$

$$C_t = A_t \cdot V_t$$

Viendo los resultados proyectados por el Modelo Lineal Dinámico Bayesiano y los valores reales obtenidos anteriormente en el Indicador Relativo Comparativo (Pr / NVT) se observa gráficamente el comportamiento.

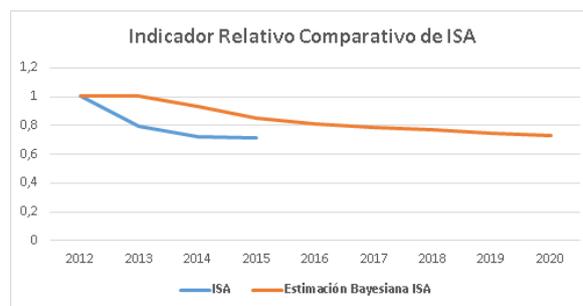


Figura 6. Gráfica del Indicador Relativo Comparativo (IRC) para la empresa ISA

Fuente: Boada, 2017

De esta manera, análogamente, se pueden obtener los resultados proyectados para el Indicador Relativo Comparativo en las otras compañías del sector eléctrico (Isagén y Celsia), logrando el siguiente cuadro.

Tabla 14. Valores del Indicador Relativo Comparativo (IRC) a través del Modelo Lineal Dinámico Bayesiano para las empresas Isagen, Celsia e Isa

Empresa	Año	Nuevo valor teórico (NVT) según múltiplos financieros y simulación de Montecarlo	Indicador Relativo comparativo (Pr / NVT)	Modelo Lineal Dinámico Bayesiano para proyectar el Indicador Relativo Comparativo
ISAGÉN	2012	1.781,25	1,40631208	1,406312079
ISAGÉN	2013	1.995,44	1,62871363	1,406312079

Empresa	Año	Nuevo valor teórico (NVT) según múltiplos financieros y simulación de Montecarlo	Indicador Relativo comparativo (Pr / NVT)	Modelo Lineal Dinámico Bayesiano para proyectar el Indicador Relativo Comparativo
ISAGÉN	2014	1.528,38	1,93996765	1,48438715
ISAGÉN	2015	936,64	3,62998302	1,661649953
ISAGÉN	2016			2,060517909
ISAGÉN	2017			2,158395142
ISAGÉN	2018			2,256890242
ISAGÉN	2019			2,355715775
ISAGÉN	2020			2,454717796
CELSIA	2012	8.633,37	0,61853035	0,618530349
CELSIA	2013	13.173,51	0,43116836	0,618530349
CELSIA	2014	8.466,95	0,69328398	0,552756073
CELSIA	2015	6.109,96	0,4582679	0,599219045
CELSIA	2016			0,571199586
CELSIA	2017			0,564740364
CELSIA	2018			0,558240367
CELSIA	2019			0,551718565
CELSIA	2020			0,545185115
ISA	2012	9.513,94	1,00904618	1,009046183
ISA	2013	11.411,82	0,79741896	1,009046183
ISA	2014	11.932,76	0,72321914	0,93475349
ISA	2015	10.346,06	0,71331505	0,848969174
ISA	2016			0,80861791
ISA	2017			0,788857143
ISA	2018			0,768971634
ISA	2019			0,749019413
ISA	2020			0,729031559

Fuente: resultados de la investigación

Etapa 6. Proyecciones para el precio de cada acción de las empresas del sector eléctrico colombiano en el mercado secundario, desde 2016 al 2020, valorados según las proyecciones de las variables de entrada: Beneficio, Patrimonio, Ingresos y Precio de la Acción, simulación del valor teórico del múltiplo financiero mediante Risk Simulator (Nuevo Valor Teórico NVT), y finalmente el Indicador Relativo de Comparación establecido según el Modelo Lineal Dinámico Bayesiano.

Una vez definida la información financiera a utilizar, se procedió a definir los múltiplos

financieros principales que utilizaremos para simular una evolución futura de precios de las acciones de ISAGEN utilizando la herramienta Risk Simulator.

Por limitaciones en la consolidación de Bloomberg, la información trabajada fue de periodicidad anual, desde el año 2012 en adelante. En este sentido, para este artículo se procedió a realizar una corrida de simulaciones, fundamentada en la información obtenida 2012–2015.

Tabla 15. Precio Proyectado de la Acción, para las empresas del Sector Eléctrico de Colombia (IsagÉn, Celsia e Isa)

Empresa	Año	Nuevo valor teórico (NVT) según múltiplos financieros y simulación de Montecarlo (con información histórica)	nuevo valor teórico (NVT) según múltiplos financieros y simulación de Montecarlo (con información proyectada)	Indicador Relativo Comparativo (Pr / NVT)	Modelo Lineal Dinámico Bayesiano para Proyectar el Indicador Relativo Comparativo	Precio de la acción proyectado (PAP)
ISAGÉN	2012	1.781,25		1,40631208	1,406312079	0
ISAGÉN	2013	1.995,44		1,62871363	1,406312079	0
ISAGÉN	2014	1.528,38		1,93996765	1,48438715	0
ISAGÉN	2015	936,64		3,62998302	1,661649953	0
ISAGÉN	2016		1.377,51		2,060517909	2838,386291
ISAGÉN	2017		1.553,28		2,158395142	3352,598913
ISAGÉN	2018		1.777,68		2,256890242	4012,021198
ISAGÉN	2019		2.032,54		2,355715775	4788,090546
ISAGÉN	2020		2.604,29		2,454717796	6392,791854
CELSIA	2012	8.633,37		0,61853035	0,618530349	0
CELSIA	2013	13.173,51		0,43116836	0,618530349	0
CELSIA	2014	8.466,95		0,69328398	0,552756073	0
CELSIA	2015	6.109,96		0,4582679	0,599219045	0
CELSIA	2016		9.141,83		0,571199586	5221,812137
CELSIA	2017		10.727,35		0,564740364	6058,167093
CELSIA	2018		11.216,34		0,558240367	6261,412926
CELSIA	2019		12.021,03		0,551718565	6632,224258
CELSIA	2020		13.818,80		0,545185115	7533,80657
ISA	2012	9.513,94		1,00904618	1,009046183	0
ISA	2013	11.411,82		0,79741896	1,009046183	0
ISA	2014	11.932,76		0,72321914	0,93475349	0
ISA	2015	10.346,06		0,71331505	0,848969174	0
ISA	2016		9.847,07		0,80861791	7962,518858
ISA	2017		10.909,25		0,788857143	8605,841212
ISA	2018		11.137,26		0,768971634	8564,240636
ISA	2019		11.627,96		0,749019413	8709,565074
ISA	2020		13.634,94		0,729031559	9940,298873

Fuente: Boada, 2017

Discusión

Finalmente, luego de esta amplia estructura de elaboración de seis fases, que nos llevaron desde la información original suministrada por

Bloomberg a nivel de estados financieros y precios de las acciones en el mercado secundario de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), pasando por la estructuración de los múltiplos financieros de la empresas comparables del sector eléctrico de Colombia, fundamentados

en el Patrimonio, Beneficio e Ingresos con sus respectivas proyecciones y simulaciones numéricas de escenarios, se establecieron finalmente las proyecciones del precio de la acción para cada empresa del sector eléctrico, fundamentado en indicadores relativos de la empresas competidoras de su mismo sector.

Si bien es cierto, para el año 2015 se presentó una inestabilidad abrupta del sector, originado por Celsia, en donde al reflejar un beneficio negativo (Pérdida), generó el desplome del precio de la acción en niveles superiores al 50%, esta situación no se reflejó ampliamente en las proyecciones de mediano y largo plazo, precisamente por análisis adicionales que se descubren tras situaciones especiales como estas.

Casos especiales detectados

En función a la abrupta caída experimentada por Celsia para el año 2015, se logró descubrir de forma adicional al estudio original, una relación interesante en los estados financieros de esta compañía, en comparación con sus competidoras del sector eléctrico (ISA e Isagén).

Celsia incrementó de manera importante sus pasivos en los años 2014 y 2015, lo que originó una pérdida de desempeño a nivel de beneficio, que la llevó a reportar pérdida para el año 2015.

Tabla 16. Información de las tres (3) empresas del sector eléctrico colombiano incluyendo el Pasivo

Empresa	Año	Patrimonio total	Beneficio neto	Ingreso	Pasivo	Pasivo / Activo	Precio acción (Pr)
ISAGÉN	2012	3298117	424334	1731539	3280010	49,86%	2505
ISAGÉN	2013	3504821	370387	2002814	3666736	51,13%	3250
ISAGÉN	2014	3645514	358417	2329620	4479949	55,13%	2965
ISAGÉN	2015	3830214 (E)	432899 (E)	2619405 (E)	5008837 (E)	56,67%	3400
CELSIA	2012	4373412	230760	2023672	2466596	36,06%	5340
CELSIA	2013	4910482	373645	2381116	2416063	32,98%	5680
CELSIA	2014	4418297	173632	2588782	5163421	53,89%	5870
CELSIA	2015	4377262	-166415	3691698	5931240	57,54%	2800
ISA	2012	10283936	272938	4303075	15487053	60,09%	9600
ISA	2013	11156022	433048	3601325	14411340	56,37%	9100
ISA	2014	12946995	593065	3921335	16047205	55,35%	8630
ISA	2015	11393053	701548	5270648	16719817	59,47%	7380

(E) = Estimado

Fuente: resultados de la investigación – Bloomberg.

Sin embargo, la relación actual de Pasivo / Activo de Celsia no dista de sus competidores del sector eléctrico; sino más bien se evidencia un equilibrio en la ponderación Pasivo/Activo para todas las empresas del sector eléctrico (manejando valores entre 55 % y 60 %), convirtiendo esta desventaja de apreciación del mercado secundario en una opción beneficiosa para Celsia a nivel de Trader y posible recompra de acciones.

Finalmente, se analizó un gráfico en donde se comparan los indicadores de Pasivo / Activo (Eje X), versus los indicadores de Beneficio / Ingreso (Eje Y), observando claramente cómo las tres empresas del sector eléctrico de Colombia poseen la misma pendiente de relación negativa con respecto a estos dos indicadores.

De esta manera, se logró estimar el precio de la acción para las empresas del sector eléctrico colombiano (Isagén, Celsia e Isa) a mediano plazo (5 años en el futuro), mediante las técnicas de múltiplos financieros comparables, simuladas y proyectadas a través de distribuciones probabilísticas, el uso de la aplicación Risk Simulator y con el uso de un Modelo Lineal Dinámico Bayesiano. Aunque la Ley del Precio Único (bajo la premisa de un mercado competitivo) señala que, si dos o más activos son semejantes, los mismos tienden a tener el mismo valor de mercado; no resulta sencillo determinar este valor a los precios del mercado. Es por esta razón, que la técnica de valoración en función a los múltiplos financieros comparables a partir de los estados financieros resulta apropiada, ya que a menudo estos estados ofrecen pistas en referencia a la situación financiera que pueden ser importantes para el futuro a mediano y largo plazo.

Este artículo comprueba que la valoración de empresas mediante múltiplos financieros es posible siempre y cuando se amplifique el espectro de análisis de las empresas de valoración versus las empresas comparables, que siempre serán competidoras en el mismo segmento de mercado. Bajo este escenario, si bien es cierto los múltiplos financieros utilizados se fundamentaron en Patrimonio, Beneficio, Ingreso, Acciones en circulación y Precio de la acción en el mercado secundario, los resultados del año 2015 demostraron que también debemos valorar el desempeño de la empresa a nivel de Pasivos, y su relación de Pasivos / Activos y Beneficio / Ingreso.

Aunque el número de supuestos puede ser extenso, es importante resaltar que cada fase, ha sido elaborada y organizada con base en la información histórica de los estados financieros y balances generales de las empresas del sector eléctrico de Colombia (Isagén, Celsia e ISA), sin olvidar los análisis primordiales en función

de los pasivos; con la finalidad de fundamentar un procedimiento de predicción que pueda ser aplicable a otros sectores, siempre y cuando puedan ser financieramente comparables mediante múltiplos. Es importante destacar que esta técnica de valoración de acciones en el mediano plazo puede crear una forma interesante para detectar posibles oportunidades de arbitraje en los instrumentos financieros, ya que al tomar un mismo sector económico estaríamos tomando en cuenta los activos que comparten el mismo tipo de riesgo, es decir, son “sustitutos perfectos” que deberían tener la misma tasa de retorno de equilibrio, por lo que según Acevedo et al. (2011) sería posible determinar esta “línea de fijación de precios de arbitraje”, que estaría determinada por el Precio de la Acción Proyectada PAP, determinada por el modelo anteriormente descrito, siendo las oportunidades de arbitraje la diferencia entre el precio real del mercado en cada momento del tiempo, y este PAP de mediano plazo.

Finalmente, se evidencia mediante el presente artículo que los modelos dinámicos bayesianos son una alternativa útil para complementar la información disponible de las acciones que se están analizando en un mercado determinado. Para futuras investigaciones se propone el uso de otras metodologías estadísticas, como la Teoría de portafolio de acciones, de Harry Markowitz, e inclusive valorar la creación de algoritmos fundamentados en modelos Arima, que permitan realizar pronósticos diarios, pero valorando siempre la tendencia determinada a mediano plazo por el modelo dinámico bayesiano, a fin de realizar una prospectiva efectiva sobre el rendimiento esperado de una acción y sus relaciones con empresas de su mismo sector.

Referencias

- ACCID. (2009). *Valoración de empresas: bases conceptuales y aplicaciones prácticas*. Barcelona: Profit.
- Acevedo, N., Fleisman, D., Montoya, A. y Mora, A. (2011). Arbitraje con ADR: un estudio de caso sectorial para empresas de Colombia, México, Brasil y Chile. *Revista Ecos de Economía*, 15 (33), 7-23.
- Amaya, N. (2010). Valoración de empresas. Recuperado de: <http://www.gestiopolis.com/valoracion-de-empresas/>
- Arvelo, F. (1997). *La capacidad de los procesos industriales: métodos estadísticos exigidos por las normas ISO-9000*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.
- Bandenes, C. y Santos, J. (1999). Introducción a la valoración de empresas por el método de los múltiplos de compañías comparables. Recuperado de: <https://web.iese.edu/PabloFernandez/docs/FN-0462.pdf>
- Boada, A. y Gallego, N. (2016). Uso del Risk Simulator® como herramienta para valoración de múltiplos comparables: caso empresas sector eléctrico Colombia. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Boada/publication/310826646_Articulo/links/58388a4408ae3a74b49d1993/Articulo.pdf
- Boada, A. (2016). La importancia de los supuestos y sus limitaciones en los métodos de valoración empresarial. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Boada/publication/310827215_Memorias/links/58388a9408aed5c614885bf4/Memorias.pdf
- Boada, A. (2017). Técnicas estadísticas para valorar acciones mediante múltiplos financieros de las empresas del sector eléctrico de Colombia.
- Bodie, Z. y Merton, R. (1999). *Finanzas*. México: Pearson & Prentice Hall
- Berk, J. y De Marzo, P. (2008). *Finanzas corporativas*. México: Pearson Educación.
- Boson, E., Cortijo, V. y Flores, F. (2009). *Análisis de estados financieros: fundamentos teóricos y casos prácticos*. Madrid: Pearson Educación.
- Court, E. (2012). *Finanzas corporativas* (Segunda edición). Buenos Aires: Cengage Learning.
- Damodaran, A. (2006). *Damodaran on valuation: security analysis for investment and corporate finance*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Dávila, G., Ortiz, F. y Cruz, F. (2016). Cálculo del valor en riesgo operacional mediante redes bayesianas para una empresa financiera. *Contaduría y Administración* 61(1), 176-201.
- Demirakos, E., Strong, N. & Walker, M. (2004). What valuation models do analysts use? *Accounting Horizons*, 18(4), 221-240.
- Eafit. (2014). Reporte Financiero Burkenroad Latinoamérica. Recuperado de: <http://www.eafit.edu.co/escuelas/economiaayfinanzas/laboratorio-financiero/burkenroad/Burkenroad%202015/Reporte%20Burkenroad%20Universidad%20EAFIT%20-%20Isagen%202015.pdf>
- Fernández, P. (2008). *Métodos de valoración de empresas*. Madrid: Universidad de Navarra.

- García, O. (2003). Valoración de empresas, gerencia del valor y EVA. Cali: Prensa Moderna Impresiones.
- García, Y. y García, J. (2006) Revisión bibliográfica de la evidencia empírica de los modelos multifactoriales de valoración de activos financieros. *Cuadernos de Economía*, 25(44), 197-224.
- Gutiérrez, H. y Zhang, H. (2009). Análisis bayesiano para la diferencia de dos proporciones usando R. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, 8, 50–70.
- Herrerías, R. y Herrerías, J. (2009). El modelo probabilístico rectangular – triangular. Aplicación a la tasación de fincas rústicas. En: *17 Jornadas ASEPUMA – 5 Encuentro Internacional*. Vol Actas_17 Issue 1:204
- Lind, D., Wathen, S. y Marchal, W. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México D.F.: McGraw Hill.
- Londoño, C., Correa, J. y Lopera, M. (2014). Estimación bayesiana del valor en riesgo: una aplicación para el mercado de valores colombiano. *Cuadernos de Economía*, 33(63), 635-678.
- Martínez, J. y Venegas, F. (2013). Riesgo operacional en el proceso de pago del Procampo: un enfoque bayesiano. *Contaduría y Administración*, 58 (2), 221-259.
- Moscoso, J. y Botero, S. (2013). Métodos de valoración de nuevos emprendimientos. *Semestre Económico*, 16 (33), 237-262.
- Mun, J. (2012). *Simulador de riesgo*. California: Real Options Valuation.
- Parra, A. (2013). Valoración de empresas: métodos de valoración. *Contexto*, 2 (1), 84-100.
- Pericchi, L. (2002). *Análisis de decisión, inferencia y predicción estadística bayesiana*. Universidad Simón Bolívar.
- Quemada, E. (2015). ¿Por qué necesito valorar mi empresa? Recuperado de: https://www.finanzas.com/opinion/por-que-necesito-valorar-mi-empresa_10025459_102.html
- Ramírez, J., Ruíz, E. y Gutiérrez, B. (2015). Hipótesis de mercados eficientes en el Mercado accionario colombiano a través del estudio de eventos. Recuperado de <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xx/docs/13.03.pdf>
- Sarabia, J., Gómez, E. y Vázquez, F. (2007). *Estadística actuarial: teoría y aplicaciones*. Madrid: Pearson Educacion.
- West, M. y Harrison, J. (1989). *Bayesian forecasting and dynamic models*. New York: Springer Verlag.