

**MODELOS LOGIT-PROBIT Y VALUE AT RISK COMO MEDIDA DEL RIESGO
EN EL ÍNDICE COL 20**

**Estudiantes:
Juliana García Cárdenas
Cristian Camilo Rativa Patiño**

**Universidad Santo Tomás
Facultad De Ciencias Administrativas Y Contables
Negocios Internacionales
Tunja
2019**

**MODELOS LOGIT-PROBIT Y VALUE AT RISK COMO MEDIDA DEL RIESGO
EN EL ÍNDICE COL 20**

Estudiantes:
Juliana García Cárdenas
Cristian Camilo Rativa Patiño

Trabajo final como requisito de grado para optar al título de:
Negociador Internacional

Director del proyecto de investigación:
Mg. Alexander Carvajal

Línea de investigación:
Negocios Internacionales

Universidad Santo Tomás
Facultad De Ciencias Administrativas Y Contables
Negocios Internacionales
Tunja
2019

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a nuestros padres quienes fueron de vital apoyo para concluir nuestra profesión, así mismo a nuestros más allegados quienes nos impulsaron a cumplir nuestra meta. Nuestros más sinceros agradecimientos.

“Si no vives para servir, no sirves para vivir.”

Baden Powell

AGRADECIMIENTOS

Principalmente queremos agradecer a nuestro tutor Alexander Carvajal, por todo el acompañamiento brindado durante el transcurso de la tesis y así mismo por todo el apoyo bibliográfico que nos proporcionó, mediante videos, documentos y libros relacionados con el tema a tratar durante la tesis, para que finalmente esta se llevara a cabo, logrando el propósito de la investigación.

Resumen

El riesgo en las acciones es de vital importancia para los inversionistas, debido a que en ellas se tienen dos factores importantes que son la rentabilidad y el riesgo. La principal fuente de datos para este proyecto fue la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), estos fueron datos de series de tiempo, dado que la información requerida para este proyecto se analizó en un periodo de tiempo determinado. El análisis del riesgo permitió conocer variables internas como externas de modo que el inversionista pudiera invertir; para el caso de esta investigación el objetivo fue estimar el riesgo inversionista el índice COL 20 utilizando los modelos Logit, Probit y Value at Risk. Una vez realizado el estudio se concluyó, que los modelos en efecto reducen el riesgo que se tiene al invertir puesto que, los datos permiten tener gran respaldo para obtener resultados verídicos y confiables en el corto plazo debido a que se usó el método histórico.

Palabras clave: riesgo, invertir, modelos, estimar, acciones, inversionista.

Abstract

The risk in the investments is of vital importance for the shareholders, because investments have two important factors such as profit and risk. The main source of data for this project was the Bolsa de Valores de Colombia (BVC). These data belong to time series given the fact that the information required for this project was analyzed during certain period of time. The risk analysis allowed knowing internal and external variables so that the investor can invest; In the case of this research, the objective was estimated the investor risk in the COL 20 index using the Logit, Probit and Value at Risk models. Once the study is done, it allowed to conclude that the models in effect allowed reduce the risk of invest since, thanks to the amount of data, it allows having great support to obtain true and reliable results in the short term due to the fact that it was used the historical method.

Key words: risk, invest, models, estimate, shares, investors.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cifras de inversión en el índice COL 20 para el año 2018.....	13
Tabla 2. Precios de cierre de las empresas en el índice COL 20 teniendo en cuenta las fechas tales como; el 20 de abril del 2018, el 19 de julio del 2018 y el 21 de septiembre del 2018.	31
Tabla 3. Modelo Logit implementado en el índice Col20 a través del software R Project.	45
Tabla 4. Modelo Probit implementado en el índice Col20 a través del software R Project.	46
Tabla 5. Valores de prueba de normalidad del índice COL20 por empresa.....	69
Tabla 6. Valores de Value at Risk del índice COL20 por empresa.....	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Precio de cierre de las empresas del Índice COL20.	54
Grafica 2. Rendimientos diarios de las empresas del Índice COL20.	61
Grafica 3. Histograma de las empresas del Índice COL20.	67
Grafica 4. Gráfico qq de las empresas del Índice COL20.....	72

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	V
Abstract.....	VI
Introducción	10
1. Justificación.....	12
2. Referencial	15
2.1 Marco teórico:	15
2.2 Marco conceptual:.....	20
3. Hipotesis.....	26
4. Objetivos	26
4.1 Objetivo general:	27
4.2 Objetivos específicos:	27
5. Formulación del problema	27
6. Planteamiento del problema	27
7. Metodología	29
7.1 Población y muestra	30
7.2 Tipo de investigación.....	32
7.2.1 Investigación aplicada:	32
7.2.2 Investigación explicativa:.....	32
7.2.3 Investigación cuantitativa:.....	33
7.3 Diseño de la investigación	33
7.3.1 Investigación secundaria o documental:.....	33
7.4 Modelos de estimación de riesgo	33
7.4.1 Logit:	34
7.4.2 Probit:.....	39
7.4.3 Modelo Value at Risk (VaR) Paramétrico: Método Varianza - Covarianza	41
8. Resultados	43
8.1 Modelo Logit:	45
8.2 Modelo Probit:.....	46
8.3 Value at Risk (Var)	48
9. Conclusiones y recomendaciones	74
Bibliografía	76

Anexos.....	82
Anexo 1. Fórmula para ejecutar modelo Logit	82
Anexo 2. Fórmula para ejecutar modelo Probit	83
Anexo 3. Fórmula para ejecutar modelo Value at Risk	84

INTRODUCCIÓN

La presente investigación busca crear una medida que sirva como herramienta para reducir la incertidumbre que se genera al invertir en las diferentes acciones, específicamente en el índice COL 20, que se define como las primeras 20 acciones que cotizan en la bolsa de Bolsa de Valores de Colombia (BVC).

La investigación surge con el interés de ayudar a dichos empresarios que cotizan diariamente en la bolsa de Bolsa de Valores de Colombia (BVC), ya que no tienen un método apropiado para analizar la incertidumbre que puede surgir al momento de invertir en una acción, por esta razón se realizó una investigación exhaustiva para dar a conocer mediante los modelos econométricos planteados, un resultado efectivo que oriente apropiadamente a los inversionistas, de tal manera que eviten pérdidas en las inversiones que pretendan hacer para las empresas que cotizan actualmente en la Bolsa de Valores de Colombia (BVC).

Para analizar esta problemática es necesario conocer como es el comportamiento de dichas acciones en un periodo de tiempo determinado y así mismo implementar medidas económicas, estadísticas y matemáticas que midan el riesgo de los accionistas al momento de invertir. Por esta razón fue necesario utilizar modelos econométricos tales como; Logit, Probit y Value at Risk, ya que fueron herramientas útiles que ayudaron a reducir el riesgo inversionista en el índice COL20 en el corto plazo.

Durante el proceso de la investigación se llevaron a cabo métodos cuantitativos, los cuales son representados en las tablas y graficas expuestas, además de los resultados obtenidos y los modelos planteados para realizar el análisis del proyecto, sumado a esto fue necesario identificar la población que en la investigación se planteó como las empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) y la muestra fue descrita como el índice COL 20. Cabe resaltar que la investigación se obtuvo a través de fuentes secundarias proporcionadas por de diferentes autores que hacen énfasis en la econometría y además se realizaron investigaciones en a través de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), que suministraron datos relevantes para el transcurso del proyecto.

MODELOS LOGIT-PROBIT Y VALUE AT RISK COMO MEDIDA DEL RIESGO EN EL ÍNDICE COL 20

1. JUSTIFICACIÓN:

El índice COL 20 muestra el rango de las primeras 20 acciones que cotizan en la bolsa de valores de Colombia (BVC), es decir, que las empresas que adquieran mayores rendimientos en el país se encontrarán dentro de este índice. En este proyecto se estimarán modelos Logit, Probit y Value at risk, de tal manera que se pueda determinar el riesgo de inversión en el índice COL 20 a corto plazo.

La liquidez de cada acción nos provee la información necesaria para que esta sea analizada, teniendo en cuenta los modelos Logit, Probit y Value at risk, de los cuales detalladamente se buscará estimar una medida de riesgo para los inversionistas.

Los modelos anunciados anteriormente generan un aporte significativo según lo mencionan algunos autores, tales como; Jeffrey M. Wooldridge, en su libro “Introducción a la Econometría, un enfoque moderno” y Alfonso Novales Cinca, en su libro “Econometría”.

Los autores nombrados hacen énfasis en la implementación de modelos econométricos ya que sirven para evaluar, estimar e implementar teorías económicas que posteriormente serán aplicados en la toma de decisiones de cada inversionista, de tal modo, que se puedan estimar medidas de riesgo a corto plazo, de las empresas ubicadas en el índice COL 20, y así el empresario podrá tener pleno conocimiento de las acciones en las cuales podrá invertir con un nivel de riesgo razonable. Es importante conocer la cantidad de personas que invierte actualmente en acciones, así que según los registros del Depósito Centralizado

de Valores (Deceval), se contabilizan cerca de 915.000 personas naturales, de los cuales el 95% son adultos, 4,7% corresponde a menores de edad y el restante 0,33% son extranjeros.

Tabla 1. *Cifras de inversión en el índice COL 20 para el año 2018.*

Empresa	Inversión
Ecopetrol	\$136.918.593,32
Bancolombia S.A.	\$32.514.359,17
Grupo Aval Acciones y Valores S.A.	\$26.286.850,42
Banco de Bogotá S.A.	\$22.858.358,33
Grupo Inversiones Suramericana	\$21.420.228,99
Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P.	\$18.821.412,97
Grupo Argos S.A.	\$16.205.561,09
Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.	\$15.241.647,83
Grupo Nutresa S. A	\$12.239.284,00
Cementos Argos S.A.	\$12.001.969,76
Promigas S.A. E.S.P.	\$8.014.465,47
Almacenes Éxito S.A.	\$7.188.525,33
Colombia Telecomunicaciones S. A	\$6.401.295,10
Banco de Occidente S.A.	\$6.235.989,96
Corporación Financiera Colombiana S.A.	\$5.746.275,20
Celsia S.A E.S. P	\$4.836.275,94
Grupo Bolívar S.A.	\$4.172.268,28
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria Colombia S.A.	\$3.984.430,35
Banco Davivienda S. A	\$3.801.370,64
Cemex Latam Holding	\$3.527.497,89

Nota. Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por la Bolsa de Valores de Colombia (BVC)

Los resultados que se obtuvieron de la tabla 1, muestran que la empresa posicionada en primer lugar en el índice COL 20 es Ecopetrol, esto quiere decir, que la empresa posee una mayor rentabilidad que las demás, y por esta razón adquirir una acción de esta empresa representa un valor de \$136.918.593,32. Las empresas que se encuentran en un rango intermedio de inversión son Cementos Argos S.A. y Promigas S.A. E.S.P. con un valor promedio de \$10.008.217,62. Por último es importante resaltar a la empresa Cemex Latam Holding, que dentro del índice COL 20 tiene menor rentabilidad y por tal razón la inversión

para adquirir una acción de esta empresa presenta un valor de \$3.527.497,89, es decir que es una cifra menor, teniendo en cuenta el valor que se requiere para invertir en las demás empresas ubicadas en el índice COL 20, además teniendo en cuenta el valor dado, puede existir mayor riesgo accionario en la empresa Cemex Latam Holding ya que su valor en el mercado no representa un suma significativa frente a las demás empresas y por esta razón es menos competitiva.

El proyecto surge teniendo en cuenta el problema que presentan los inversionistas, al no tener conocimiento del riesgo de las acciones en un periodo de tiempo estimado, por esta razón este proyecto es válido ya que no se conoce un modelo que pueda estimar el riesgo de las acciones a corto plazo, y mediante los modelos Logit, Probit y Value at risk se mostrará la efectividad de prevenir la incertidumbre de dichas acciones, de tal modo que los inversionistas no presenten mayores pérdidas.

Este modelo será una gran herramienta de apoyo para todas las personas que invierten en acciones, ya que se convierte en una medida de riesgo y, así mismo, les permite conocer las acciones en las cuales se puede adquirir mayor rentabilidad disminuyendo las posibilidades de que existan pérdidas en su inversión. Además, el mercado muestra una volatilidad, de la cual es necesario tener una estrategia que les permita a los inversionistas conocer la situación en la que se encuentran las empresas de las cuales quieren ser partícipes en dichas acciones.

La información de la que se sustenta el proyecto será tomada de la bolsa de valores de Colombia con la cual se buscará estimar modelos Logit, Probit y Value at risk, que medirán el riesgo inversionista en el índice COL 20.

2. REFERENCIAL

2.1 Marco teórico:

Determinación de valor de la cartera en riesgo de los fondos mutuos de renta variable

en el Perú: en el año 2015, Inés Guadalupe Chupillón Ubillús y Mariela Iris Huamán Reyes realizaron un proyecto con el fin de determinar el riesgo asociado a la inversión en fondos mutuos de renta variable en un periodo de tiempo comprendido desde marzo del 2007 hasta diciembre del 2012. El resultado obtenido por el método de Varianza – Covarianza es diferente en ambos periodos analizados, esto como consecuencia de la crisis financiera del 2008. Se tuvo que la máxima pérdida en el periodo 2007 – 2008 fue de S/ 17.259.420,34 que representa el 17% del valor de la cartera. En el periodo de 2009 – 2012 se estimó una pérdida máxima del 13% del valor de la cartera de los fondos de renta variable. (Chupillón Ubillús & Huamán Reyes, 2015, págs. 6-33)

Medición del VaR en los portafolios de acciones mercado colombiano:

en el año 2008, Valentina Ospina Duque y Victoria Eugenia Tangarife Trujillo desarrollaron un proyecto que consistió en determinar el VaR en la construcción de portafolios de acciones que permitiría cuantificar la pérdida máxima que podría tener una cartera en un intervalo de tiempo con un nivel de confianza dado. Como resultado se obtuvo que se logró desarrollar

una metodología para la construcción de portafolios de acciones con la aplicación de las técnicas de simulación histórica, Monte Carlo y Varianza Covarianza para el cálculo del VaR, también se concluyó que el método Monte Carlo es la mejor opción para cuantificar el VaR entre los tres métodos estudiados, debido a que es el más exacto porque posee el enfoque más completo si la modelación se desarrolla correctamente. (Ospina Duque & Tangarife Trujillo, 2008, págs. 8 -131)

Análisis comparativo del valor en riesgo entre administradoras de fondos para el retiro que operan en México. El caso de la sociedad de inversión especializada en fondos para el retiro básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa: en el año de 2009, Lilia Alejandra Flores Castillo desarrolló un proyecto con el objetivo fundamental de comprobar que el uso del VaR permite evaluar y comunicar de manera sencilla la exposición del riesgo y rendimiento esperado por los fondos de inversión que son utilizados para el retiro de los trabajadores que son administrados por las afores. Como resultado se comprobó que la utilización de la metodología de valor en riesgo permite evaluar con facilidad las condiciones de riesgo de mercado referente al precio de los activos que han presentado los fondos de inversión de las afores. El resultado que se obtuvo por ambos métodos en el cálculo del VaR son estimaciones que permiten tener una visión del peor escenario que se pueda presentar, representa la peor pérdida posible para la inversión de un portafolio de activos. (Flores Castillo , 2009, págs. 14 - 81)

El valor en riesgo aplicado a fondos de inversión: en el año 2005, Michelle Yapur Riera y Mónica Molina Arteaga llevaron a cabo una investigación cuyo objetivo principal fue analizar el comportamiento del Valor en Riesgo (VaR) de dos fondos de inversión,

utilizando el método histórico y el de simulación de Monte Carlo. Como resultado se obtuvo que la utilización del VaR, como método de control de riesgo de las inversiones, es un procedimiento seguro al momento de tomar la decisión de inversión, desde el punto de vista del gesto, es decir, del fondo de inversión. También el VaR es de fácil aplicación, por lo que podría ser utilizado por cualquier fondo de inversión sin inconvenientes. (Riera & Molina Arteaga , 2005, págs. 1 - 99)

Gestión en finanzas de liquidez en mutualista pichicha – metodología VaR para

determinar la volatilidad las fuentes de fondeo: en el año 2009, Christian Alexis Jerez Romero desarrollo una investigación cuyo objetivo fue la evaluación de la metodología VaR, tanto histórica como paramétrica a las fuentes de fondeo de mutualista Pichincha, con el fin de determinar el nivel de liquidez que requiere la institución para cubrir el riesgo de volatilidad de estas fuentes. El resultado que se obtuvo con esta investigación fue que tanto el VaR histórico como el paramétrico, son de fácil y económica aplicación a las fuentes de fondeo de la institución financiera. También el método de VaR histórico, en ambos escenarios cubre en su totalidad las posibles variaciones de los saldos. Mientras que la metodología paramétrica, en el caso del VAR de 7 días, cubre el 97.37% de las variaciones y para el escenario de 30 días da cobertura a todas las variaciones de saldo en cada uno de los períodos analizados. El VaR paramétrico brinda una menor cobertura que el VaR histórico, sin embargo, esta cobertura es la necesaria para administrar las posibles salidas de efectivo esperadas, permitiendo a la administración optimizar el uso de fondos destinados a obtener la mejor rentabilidad. (Jerez Romero, 2009, págs. 58 - 59)

-Establecimiento de un modelo Logit para la medición del riesgo de incumplimiento en créditos para una entidad financiera del municipio de Arauca, departamento de

Arauca: en el año 2013, Nubia Velandia Velandia llevó a cabo una investigación con el fin de contribuir a la mejora de la gestión del riesgo de crédito en el municipio de Arauca a través de la inclusión de diferentes elementos propios de dicho territorio que permita el acceso a los créditos por parte de las Pymes. Como resultado se obtuvo que bajo el método Logit se puede evidenciar que, factores como la edad no es un factor importante, sin embargo, la calificación que emite la superintendencia bancaria es muy importante. También, el riesgo en las entidades financieras es un pilar importante debido a que, a través de este, se realiza un filtro para la colocación de cartera, llámese riesgo de crédito, de mercado, de liquidez, operativo y de financiación del terrorismo y lavado de activos. (Velandia Velandia, 2013, págs. 83 - 84)

El modelo Logit una alternativa para medir la probabilidad de permanencia

estudiantil: en el año 2006, Laura Rosa Llano Díaz y Viardin Mosquera Caicedo desarrollaron una investigación cuyo objetivo fue calcular las probabilidades para que un estudiante que ingresa a la universidad nacional, sede Manizales y conocer cuáles son los factores que incidieron para esa situación y el peso que tiene cada uno de ellos. Como resultado se logra dar una mayor visión sobre la importancia y la utilidad de modelos de regresión y permite ver la posibilidad de estudiar variables nominales u ordinales en función de variables cuantitativas. También, en los diferentes modelos calculados, la variable que ha sido significativa para establecer variaciones en la probabilidad de no matricula ha sido la referente al promedio acumulado que lleva el estudiante. Esta situación es relevante, debido a que si se quiere mejorar las tasas de retención estudiantil se deben

generar políticas académicas a fin de mejorar los promedios académicos. (Llano Diaz & Mosquera Caicedo, pág. 34)

Estudio econometrico del nivel de satisfacción de los alumnos en la adquisición de conocimientos con las nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje, en la FCE de la UPCT: en el año 2012, Rafael Martinez Capel desarrolló una investigación con el objetivo de “descubrir qué metodologías son las que mayor grado de conocimientos proporcionan al alumno, llamando la atención sobre la variedad de herramientas de que se dispone y su capacidad para poder ser implementadas, dado el avance en el campo de las nuevas tecnologías a disposición de (...) la universidad estudiada.” (Martinez Capel, 2012) Para desarrollar esta investigación se eligieron modelos logit y probit. Como resultado se obtuvo que, gracias a la implementación de modelos como los anteriormente mencionados sería positivo la aplicación de las nuevas metodologías del EEES, guiando paulatinamente al alumno. (Martinez Capel, 2012, págs. 44 - 48)

Estimación de un modelo Probit y Logit para la evolución viral de los pacientes con VIH. Caso: hospital de infectología José Daniel Rodríguez de Guayaquil: en el año 2004, César Leonardo Calle Hurtado llevó a cabo una investigación el cual pretendió analizar la propensión de los pacientes con VIH del hospital de infectología “José Daniel Rodríguez” de la ciudad de Guayaquil para tener una favorable evolución después de aplicar el tratamiento correspondiente. El objetivo fue investigar con baso a los datos de los pacientes con VIH del hospital mencionado anteriormente, cuales son los factores que influyen en un paciente para que mejore el estado de salud del paciente. Como resultado se puede concluir que, se encontró que existe evidencia estadística con el 90% de confianza,

las personas no solteras “tenían mayor propensión a mejorar su estado de salud luego del tratamiento correspondiente, esto se puede presumir a que estos pacientes tengan más cuidado con la enfermedad (...) en relación a los pacientes solteros” (Calle Hurtado, 2004) finalmente se recomienda seguir con el estudio para poder encontrar resultados a largo plazo, de igual manera establecer un sistema de información de los pacientes analizados para que la información sea confiable y esté respaldada para evitar complicaciones a mediano plazo. (Calle Hurtado, 2004, págs. 41 -54)

2.2 Marco conceptual:

En la presente investigación se llevarán a cabo los siguientes conceptos a considerar:

Riesgo: “Este concepto se relaciona con las pérdidas potenciales que se pueden sufrir en un portafolio de inversión, debido a la volatilidad de los flujos financieros no esperados” (Administración de riesgos, 2008, pág. 5)

Acciones: “Las acciones son valores negociables de renta variable que representan la fracción o parte alícuota mediante la cual una persona física o jurídica participa en el capital social de una sociedad anónima o sociedad comercial por acciones” (Comisión Nacional de Valores , 2007, pág. 2)

Modelo: “Toda construcción hecha con información de una situación, idea o fenómeno real, en la cual se resalten ciertos aspectos de interés al tiempo que se oculta todo lo demás” (Tecnología y Synergix, 2010)

Estimar: “Determinación cuantitativa de los parámetros de los modelos económicos a través de la manipulación estadística de la información contenida en observaciones muestrales” (Enciclopedia de economía, 2009)

Cotizar: “Se utiliza para denominar la admisión de un activo financiero en un mercado bursátil. Para ser más exactos, es la tasación oficial diaria de un activo financiero en función de las órdenes de compra-venta de ese activo” (Economipedia, 2015)

Índice: Es un número abstracto que representa el movimiento en conjunto de varios activos financieros que lo componen (acciones, bonos, monedas, commodities, etc.) Cada uno de estos activos tiene un peso relativo dentro del índice, medido según parámetros previamente establecidos a la creación de este. Entonces, ante un movimiento de precios del activo se moverá el índice y la variación del índice será mayor o menor según el peso del activo. (Chauvin, 2000)

Modelo econométrico: Un modelo econométrico está formado por una o varias ecuaciones en las que la variable explicada o endógena depende de una o varias variables explicativas. Este modelo es utilizado como una herramienta de análisis que ayuda en la toma de decisiones tanto a nivel económico general (macro) como en el ámbito de la dirección de empresas (micro). (García, y otros, 2010, pág. 4)

Finanzas: “La teoría financiera consta de una serie de conceptos que nos ayudan a organizar nuestras ideas sobre cómo asignar recursos a través del tiempo y de un grupo de modelos cuantitativos que nos permiten evaluar alternativas, adoptar decisiones y realizarlas” (Puga Muñoz, 2018, pág. 3)

Precio: “El precio es la cantidad necesaria para adquirir un bien, un servicio u otro objetivo. Suele ser una cantidad monetaria. Para que se produzca una transacción el precio tiene que ser aceptado por los compradores y vendedores” (Economipedia, 2015)

Inversión: “Es la aplicación de recursos económicos al objetivo de obtener ganancias en un determinado período” (Superintendencia financiera de colombia, 2008, pág. 7)

Inversionista: “Persona natural o jurídica que realiza inversiones, que son una forma de darle uso productivo a sus recursos de manera eficiente con el fin de obtener más dinero” (Superintendencia financiera de colombia, 2008, pág. 7)

Mercado: Es el lugar, físico o electrónico, donde se intercambian los activos financieros como acciones, bonos, pagarés, Letras del Tesoro, etc. Se cumplen las funciones de contactar a oferentes y demandantes de dinero, directamente o a través de intermediarios o brokers, además de fijar los precios de los activos y proporcionar liquidez a la economía. (Millán Martín & Viejo Valverde, 2010, pág. 1)

Mercado bursátil: “Es el conjunto de agentes, instituciones, instrumentos y formas de negociación que interactúan facilitando la transferencia de capitales para la inversión a través de la negociación de valores” (Superintendencia financiera de Colombia, 2008, pág. 2)

Rentabilidad: “Se refiere a los beneficios conseguidos o que pueden obtenerse procedentes de una inversión realizada con anterioridad” (Economía simple, 2016)

Volatilidad: La volatilidad es la medida de la frecuencia y/o intensidad de los cambios que puede sufrir el precio de un activo o de una desviación estándar de cambio de tendencia en un horizonte temporal determinado. Por eso se utiliza la frecuencia de la volatilidad para determinar el riesgo que tiene un instrumento financiero. (Brókers de Forex, 2018)

Incertidumbre: “Es una estimación unida al resultado de un ensayo que caracteriza el intervalo de valores dentro de los cuales se afirma que está el valor verdadero” (Maroto, Boqué, Riu, & Rius, 2013)

Empresa: “Unidad de producción de bienes y servicios. Dentro de una empresa el conjunto de decisiones está coordinado por una autoridad directiva” (Astudillo Moya, 2012, pág. 15)

Liquidez: “La liquidez de una empresa se mide por su capacidad para satisfacer obligaciones a corto plazo conforme se vengán. La liquidez se refiere a la solvencia de la posición financiera global de la empresa” (Gitman & Núñez Ramos, 2009, pág. 49)

Fondos: Estos fondos de inversión son los que invierten el patrimonio de los partícipes en activos financieros. Los activos financieros son todos aquellos productos que están emitidos por una entidad financiera y la contrapartida de la misma es una deuda o una obligación. (BBVA, 2015)

Valor: “Estimación (aprecio) respecto de la utilidad de un bien o servicio para la satisfacción de las necesidades; cuando adicionalmente el bien es escaso, quedan configuradas las condiciones para la aparición del valor económico” (RODRÍGUEZ , 2009, pág. 113)

Reducción: La reducción de costos es uno de los temas más abordados en las empresas. Lo hacen todo el tiempo ya que es un proceso permanente. Esto se debe a que siempre se busca mejorar la rentabilidad de la empresa y, en consecuencia, la productividad. (ESAN, 2016)

Medición: “la medición supone el proceso de ligar el modelo formal llamado sistema de los números a algún aspecto diferenciable de los objetos o acontecimientos... medir es asignar numerales a los objetos o acontecimientos de acuerdo a reglas”. (Fernandez & Barbei, 2006, pág. 4)

Renta variable: El mercado de renta variable son las Bolsas de Valores y podríamos considerarlo como un punto de encuentro entre los ahorradores y las empresas societarias, donde los ahorradores financian a las compañías mediante la compra de sus acciones en dicho mercado, convirtiéndose en accionistas. (Universidad de Malaga, 2018, pág. 13)

Periodo: Este principio supone que las operaciones económicas así como los efectos de ellas derivados, se contabilizan de forma tal que se correspondan con el período económico en que ocurren, para que las informaciones contables muestren con claridad el período a que éstas corresponden y pueda determinarse el resultado de cada ejercicio económico. (Gerencie, 2017)

Medidas Probabilísticas: “La probabilidad de un suceso proporciona una medida del grado de incertidumbre de dicho suceso”. (Román Román, 2018, pág. 20)

Teórico-empírico: Los datos empíricos son sacados de las pruebas acertadas y de los errores cometidos en el proceso... para esto la investigación empírica se basa en el campo experimental mientras que la investigación teórica se encuentra en el campo documental. (Landa Domínguez, 2013, pág. 5)

IBR (indicador bancario de referencia): El IBR es una tasa de interés de referencia de corto plazo denominada en pesos colombianos, que refleja el precio al que los bancos están dispuestos a ofrecer o a captar recursos en el mercado monetario. El IBR se calcula a partir de las cotizaciones de los participantes del esquema. Las tasas cotizadas corresponden al interés nominal al cual estas entidades son indiferentes entre prestar y recibir recursos para el respectivo plazo. (Banco de la Republica Colombia , 2013)

TRM (tasa de cambio representativa del mercado): Es la cantidad de pesos colombianos por un dólar de los Estados Unidos. La TRM se calcula con base en las operaciones de compra y venta de divisas entre intermediarios financieros que transan en el mercado cambiario

colombiano, con cumplimiento el mismo día cuando se realiza la negociación de las divisas. (Banco de la Republica Colombia , 2013)

DJI (Dow Jones Industrial): El Promedio Industrial Dow Jones es el índice utilizado para medir el comportamiento de la Bolsa de Valores de Nueva York compuesto por 30 empresas líderes en su sector industrial en Estados Unidos e identificadas como blue “chip” de alta capitalización bursátil y elevada liquidez, en su mayoría con operaciones globales. El DJIA está integrado, no sólo por componentes industriales, sino también por otros pertenecientes a servicios financieros, tecnología, entretenimiento y otros. (ADVFN, 2019)

3. HIPOTESIS

Las mediciones cuantitativas financieras, permiten que los inversionistas tomen decisiones acertadas que prevengan pérdidas monetarias de las principales compañías que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia. En este trabajo se consideran que estas mediciones son efectivas mediante el uso de modelos Logit, Probit y Value at Risk, ya que son herramientas útiles que ayudan a reducir el riesgo inversionista en el índice COL20 en el corto plazo.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

Estimar una medida del riesgo inversionista en el índice COL 20 utilizando los modelos Logit, Probit y Value at Risk.

4.2 Objetivos específicos:

- Plantear modelos de riesgo teórico-empíricos que sustenten la aplicación en las acciones del índice COL 20.
- Detallar modelos a estimar de acuerdo a la disponibilidad de información existente sobre el índice COL 20 en el mercado de valores colombiano.
- Generar medidas probabilísticas o valores esperados de riesgo para los inversionistas del índice COL 20.

5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera los modelos Logit, Probit y Value at risk, contribuyen a la reducción del riesgo inversionista en renta variable, específicamente en el índice COL 20?

6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a los antecedentes previamente analizados, los inversionistas del índice COL 20 no tienen un modelo de estimación del riesgo a corto plazo que apoye las decisiones de inversión, existe incertidumbre para obtener la mayor rentabilidad posible representada en retornos positivos a la inversión inicial de aquellos inversionistas. Lo cual es de gran importancia determinar un modelo financiero y econométrico que les permita estimar el riesgo de inversión, algunos modelos que pueden ser útiles para este propósito son Logit, Probit y Value at risk.

La población y zona afectada son los inversionistas que realizan movimientos financieros en las empresas cotizantes del mercado bursátil colombiano incluidas en el índice COL20, también dicha población tiene la tendencia a invertir en empresas del sector de hidrocarburos, financiero, industrial, debido a que éstas son las empresas que están en el índice COL20, además dichas personas demandan un mínimo de capital debido a que, al invertir, aunque no se necesita un monto alto, requiere de recursos libres para inversión en activos de riesgo en renta variable.

Debido a la incertidumbre que tienen los inversionistas en el riesgo de inversión, el economista Markowitz (1952) indicó:

En el año 1950 construye la base de la Teoría Moderna de Administración de Portafolios al proponer la utilización de los conceptos fundamentales de riesgo y retorno de un activo, de forma conjunta y complementaria, como la manera correcta de tomar decisiones de inversión. Bajo el supuesto de que los inversionistas son adversos al riesgo, se prefieren activos con menor riesgo y mayor

retorno esperado. Esto permite comparar dos activos diferentes y tener criterios objetivos para decidir en cual invertir. En general el inversionista preferirá el activo con menor riesgo dentro de todos aquellos que tengan el mismo retorno esperado, o viceversa, aquel con mayor retorno dentro de aquellos con un mismo nivel de riesgo. (Markowitz, 1952, pág. 77)

COL 20 es el “índice que refleja las variaciones de los precios de las 20 acciones más líquidas que se transan en la BVC, de esta forma la ponderación de cada compañía dentro del índice está determinado por su nivel de liquidez.” (Portafolio, 2009)

Las empresas que se van a tener en cuenta son las primeras veinte que cotizan en la bolsa de valores en el año 2018 denominadas COL 20, estas son: son: Ecopetrol S.A., Bancolombia S.A., Grupo Aval Acciones y Valores S.A., Banco de Bogota S.A., Grupo Inversiones Suramericana, Empresa de Energia de Bogota S.A. E.S.P., Grupo Argos S.A., Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P., Grupo Nutresa S.A, Cementos Argos S.A., Promigas S.A. E.S.P., Almacenes Exito S.A., Colombia Telecomunicaciones S.A, Banco de Occidente S.A., Corporación Financiera Colombiana S.A., Celsia S.A E.S.P, Grupo Bolívar S.A., Banco Bilbao Vizcaya Argentaria Colombia S.A., Banco Davivienda S.A, Cemex Latam Holding. (BVC, 2018)

7. METODOLOGÍA

En el presente proyecto se llevará a cabo una metodología de investigación aplicada al área financiera, en la cual se cumplirán los objetivos propuestos, de tal manera que se pueda resolver el problema planteado para crear modelos eficaces que disminuyan la incertidumbre a la que están expuestos los inversionistas, y finalmente predecir los resultados que mejoren la inversión en las acciones.

A continuación, se mostrarán los pasos metodológicos que son necesarios para llevar a cabo todo el desenlace del proyecto:

7.1 Población y muestra

La población escogida son las empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia, con base al año 2018. De acuerdo a la población se ha podido obtener el tamaño de la muestra, la cual se determinó con las primeras 20 empresas que cotizan en la BVC, es decir el índice COL 20 del año 2018. Esta información se obtuvo a través de la Bolsa De Valores de Colombia (BVC) teniendo en cuenta las empresas que cotizan actualmente en la Bolsa, tomando como punto de partida el 20 de abril del 2018 hasta el 21 de septiembre del 2018.

Así mismo es importante analizar los criterios mediante los cuales fue escogido el tamaño de la muestra:

7.1.1 Criterios de inclusión: Son las empresas que cotizan para el año 2018 dentro de los primeros 20 puestos de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), es decir el índice COL 20.

7.1.2 Criterios de exclusión: Son las empresas que no se encuentran ubicadas dentro de los primeros 20 puestos de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) para el año 2018.

7.1.3 Criterios de eliminación: Son las empresas que no están presentes en la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) año 2018.

Los datos presentados en la tabla 2 corresponden a los precios de cierre de las empresas que pertenecen a los índices Col 20 desde 20/04/2018 hasta 21/09/2018:

Tabla 2. *Precios de cierre de las empresas en el índice COL 20 teniendo en cuenta las fechas tales como; el 20 de abril del 2018, el 19 de julio del 2018 y el 21 de septiembre del 2018.*

Empresa	Precio de cierre 20/04/2018	Precio de cierre 19/07/2018	Precio de cierre 21/09/2018
Ecopetrol	3.030,00	2.950,00	3.680,00
Bancolombia S.A.	34.200,00	34.440,00	32.180,00
Grupo Aval Acciones y Valores S.A.	1.245,00	1.165,00	1.135,00
Banco de Bogotá S.A.	68.500,00	69.000,00	66.000,00
Grupo Inversiones Suramericana	38.400,00	37.280,00	33.580,00
Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P.	2.040,00	2.035,00	2.000,00
Grupo Argos S.A.	19.800,00	19.540,00	15.900,00
Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.	14.880,00	14.280,00	13.600,00
Grupo Nutresa S. A	26.520,00	27.200,00	24.500,00
Cementos Argos S.A.	9.700,00	9.620,00	7.690,00
Promigas S.A. E.S.P.	7.660,00	7.350,00	6.890,00
Almacenes Éxito S.A.	16.620,00	16.240,00	15.400,00
Colombia Telecomunicaciones S. A	0	0	0
Banco de Occidente S.A.	38.500,00	39.520,00	39.000,00
Corporación Financiera Colombiana S.A.	23.700,00	24.440,00	23.060,00
Celsia S.A E.S. P	4.600,00	4.560,00	4.560,00
Grupo Bolívar S.A.	52.500,00	53.000,00	52.400,00
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria Colombia S.A.	265	279,00	270

Banco Davivienda S. A	32.800,00	36.840,00	36.000,00
Cemex Latam Holding	9.240,00	7.690,00	5.580,00

Nota. Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por la Bolsa de Valores de Colombia (BVC)

7.2 Tipo de investigación

Esta investigación se enmarca como aplicada, explicativa y cuantitativa, teniendo en cuenta los modelos que se trabajaran durante el proyecto para reducir el riesgo en el COL 20 año 2018. A continuación, se justifica la clasificación indicada:

7.2.1 Investigación aplicada: “Entendida como la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos en provecho de los grupos que participan en esos procesos y en la sociedad en general (...) de manera que se ofrezcan soluciones en función de los contextos” (Vargas Cordero, 2009, pág. 159), de acuerdo con lo anterior, en esta investigación se aplicarán modelos teóricos de la econometría y finanzas, para estimar el riesgo de inversión de las empresas cotizantes incluidas en el índice COL 20.

7.2.2 Investigación explicativa: “Es la manera por la cual, el investigador se plantea objetivos para estudiar el porqué de las cosas, hechos, fenómenos o situaciones. Se analizan causa-efecto de la relación entre variables” (Sierra Guzmán, 2012), en este trabajo el método explicativo se aplica para argumentar las variables que son la causa del riesgo de las acciones, y así mismo se busca la manera de medir el impacto que tienen estas variables en dicho riesgo, de tal modo que los inversionistas tengan una comprensión asertiva al momento de decidir la inversión que realizaran con base a la empresa que cotiza.

7.2.3 Investigación cuantitativa: Recoge y analiza datos sobre variables y estudia las propiedades y fenómenos cuantitativos (...) Los métodos cuantitativos adquieren validez externa ya que con una muestra representativa de la población hacen inferencia a dicha población a partir de una muestra. (Fernández & Díaz, 2002, pág. 76), este proyecto buscará crear mediciones cuantitativas del riesgo mediante modelos econométricos y financieros que provean al inversionista un análisis concreto y eficiente de los resultados obtenidos con base a la información detallada que se adquiere en la Bolsa de Valores de Colombia con respecto a cada empresa accionista.

7.3 Diseño de la investigación

7.3.1 Investigación secundaria o documental: La principal fuente de datos del proyecto es la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), en la cual se adquieren reportes mensuales y anuales de cierre de las acciones, precios de inversión, además de variaciones ya sean porcentuales o absolutas, teniendo en cuenta un histórico que provea la información necesaria para analizar la acción de manera detallada referente a periodos anteriores.

7.3.1.1 Técnicas de recolección de datos: Los datos han sido recopilados de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), estos son datos de series de tiempo, dado que la información requerida para este proyecto se analiza en un periodo de tiempo determinado, de tal manera que se estudien las empresas que hacen parte del índice COL 20 por medio de modelos econométricos.

7.4 Modelos de estimación de riesgo

7.4.1 Logit:

“La regresión Logit se basa en la denominada función logística y se utiliza cuando se va a calcular la probabilidad de escoger la opción $Y_i = 1$. y se especifica como” (Pérez Ramirez & Fernández Castaño, 2009):

$$P_i = E(Y = 1|X_i) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_i)}}$$

O como

$$P_i = F(Z_i) = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} = \frac{e^{Z_i}}{1 + e^{Z_i}}, \quad -\infty < Z_i < \infty$$

Donde $Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_i$, y tiene como función de densidad

$$f(Z_i) = \frac{1}{(1 + e^{Z_i})^2} = F(Z_i)(1 - F(Z_i))$$

Este modelo presenta una ventaja relevante para este proyecto, la cual consiste en obtener un valor probabilístico del riesgo, siendo 1 probabilidad de ocurrencia y 0 la probabilidad no ocurrencia. De esta manera se puede medir el riesgo de manera afable permitiendo que la toma de decisiones sea efectiva.

Es importante precisar que “en el modelo Logit los coeficientes de regresión expresan el cambio en el logaritmo de las probabilidades, cuando una de las variables explicatorias cambia en una unidad, permaneciendo constantes las demás” (Gujarati, 2010)

De acuerdo con Pérez Ramirez & Fernández Castaño (2009) cuando se van a estimar los parámetros de la regresión logística, de manera manual, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Para cada X_i se calcula como $\hat{P}_i$ donde $\hat{P}_i = \frac{n_i}{N_i}$

1. Para cada X_i se calcula $\hat{P}_i$ como $\hat{P}_i = \frac{n_i}{N_i}$

2. Para cada X_i se calcula el Logit como $\hat{L}_i = \ln\left(\frac{\hat{P}_i}{1-\hat{P}_i}\right)$

3. Para la estimación de mínimos cuadrados ponderados se transforma la ecuación

$$\hat{L}_i = \ln\left(\frac{\hat{P}_i}{1-\hat{P}_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

A la forma

$$\sqrt{\omega_i} L_i = \beta_0 \sqrt{\omega_i} + \beta_1 \sqrt{\omega_i} X_i + \sqrt{\omega_i} \varepsilon_i$$

Lo cual se expresa como

$$L_i^* = \beta_0 \sqrt{\omega_i} + \beta_1 X_i^* + v_i$$

Donde $\sqrt{\omega_i} = N_i \hat{P}_i (1 - \hat{P}_i)$

$L_i^* = \sqrt{\omega_i} L_i$ se llama ponderada de L_i

$X_i^* = \sqrt{\omega_i} X_i$ se llama ponderada de X_i

$v_i^* = \sqrt{\omega_i} \varepsilon_i$ se llama ponderada de ε_i

4. Finalmente se estima el modelo con mínimos cuadrados ponderados

$$Y_i = \frac{1}{1 + \exp[-(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_n X_{ni})]} + \varepsilon_i$$

O también se puede escribir de manera compacta, como

$$Y_i = \frac{1}{1 + \exp(-X_i \beta)} + \varepsilon = \frac{\exp(X_i \beta)}{1 + \exp(X_i \beta)} + \varepsilon$$

Donde

ε_i : es el error aleatorio que tiene una distribución normal con media μ y varianza σ^2

X_i : son las variables regresoras y toman valores fijos en el muestreo

Y_i : la variable respuesta que toma los valores de cero a uno.

La interpretación del modelo Logit se puede realizar de la siguiente forma: dados los valores de las variables explicativas, la probabilidad Y_i tome el valor de uno es P_i ; simbólicamente

$$P(Y_i = 1|X_i) = P_i$$

Por lo tanto

$$P(Y_i = 0|X_i) = 1 - P_i$$

A continuación, se analizará cómo estimar P_i , para ello, se encontrará la esperanza condicional de Y_i dado X_i de las siguientes dos formas:

A. Se sabe que

Y_i	0	1
$P(Y_i X_i)$	$1 - P_i$	P_i

Luego

$$E(Y_i|X_i) = \sum_{y_i=0}^1 y_i P(y_i|x_i) = (0)(1 - P_i) + (1)(P_i) = P_i$$

B. También se tiene que

$$Y_i = \frac{1}{1 + \exp(-X_i\beta)} + \varepsilon_i$$

Por lo tanto,

$$\begin{aligned} E(Y_i|X_i) &= E\left(\frac{1}{1 + \exp(-X_i\beta)} + \varepsilon_i\right) \\ &= \frac{1}{1 + \exp(-X_i\beta)} + E(\varepsilon_i) = \frac{1}{1 + \exp(-X_i\beta)} \end{aligned}$$

De **a** y **b**, se obtiene que

$$P_i = \frac{1}{1 + \exp(-X_i\beta)} = \frac{\exp(X_i\beta)}{1 + \exp(X_i\beta)}$$

Es decir, la probabilidad de que la variable respuesta Y_i tome el valor de uno; dadas las variables explicativas X_i , se puede estimar a través del modelo Logit.

La expresión $1 - P_i$ se escribe entonces como

$$1 - P_i = \frac{1}{1 + \exp(X_i\beta)}$$

Y el modelo ajustado es

$$\hat{Y}_i = \hat{P}_i = \frac{1}{1 + \exp(-X_i\beta)}$$

7.4.2 Probit:

Debido a las dificultades que existen en asociación a MLP (modelo lineal de probabilidad) este modelo “surge en la función de distribución acumulada normal y se basa en la teoría de la perspectiva de selección racional con base en el comportamiento” (Pérez Ramirez & Fernández Castaño, 2009)

De acuerdo con Lara Rubio (2010) el método Logit o Probit, a menos que las muestras sean grandes, desde una perspectiva teórica ofrecerán resultados similares en términos de probabilidad, dado que la distribución normal y la logística acumulada están muy próximas entre sí, excepto en los extremos, y es poco probable obtener resultados muy diferentes entre sí. (pág. 180)

Como afirman Pérez Ramirez & Fernández Castaño (2009) para entender este modelo, se debe suponer que existe un índice de conveniencia continuo teórico I_i , el cual está en función de una variable explicativa X_i . El índice I_i , no observable, queda expresado por la ecuación.

$$I_i = \beta_0 + \beta_1 X_i$$

La interpretación del modelo Probit se puede realizar de la siguiente forma: dados los valores de las variables explicativas, la probabilidad de que Y_i tome el valor de uno es P_i ; simbólicamente

$$P(Y_i = 1|X_i) = P_i$$

Por lo tanto

$$P(Y_i = 0|X_i) = 1 - P_i$$

A continuación, se analizará cómo estimar P_i y para ello, se encontrará la esperanza condicional de Y_i dado X_i de las siguientes dos formas.

1. Se sabe que

Y_i	0	1
$P(Y_i X_i)$	$1 - P_i$	P_i

Luego

$$E(Y_i|X_i) = \sum_{y_i=0}^1 y_i P(y_i|x_i) = (0)(1 - P_i) + (1)(P_i) = P_i$$

2. También se tiene que

$$Y_i = \phi(X_i\beta) + \varepsilon_i$$

Por lo tanto,

$$E(Y_i|X_i) = E(\Phi(X_i\beta) + \varepsilon_i) = \Phi(X_i\beta) + E(\varepsilon_i) = \Phi(X_i\beta)$$

De 1 y 2. Se obtiene que $P_i = \Phi(X_i\beta)$; es decir, la probabilidad de que la variable Y_i tome el valor de uno, dadas las variables explicativas X_i , se puede estimar a través del modelo Probit. El modelo ajustado se expresa funcional como

$$\hat{Y}_i = \hat{P}_i = \Phi(X_i\hat{\beta})$$

“(…) a pesar de compartir las mismas ventajas respecto a evitar inconvenientes de los modelos de probabilidad lineal, los modelos probit tienen el inconveniente sobre los modelos logit de que el proceso de estimación es relativamente complicado.” (Lara Rubio, 2010)

7.4.3 Modelo Value at Risk (VaR) Paramétrico: Método Varianza - Covarianza

Los autores Claro, Contador y Quiroga (2006) definen el modelo VaR en el texto que se muestra a continuación:

Este método se basa en la hipótesis de la distribución conjunta normal de los rendimientos de la cartera, y en la hipótesis de la relación lineal entre los factores de riesgo del mercado y el valor de la empresa. La estimación de VaR a través de éste método es simple y rápida, lo que lo hace atractivo cuando se trabaja en tiempo real. (Claro, Contador, & Quiroga, 2006)

“Se determina 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” (Gutierrez Mateus & Peña Pores, 2016)

$$VaR = F \times S \times \sigma_p \times \sqrt{t}$$

El Método Varianza - Covarianza se calcula de la siguiente manera

$$\sigma_p = \sqrt{[w]^T [\Sigma] [w]}$$

Donde

$$[\Sigma] = [\sigma][C][\sigma]$$

F = Factor que define el nivel de confianza.

t = Horizonte de tiempo en que se desea ajustar al VaR.

$[w]$ = Vector de pesos de las posiciones del portafolio ($n \times 1$).

$[w]^T$ = Vector traspuesto de los precios de las posiciones del portafolio ($n \times 1$).

$[\Sigma]$ = Matriz de varianza-covarianza que incluye las correlaciones entre los valores del portafolio ($n \times n$).

$[C]$ = Matriz de correlación de los rendimientos de los activos del portafolio.

σ_p = Volatilidad del portafolio (1×1).

S = Valor del portafolio.

$[\sigma]$ = Matriz de desviación estándar.

VaR = Valor en Riesgo.

8. RESULTADOS

Para el procedimiento que se lleva a cabo durante los resultados de la investigación, es necesario entender la importancia de las variables utilizadas en el modelo trabajado con respecto a las empresas mencionadas.

Por esta razón se tomó en cuenta la variable IBR (indicador bancario de referencia) que muestra que la tasa de interés real es atractiva para la inversión de las diferentes empresas, ya que dependiendo del interés pactado por el Banco de la Republica, el capitalista establecerá si es factible realizar movimientos financieros con dicha tasa de interés de tal manera que se obtengan ganancias y así mismo, según el autor Velez Ponguta (2007) “los inversionistas extranjeros fijaran sus inversiones en Colombia” (pág. 14).

Otra variable importante con la que se realizó el proyecto es la TRM (tasa de cambio representativa del mercado), la relación con la TRM es que “la adquisición de divisas, en especial del dólar, ha sido una de las formas tradicionales de inversión en Colombia en los últimos tiempos, por esta razón este es un factor de una alta relevancia” (Velez Ponguta, 2007, pág. 7). Según el alza o baja del dólar la economía colombiana mostrara cambios relevantes que tendrán gran influencia en las acciones de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC).

Cabe resaltar que, Estados Unidos es uno de los principales socios comerciales, es decir, nosotros enviamos los productos que se crean aquí en Colombia pero, a la vez, también les compramos mucho de lo que ellos hacen. Entonces, si a su economía le va bien, a nosotros también nos podría ir bien porque tendrían más dinero para comprar lo que Colombia produce. (Publicaciones Semana, 2017)

Finalmente se encuentra la variable DJI (Dow Jones Industrial), que muestra a las tres principales empresas del Índice COL20 que cotizan actualmente en la bolsa de valores de Nueva York; estas son Ecopetrol, Bancolombia y Grupo AVAL.

Según Silva (2018) si estas acciones sufren caídas allá, también se van a ver afectadas directamente y van a contagiar al resto de la bolsa local. (...) Aclara que cuando se generan crisis globales generadas por problemas de fondo, sí hay efectos sobre el tipo de cambio, activos locales, pérdida de valor de los activos como acciones e incrementos de la tasa de interés.

Durante el la implementación del modelo en el software R Project, se adecuo la variable dependiente Y, esta se obtuvo por los datos presentados en los precios de cierre del Índice COL20 desde el periodo del 20 de abril del 2018 hasta el 21 septiembre del 2018, teniendo en cuenta esto se realizó la siguiente formula en Excel = LN(VF/VP) de tal manera que se arrojan los datos binomiales de 0 y 1.

Donde:

0, significa que la inversión para dicha empresa, generara perdidas y

1, significa que la inversión para la empresa correspondiente, presentara ganancias.

8.1 Modelo Logit:

Tabla 3. *Modelo Logit implementado en el índice Col20 a través del software R Project.*

Variabes	Coefficiente	Criterio de Akaike	Criterio de Hannan-Quinn	Criterio de Schwarz
Constante	0,233994			
IBR	-0,452466	-	-	-
TRM	15,2107	-	-	-
DJI	31,6773	-	-	-
	-	145,3727	149,6074	155,8332

Nota. Fuente: Elaboración propia con base en los datos proporcionados del software R Project a través de la información del Banco de la república (Indicador Bancario de Referencia) (Tasa Representativa del mercado) y la Bolsa de Nueva York (Dow Jones Industrial).

Teniendo en cuenta la tabla correspondiente al modelo Logit, se encuentra como primera medida la constante, que es el valor mínimo de relación de dependencia al modelo, el cual muestra una relación positiva, posteriormente se obtiene una relación negativa de la variable IBR con un valor de $-0,452466$, luego se muestra una relación positiva de la variable TRM presentando el valor de $15,2107$ y finalmente se observa una relación positiva de la variable DJI con un valor de $31,6773$. Además se utilizaron medidas para evaluar la calidad del modelo tales como; el Criterio de Akaike, el Criterio de Hannan-Quinn y el Criterio de Schwarz.

A continuación se muestra un ejemplo para comprender los resultados, con los valores promedio de las variables independientes del modelo:

$$\text{IBR} = 0, \text{ TRM} = 0,088, \text{ DJI} = 0,089$$

De lo cual se tiene:

$$= \frac{1}{1 + \exp[-(0,233994 - 0,452466 \times 0 + 15,2107 \times 0,088 + 31,6773 \times 0,089)]}$$

$$= 0,5684$$

El resultado presentado anteriormente denota que la probabilidad de obtener una calificación de A es de 0,5684 si se tienen los valores IBR= 0, TRM = 0,088, DJI = 0,089.

El efecto marginal de la variable se plantea de la siguiente manera: $\hat{P}_i(1 - \hat{P}_i)\hat{\beta}_i$

Para este caso específico se mostrará el efecto marginal de la variable IBR con un valor de 1, manteniendo los valores de las otras variables, se tiene que:

$$= \frac{1}{1 + \exp[-(0,233994 - 0,452466 \times 1 + 15,2107 \times 0,088 + 31,6773 \times 0,089)]}$$

$$= 0,4558$$

$$= \hat{P}_i(1 - \hat{P}_i)\hat{\beta}_i = 0,4558(1 - 0,4558) \times -0,452466 = -0,1122$$

De lo anterior se puede afirmar que cuando la variable IBR toma el valor de 1, la probabilidad disminuye en un valor de -0,1122.

8.2 Modelo Probit:

Tabla 4. *Modelo Probit implementado en el índice Col20 a través del software R Project.*

Variables	Coeficiente	Criterio de Akaike	Criterio de Hannan-Quinn	Criterio de Schwarz
Constante	0,145210			
IBR	-0,280247	-	-	-
TRM	9,56308	-	-	-
DJI	19,4429	-	-	-
	-	145,3868	149,6215	155,8473

Nota. Fuente: Elaboración propia con base en los datos proporcionados del software R Project a través de la información del Banco de la república (Indicador Bancario de Referencia) (Tasa Representativa del mercado) y la Bolsa de Nueva York (Dow Jones Industrial).

Teniendo en cuenta la tabla correspondiente al modelo Probit, se encuentra como primera medida la constante, que es el valor mínimo de relación de dependencia al modelo, el cual muestra una relación positiva, posteriormente se obtiene una relación negativa de la variable IBR con un valor de -0,280247, luego se muestra una relación positiva de la variable TRM presentando el valor de 9,56308 y finalmente se observa una relación positiva de la variable DJI con un valor de 19,4429. Además se utilizaron medidas para evaluar la calidad del modelo tales como; el Criterio de Akaike, el Criterio de Hannan-Quinn y el Criterio de Schwarz.

A continuación se muestra un ejemplo para comprender los resultados, con los valores promedio de las variables independientes del modelo:

IBR= 0, TRM =0,088 , DJI = 0,089

De lo cual se tiene:

$$= \frac{1}{1 + \exp[-(0,145210 - 0,280247 \times 0 + 9,56308 \times 0,088 + 19,4429 \times 0,089)]}$$

$$= 0,5426$$

El resultado presentado anteriormente denota que la probabilidad de obtener una calificación de A es de 0,5426 si se tienen los valores IBR= 0, TRM = 0,088 , DJI = 0,089.

El efecto marginal de la variable se plantea de la siguiente manera: $\phi(X_i\beta)\beta_k$.

Para este caso específico se mostrará el efecto marginal de la variable IBR con un valor de 1, manteniendo los valores de las otras variables, se tiene que:

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp[-(0,145210 - 0,280247 \times 1 + 9,56308 \times 0,088 + 19,4429 \times 0,089)^2/2]$$

$$\times -0,280247 = -0,0097$$

De lo anterior se puede afirmar que cuando la variable IBR toma el valor de 1, la probabilidad disminuye en un valor de $-0,0097$.

Con respecto a los resultados suministrados de los modelos Logit y Probit se puede observar que son muy cercanos, de igual manera en la capacidad de cálculo de temas de riesgo crediticio, el modelo Logit, presenta mejores resultados al momento de ser llevados a la práctica.

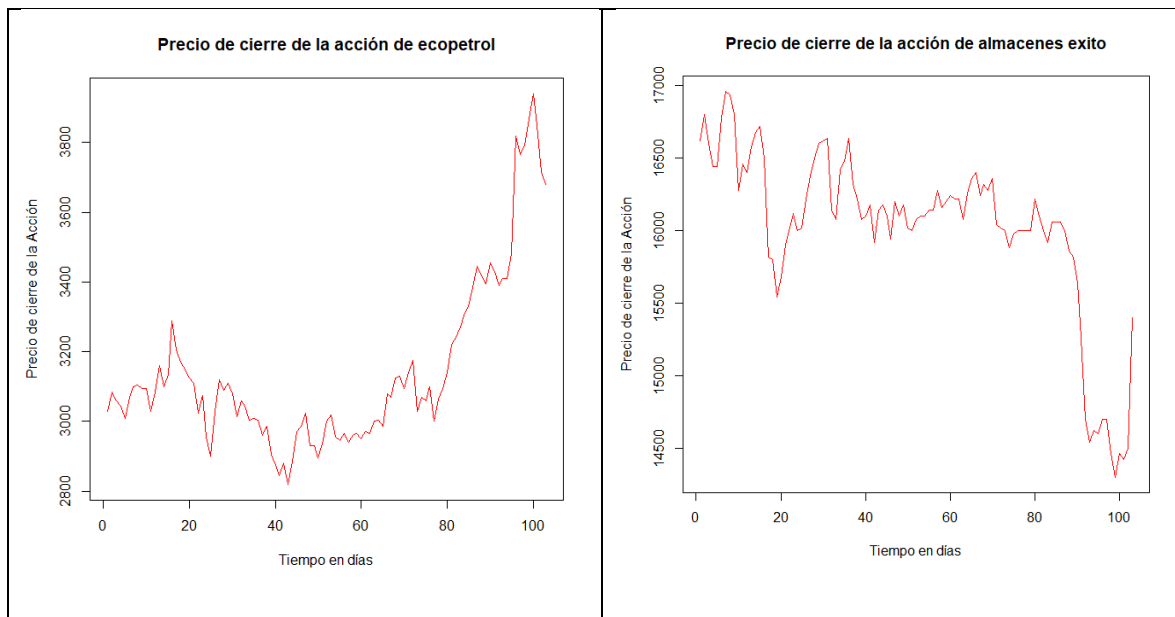
8.3 Value at Risk (Var)

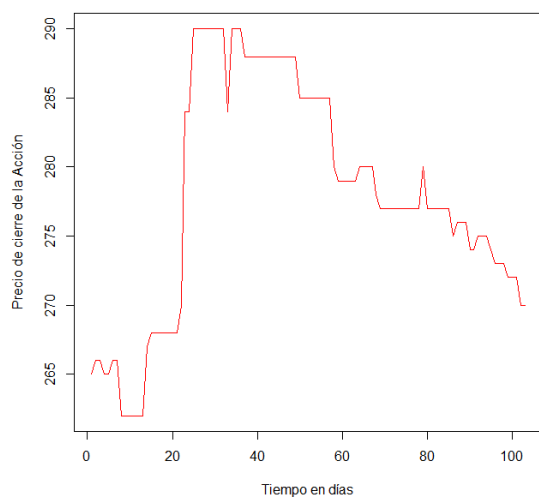
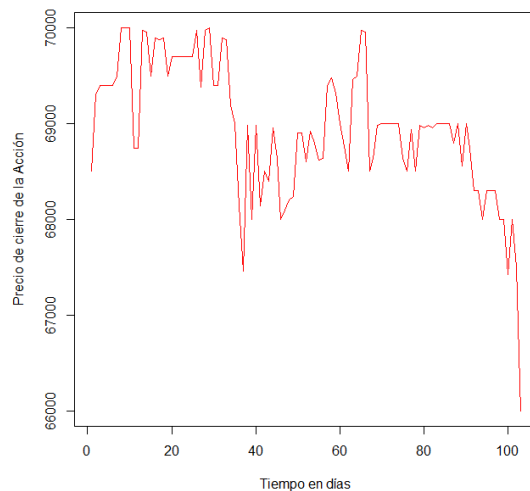
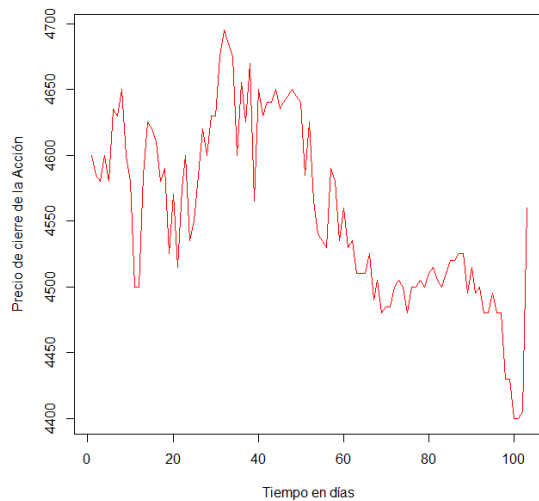
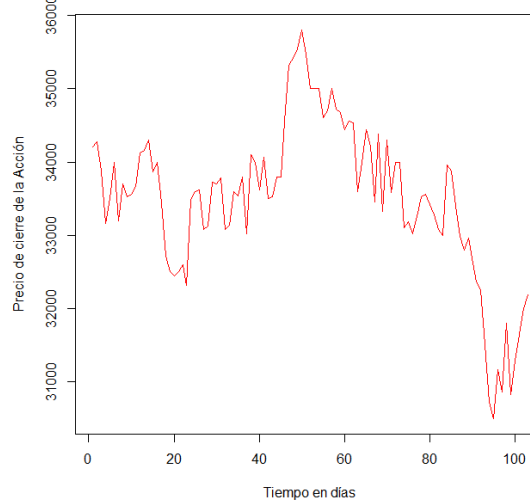
Los datos con los que se hizo el siguiente trabajo corresponden a los precios de las acciones de las empresas pertenecientes al índice COL20, durante el periodo de tiempo comprendido

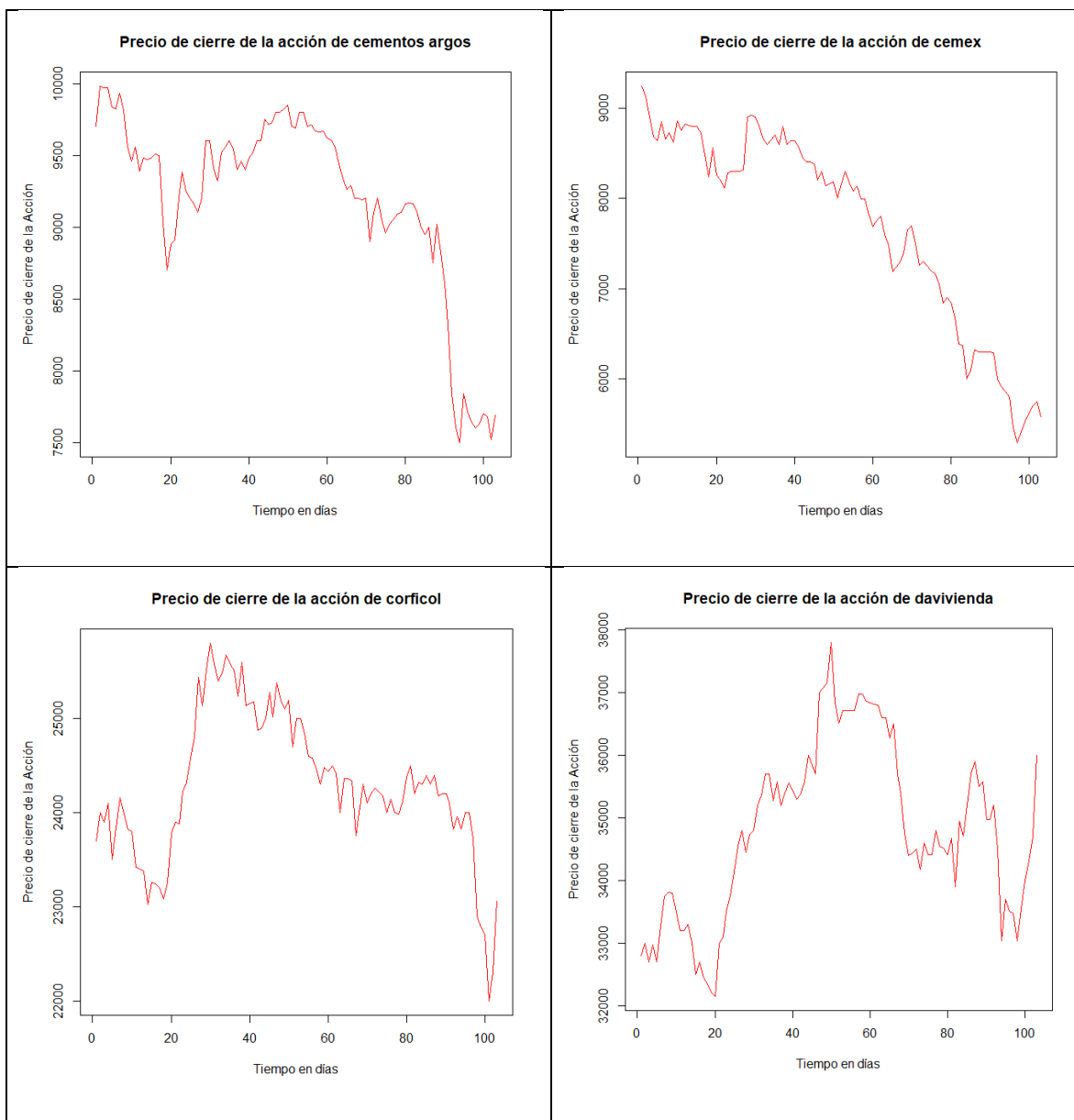
entre el 20 de abril de 2018 hasta el 21 de septiembre del 2018. Es importante resaltar que solo están los precios de cierre de días hábiles puesto que los fines de semana o festivos no hay movimientos financieros dando como resultado un total de 103 datos para cada una de las empresas.

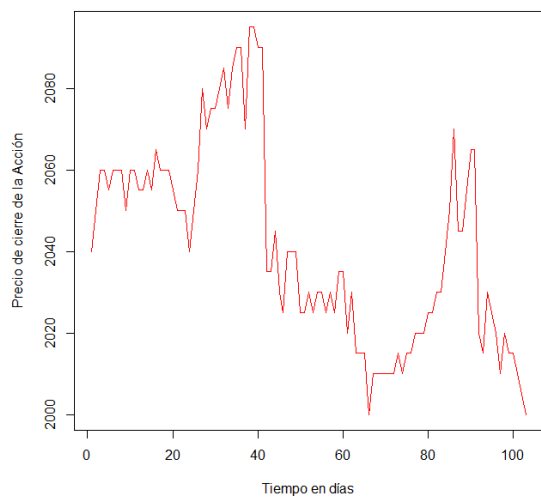
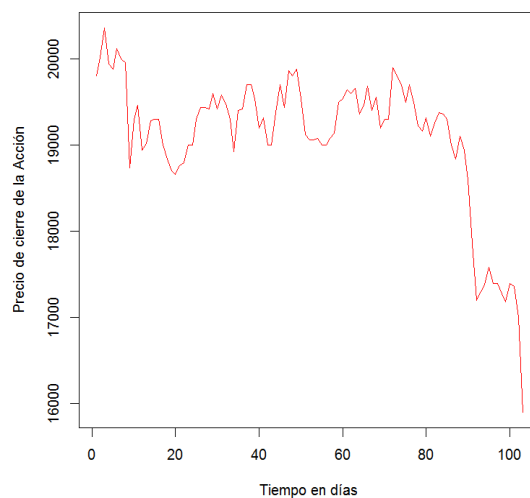
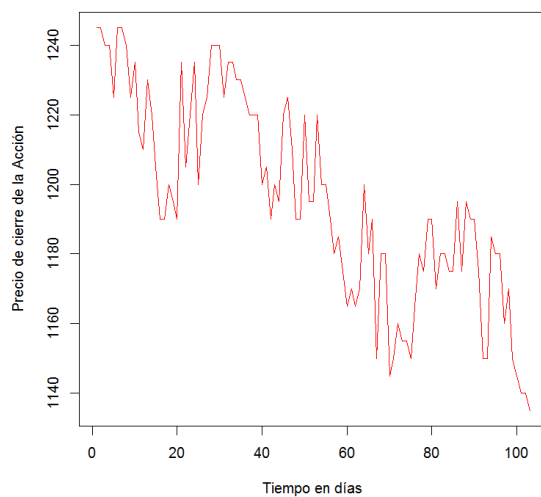
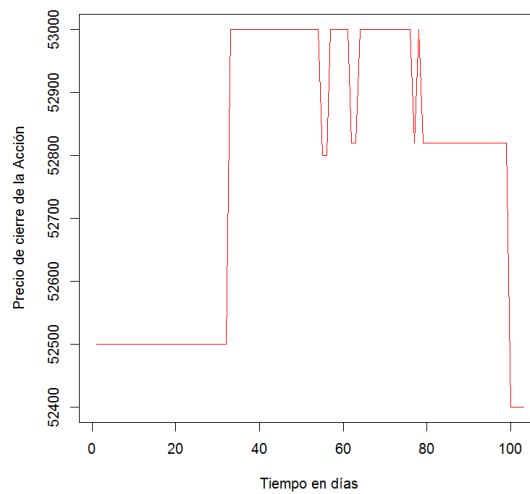
El modelo se realizó por el método histórico debido a que, es el más adecuado ya que se tienen datos de un periodo y permite calcular con mayor efectividad el riesgo.

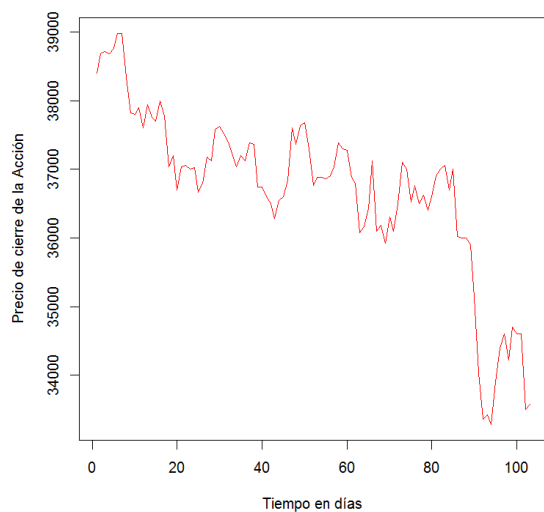
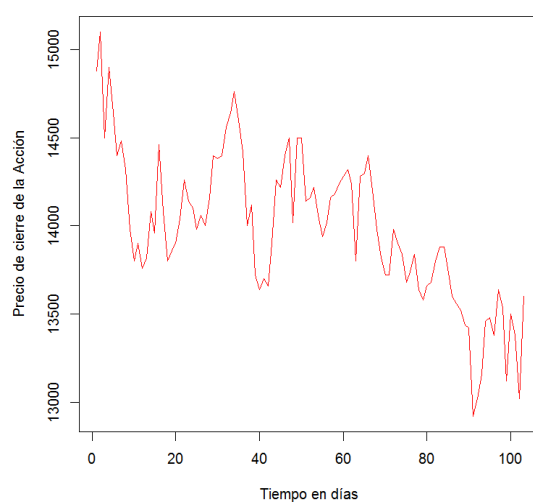
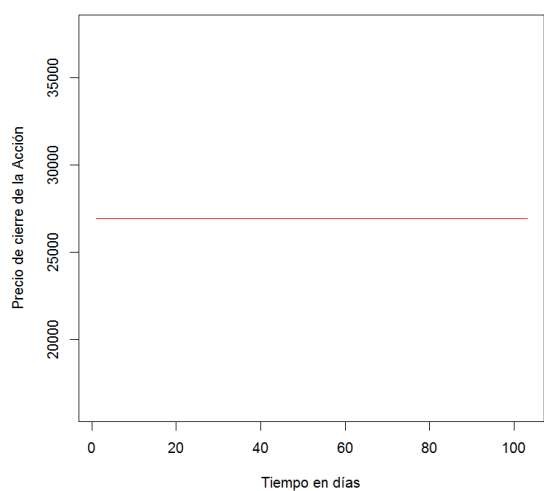
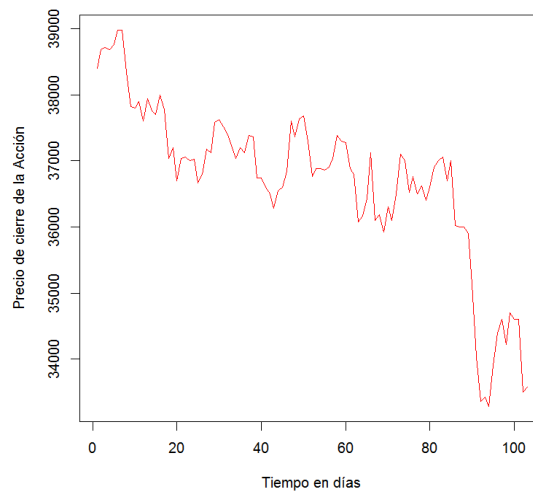
En las siguientes graficas se muestran los precios de cierre de cada una de las empresas como variable “x” y el tiempo en días como variable “y”. Con dichas graficas se puede apreciar los movimientos que se tuvieron durante el periodo anteriormente mencionado, con esto se puede observar si se valorizo, desvalorizo o se mantuvo el precio de la acción.

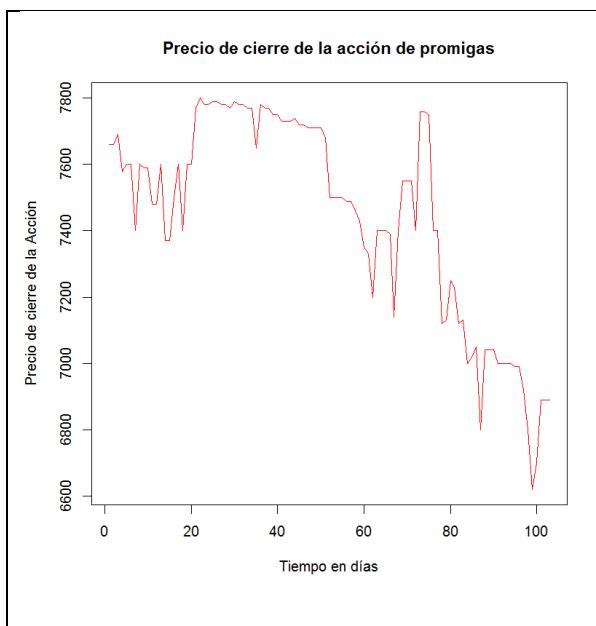


Precio de cierre de la acción de banco bilvao**Precio de cierre de la acción de banco de bogota****Precio de cierre de la acción de celsia****Precio de cierre de la acción de bancolombia**



Precio de cierre de la acción de empresa de energía de Bogota**Precio de cierre de la acción de grupo argos****Precio de cierre de la acción de grupo aval****Precio de cierre de la acción de grupo bolivar**

Precio de cierre de la acción de grupo sura**Precio de cierre de la acción de isa****Precio de cierre de la acción de nutresa****Precio de cierre de la acción de occidente**



Grafica 1. ***Precio de cierre de las empresas del Índice COL20.***

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta las gráficas anteriores se observa que una de las empresas que tuvo un crecimiento constante en el precio de cierre de la acción fue Ecopetrol, mostrando que desde el día cero se encontraba cerca a los \$3.100 del precio de la acción, luego siguió en aumento, aunque presento caídas cortas en el precio, para los días 25 y 43 que representan el valor de \$2.900 y \$2.850. Finalmente, para el Día 98 el precio de cierre de la acción llego a adquirir el valor de \$3.950, esto quiere decir que las bajas de precio fueron mínimas con respecto al incremento que obtuvo desde el día cero, dado esto la posibilidad de invertir y conseguir ganancias es favorable para Ecopetrol.

Cabe resaltar que la empresa Cemex es planteada como una de las que obtuvo un descenso considerable, teniendo en cuenta su punto de partida para el día cero con un precio de cierre de \$10.000, posteriormente tuvo pocos picos de aumento, pero estos se presentaron aproximadamente en \$500, lo cual no es tan significativo mostrando como precio de cierre

final un valor de \$4.100 para el día 98. Esto quiere decir que, de acuerdo al histórico de precios de cierre de Cemex, esta empresa no se encuentra favorable al momento de invertir en las fechas siguientes, ya que sus incrementos han sido mínimos en comparación con sus caídas en el precio y así mismo es probable que se presenten pérdidas debido al patrón que han presentado durante la gráfica.

Nutresa se presenta como un caso anormal teniendo como referente las demás empresas debido a que no presenta movimientos en los precios de la acción siendo no volátil y generando estacionariedad. Durante el periodo estudiado mantiene el mismo precio, generando así estabilidad que se manifiesta en no obtener pérdida, pero tampoco ganancia.

Hubo 3 empresas que pertenecen al sector de cementos que presentaron movimientos muy similares durante los mismos días, cerrando el periodo con una caída significativa de los precios de la acción.

También es importante ver los movimientos tan fuertes que tuvo el grupo Bolívar teniendo un precio inicial de 52.500 y para el día 35 inicia con un precio de 53.000 teniendo caídas muy leves, pero finalizando el periodo sufrió una caída abrupta cerrando con precio de 52.400.

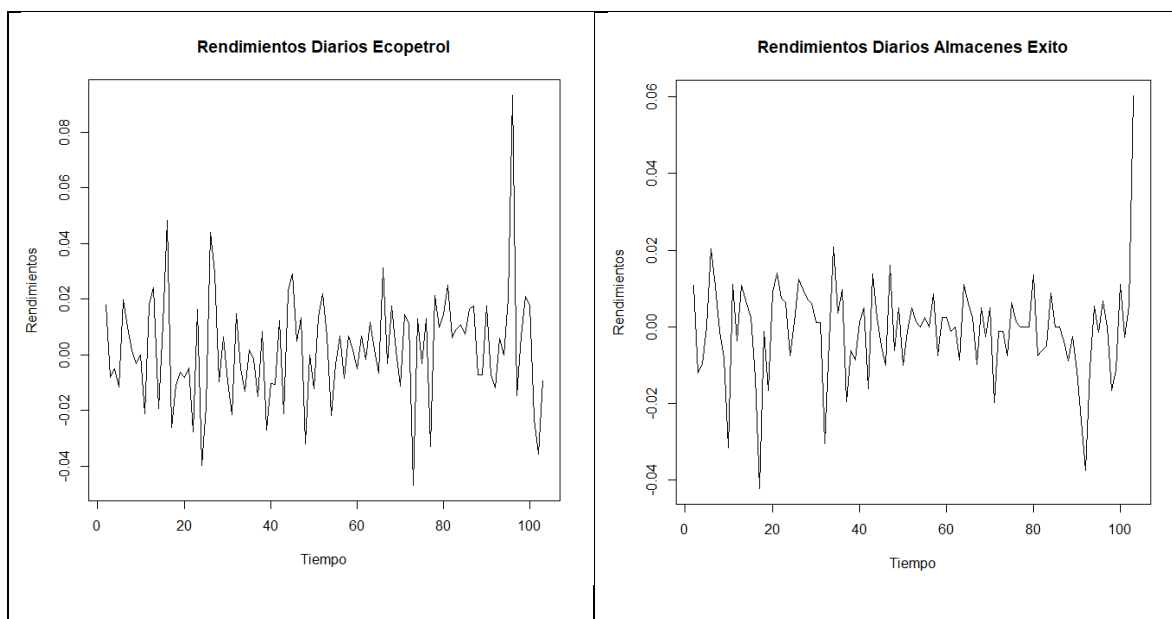
Las demás empresas son similares en cuanto a sus incrementos y sus descensos, la mayoría presenta picos altos que generan ganancias, aunque también se muestran caídas que representan pérdidas para los inversionistas. Todo lo anterior es producto de la volatilidad constante del mercado.

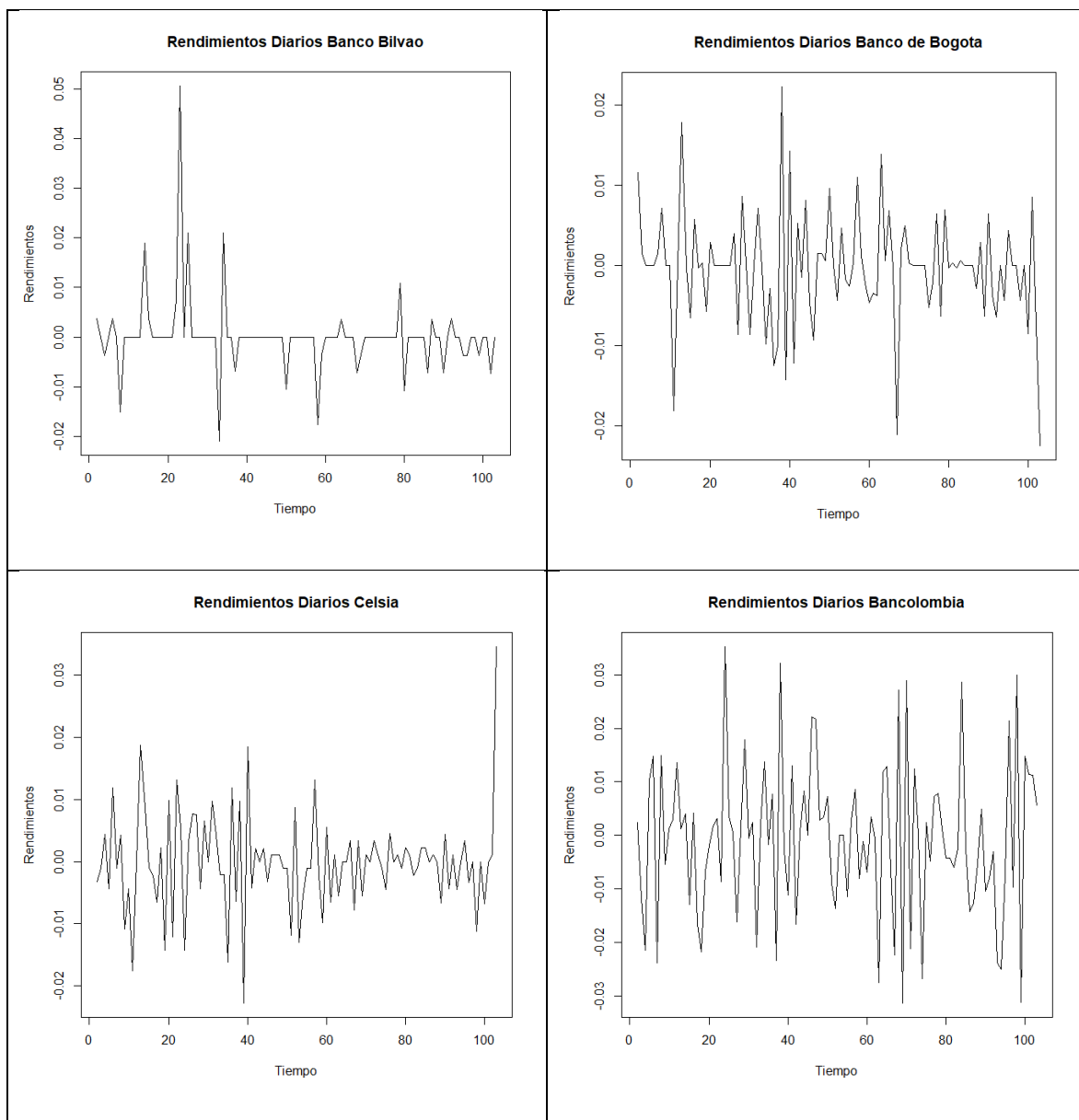
Para las empresas del sector financiero es importante denotar que la mayoría de ellas iniciaron con un precio alto, pero con el paso de los días fueron teniendo pequeñas pérdidas que, aunque también tuvieron pequeñas subidas, la constante fue la caída del precio siendo

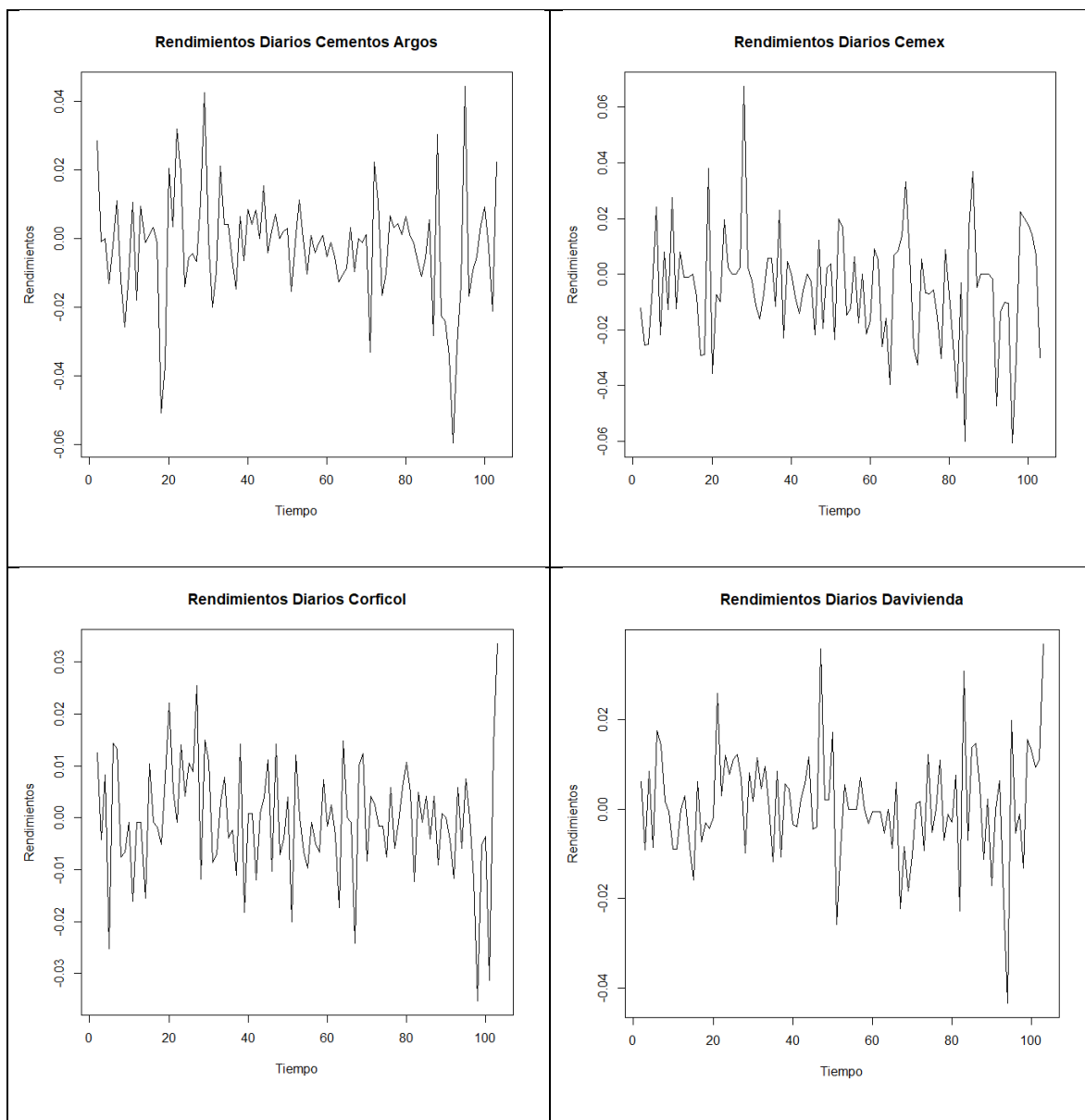
así, al final del periodo de estudio terminaron con un precio menor en comparación con el que inicio dicho periodo.

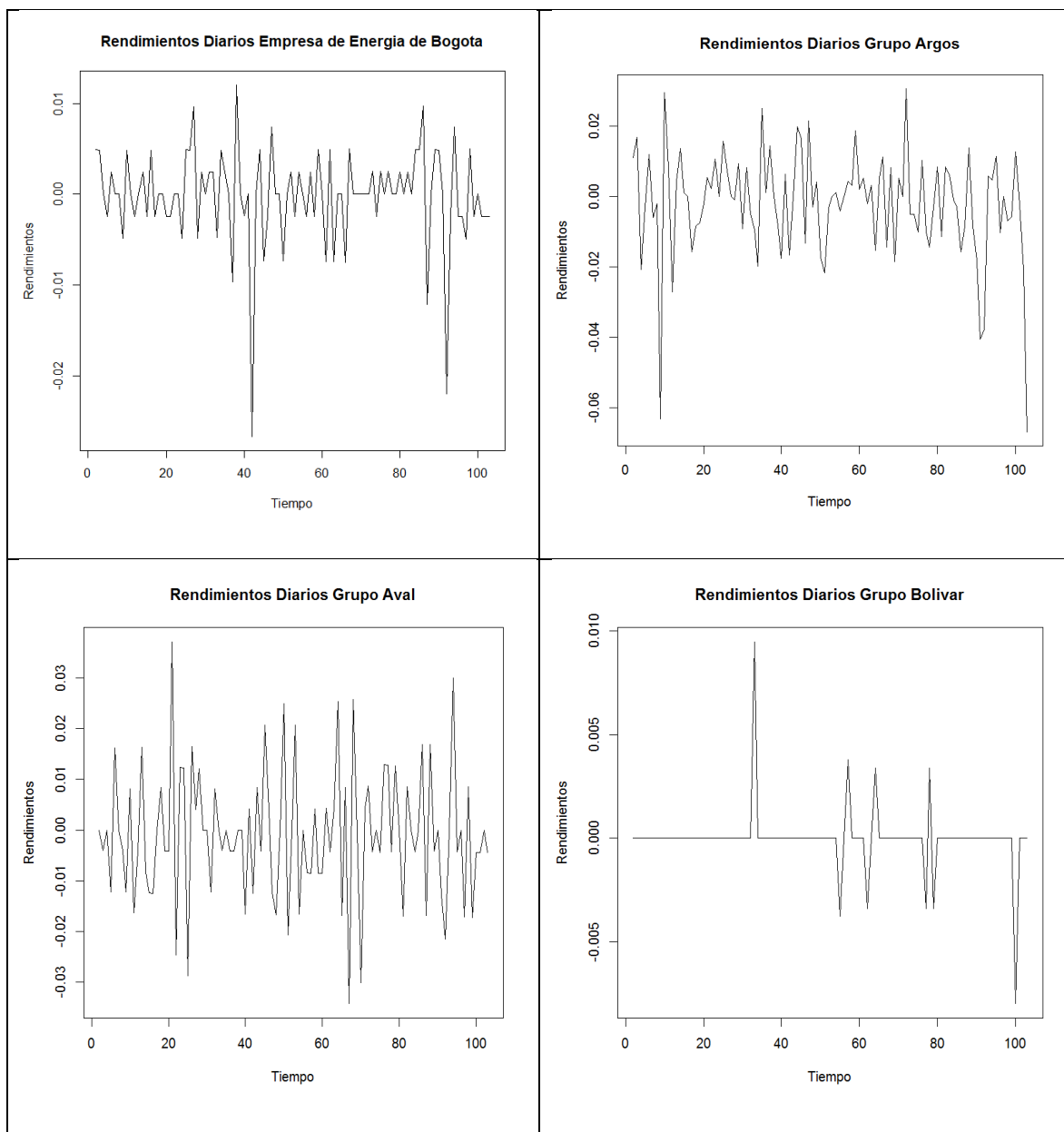
La empresa de energía de Bogotá resalta por sus grandes incrementos en el precio de cierre de la acción en dos ocasiones, pero también tuvo una caída constante dando como resultado un valor inferior en comparación al precio de cierre en el primer día del periodo de estudio.

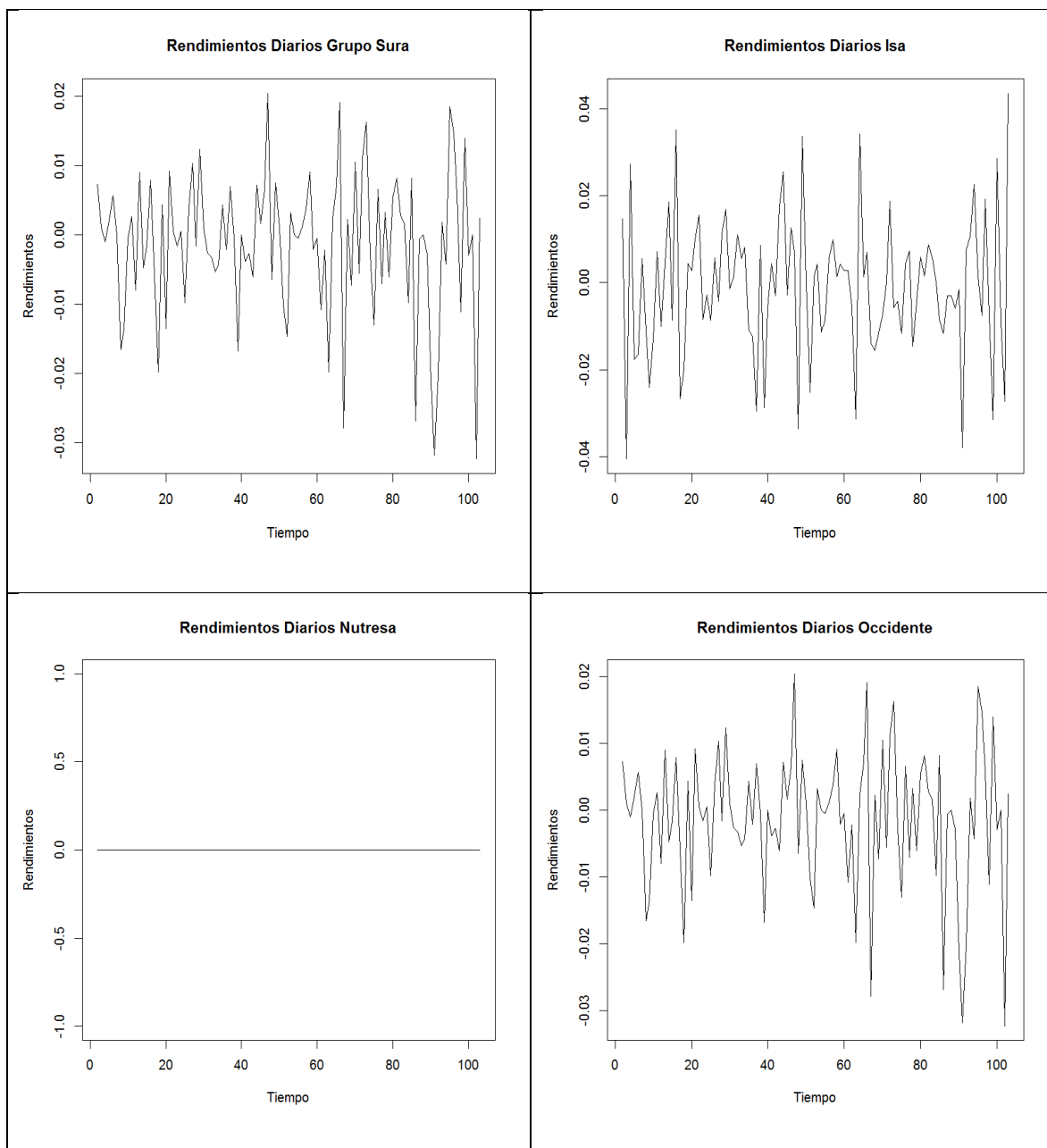
Las siguientes graficas representan los rendimientos que tuvieron cada una de las empresas, en donde se puede tener una visión más detallada de la volatilidad que presentaron durante el periodo, teniendo en la variable “x” los rendimientos y en la variable “y” el tiempo en días.

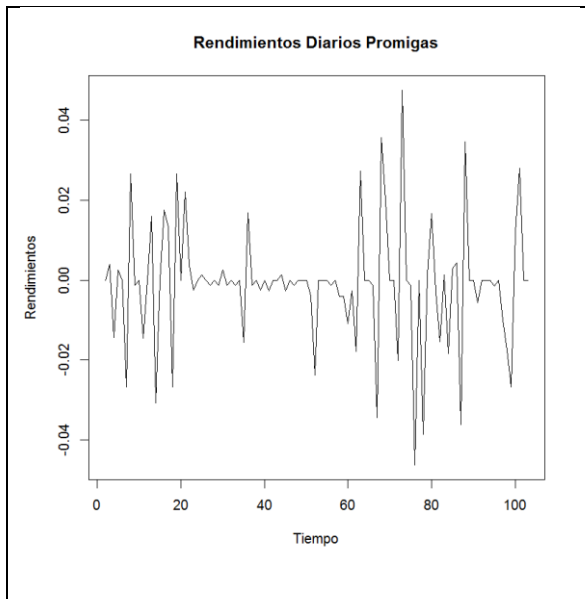












Grafica 2. Rendimientos diarios de las empresas del Índice COL20.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta las anteriores graficas se puede apreciar que la mayoría de las empresas presentan rendimientos entre los 0.10 y -0.06, todas alcanzan los picos más altos por lo que permite destacar los grandes movimientos que tienen estas empresas en la bolsa de valores de Colombia.

Una de las empresas que terminó en crecimiento el precio de cierre de acción en las anteriores graficas fue Ecopetrol y que, en este caso, se evidencia que dicha empresa presento muy pocos rendimientos negativos, pero si un gran rendimiento positivo terminando el periodo de estudio. Cabe destacar que fue una de las empresas que no registro caída del precio de la acción al final del periodo y tuvo un crecimiento notable por lo que esto se ve reflejado en las gráficas.

Algo muy similar sucedió con Almacenes Éxito que, a pesar de no tener un crecimiento, mediante los rendimientos se puede apreciar que tuvo movimientos tanto negativos como positivos, pero no fueron tan significativos que se mantuvieron durante el periodo de

estudio y finalizando con un gran rendimiento positivo que le permitió cerrar con un crecimiento en el precio de cierre de la acción.

Es importante notar que las empresas de ámbito financiero fueron las que presentaron mayor volatilidad, tales como el banco de occidente, Davivienda, grupo aval, Bancolombia, banco de Bogotá, presentando una volatilidad demasiado evidente que se refleja en los rendimientos diarios tanto positivos como negativos. Teniendo en cuenta la gráfica de los precios de la acción de las mismas entidades bancarias se puede concluir que, dados dichos rendimientos fueron más negativos que, como consecuencia de esto, se tiene al final un precio de cierre menor que el que se tuvo a mitad del periodo de estudio.

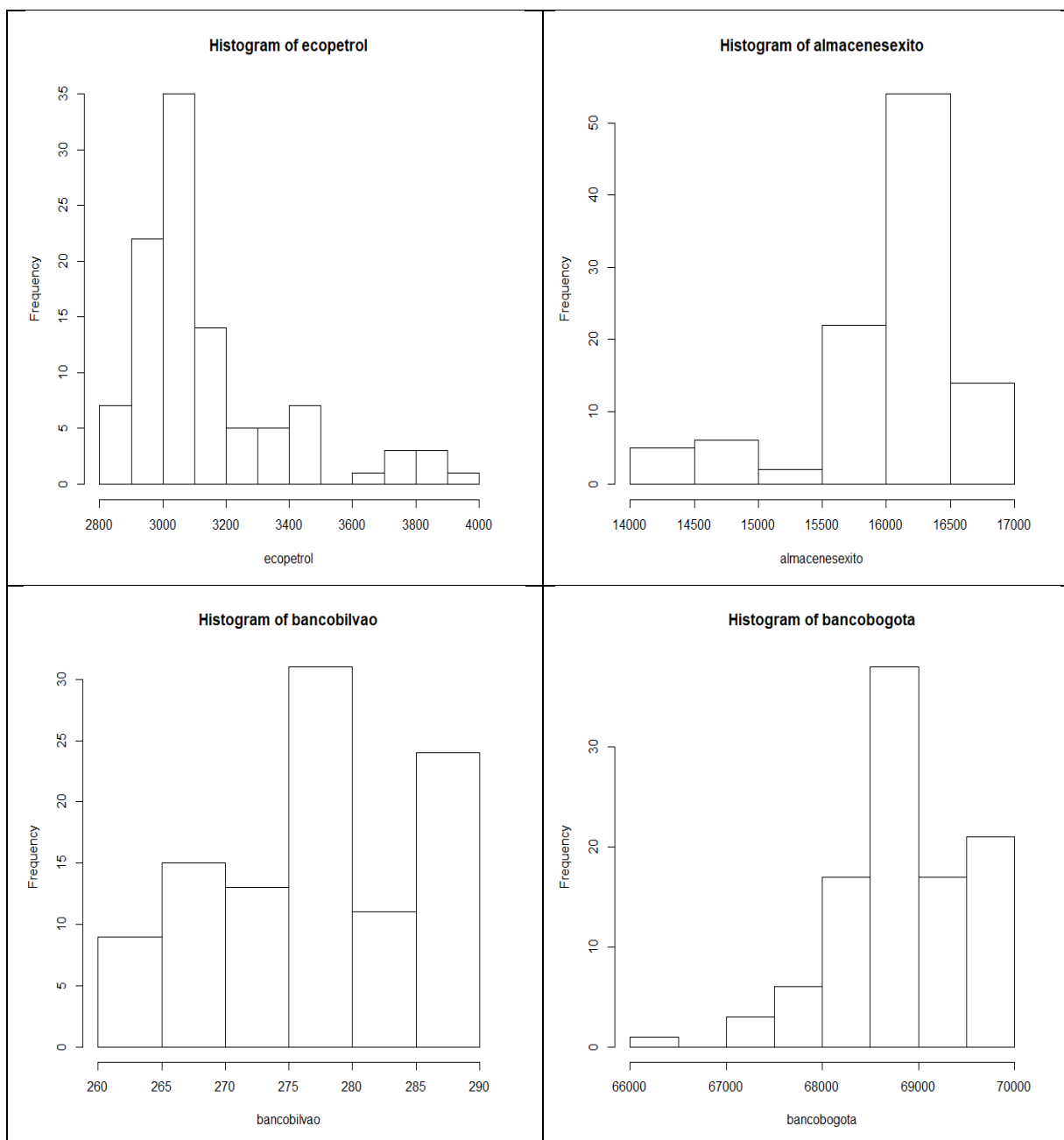
Cabe destacar el banco Bilbao que no hace parte del anterior grupo puesto que este tuvo rendimientos positivos altos iniciando el periodo, pero al cabo de los días los rendimientos fueron pequeños, pero contribuyeron a que disminuyera el precio de la acción.

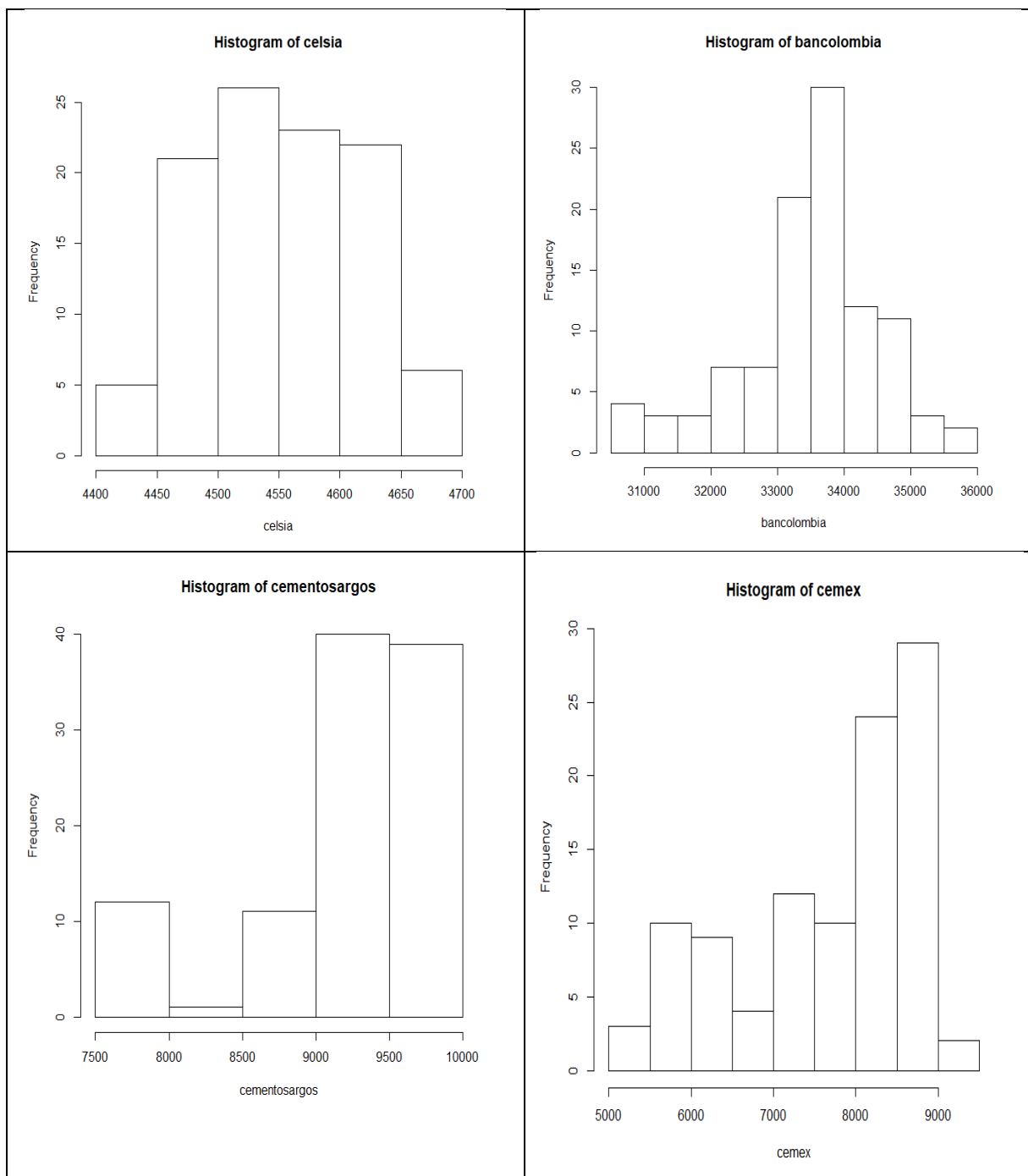
Empresas como Isa o el grupo Sura presentan tantos rendimientos tanto positivos como negativos con picos tan altos durante todo el periodo de estudio que permiten observar la no estacionariedad del valor de la acción de dichas empresas.

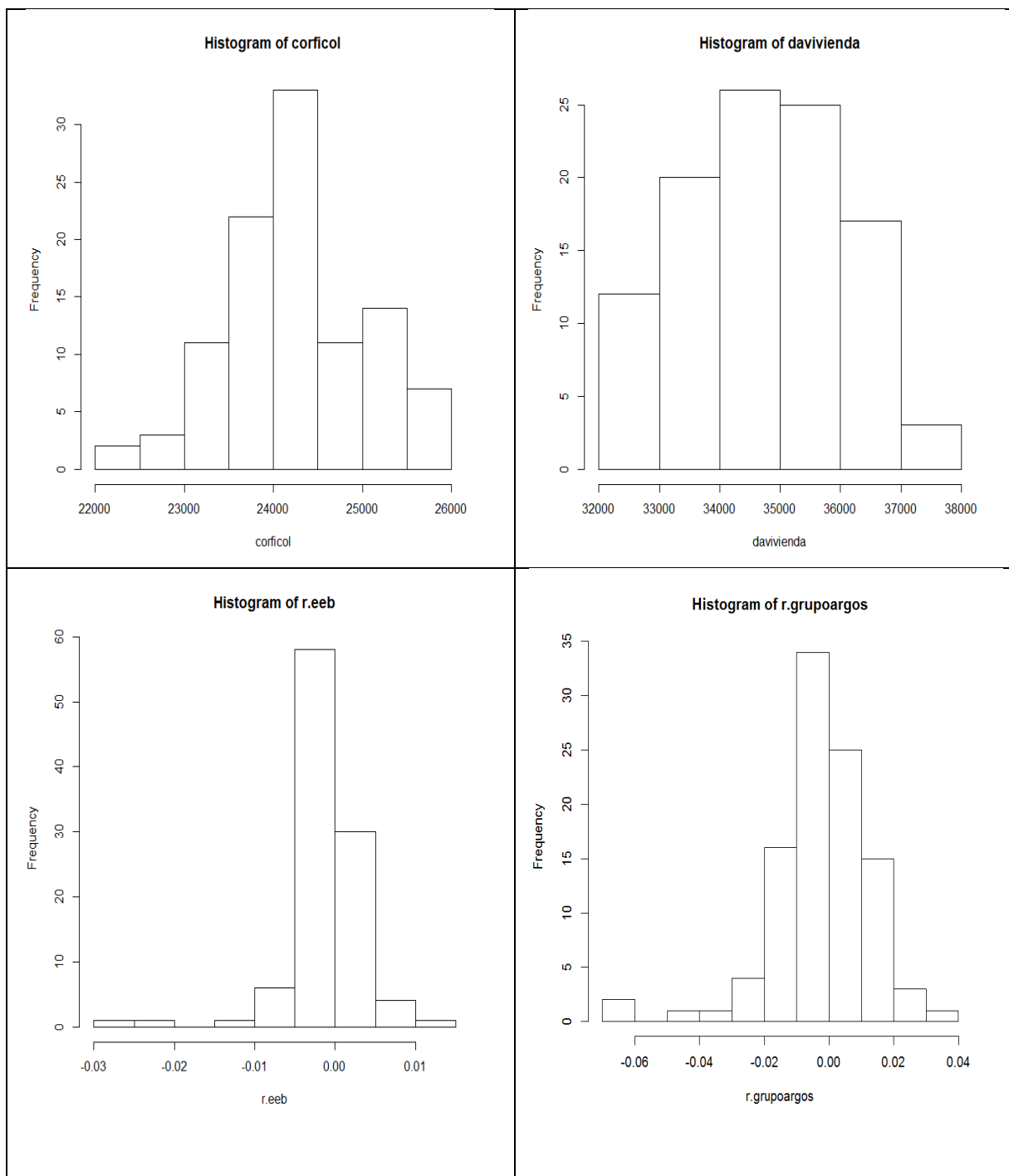
La empresa de energía de Bogotá inicia con rendimientos cercanos a cero, pero ya finalizando el periodo tiene picos tan altos de forma negativa que son los que sustentan la caída del valor del precio de la acción.

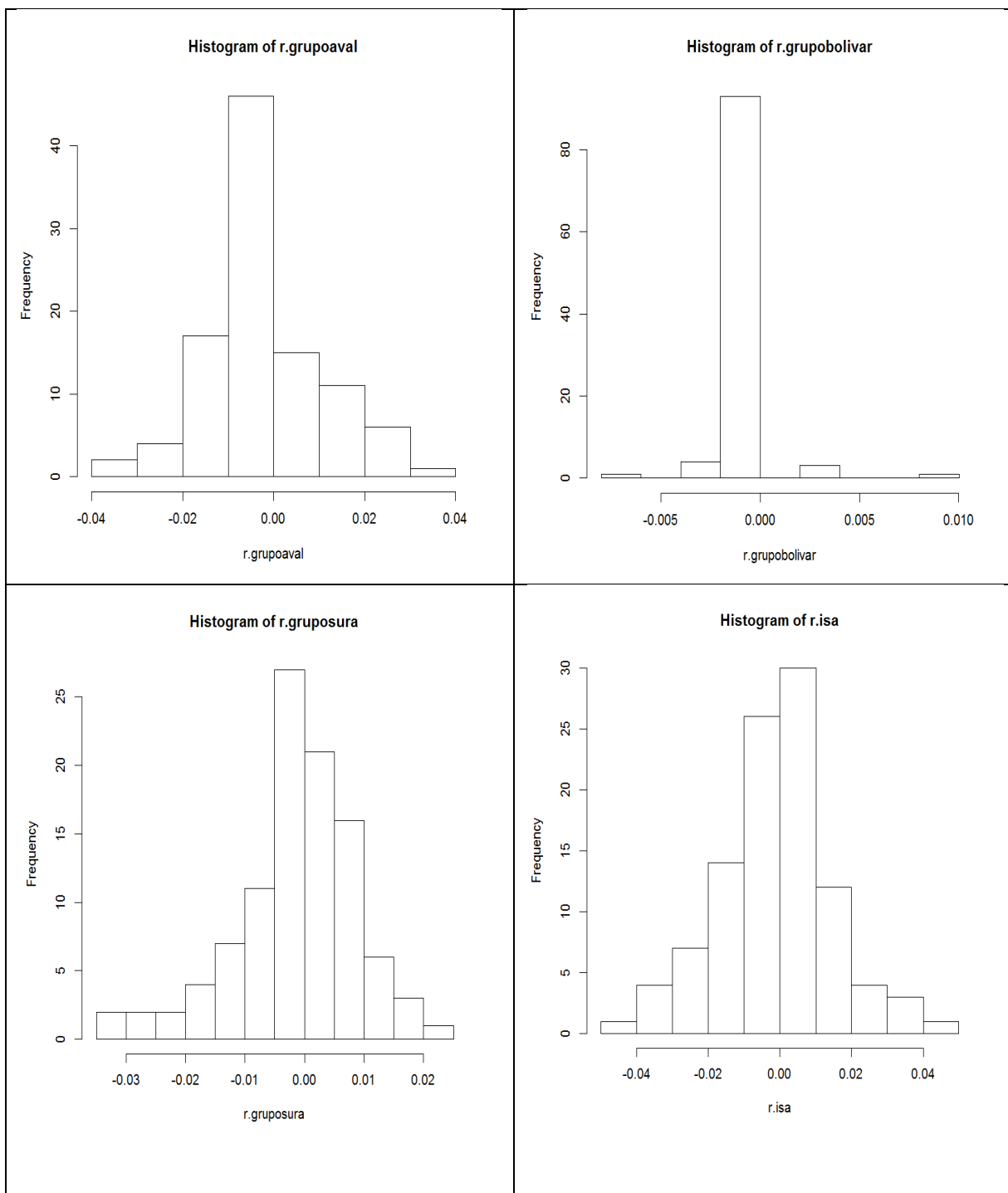
El grupo argos tiene una situación similar a la empresa de energía de Bogotá en la que tiene rendimientos muy cercanos a cero, pero tuvo dos rendimientos negativos con picos tan altos que son los que reflejan la gran caída del precio de la acción, destacando a esta por cerrar el periodo de estudio con una gran caída del precio en comparación a la empresa de energía de Bogotá.

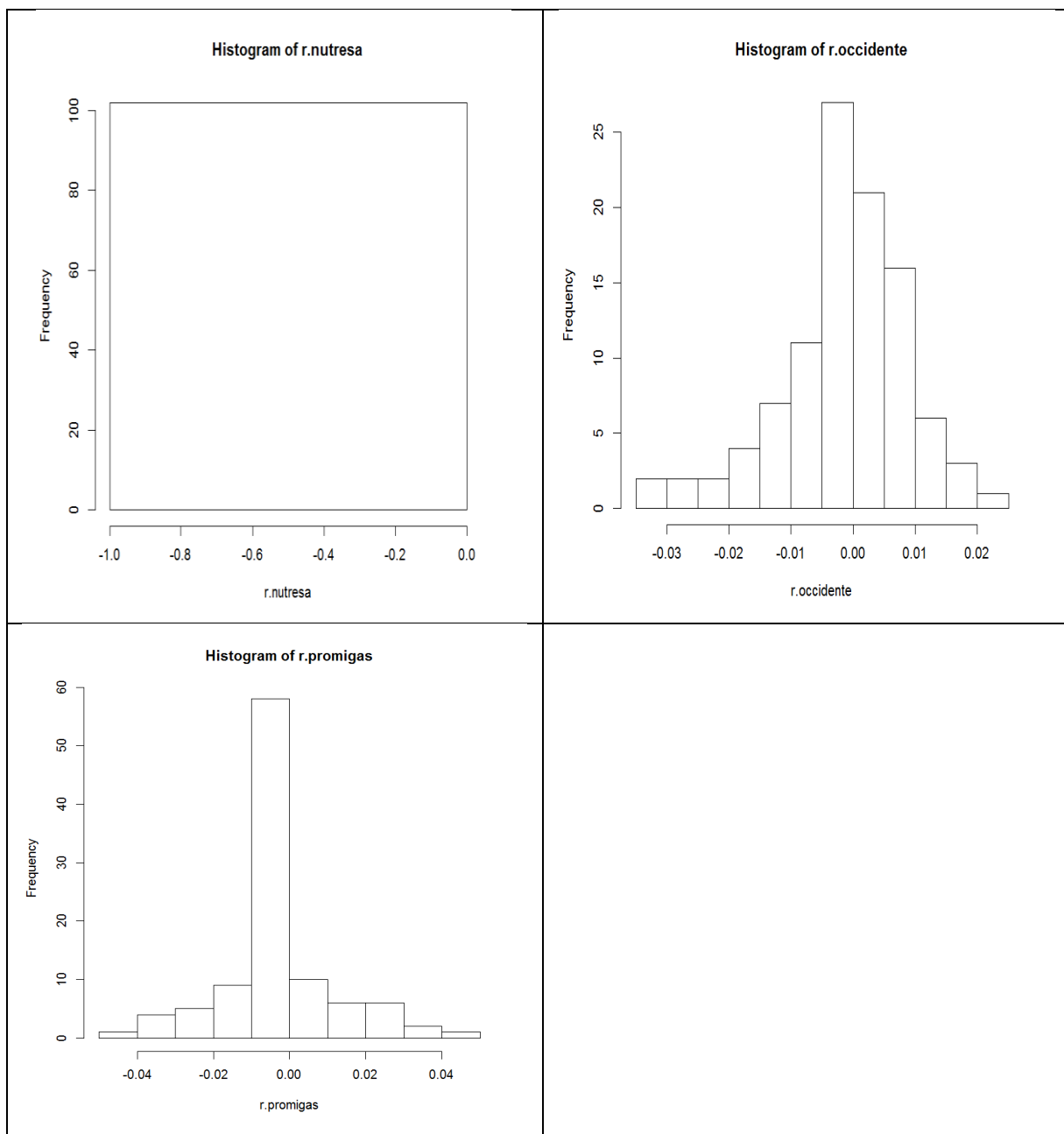
Las siguientes graficas representan la frecuencia que tienen los valores de las acciones por empresas teniendo en cuenta que los valores presentados son diarios, siendo así, en la variable “x” es la frecuencia de dichos valores y en la variable “y” los precios o la volatilidad que tiene cada empresa.











Grafica 3. *Histograma de las empresas del Índice COL20.*

Fuente: Elaboración propia

Es importante conocer el histograma de la empresa de Ecopetrol debido a que de acuerdo a la gráfica se observa que la mayor cantidad de datos o de precios estuvo en un rango entre 2.800 y 3.400 y teniendo un mínimo de precios entre 3.600 y 4.000, pese a que es una de

las empresas que terminó el periodo con un precio mayor al inicial, se puede concluir que esto se refleja en un crecimiento corto iniciando dicho periodo con pequeñas pérdidas.

El grupo éxito tiene una similitud a la de Ecopetrol en la que se puede apreciar una gran tendencia, pero en este caso es para los precios altos que tuvo pero que, pese a esto se refleja una caída finalizando y concluye con una pequeña subida del precio de la acción teniendo presente que hubo mayor frecuencia en los precios altos.

Para el caso de las entidades financieras que, en las anteriores graficas mostraban comportamientos similares, en el histograma sucede lo contrario, puesto que la frecuencia en los precios de cada una de las empresas es completamente diferente.

Nutresa es una empresa que por no registrar movimientos o variaciones en el precio de su acción no permite realizar un histograma que, por lo mismo, no se aprecia crecimiento o decrecimiento en los precios determinado esto por tener el mismo precio igual que en las anteriores graficas de la misma empresa.

Es importante destacar al banco Bilbao que presenta una frecuencia casi uniforme de acuerdo al comportamiento que tuvo en las anteriores gráficas, teniendo una frecuencia con un leve incremento en el valor de acción de 275 y 290.

El histograma de la empresa cementos argos tiene un comportamiento particular debido a que la tendencia de dicho histograma se encuentra al final del periodo, esto se refleja en que inicia con un precio alto, pero con el transcurso del tiempo este precio va siendo menor terminando con una gran caída del precio inicial.

La empresa Promigas muestra una gran línea de frecuencia, mostrando una gran campana de Gauss bastante marcada dando su punto más alto en el punto 0 del histograma, esto representa un acercamiento demasiado notorio al centro tomando como referencia los rendimientos que se tuvieron en el periodo estudiado.

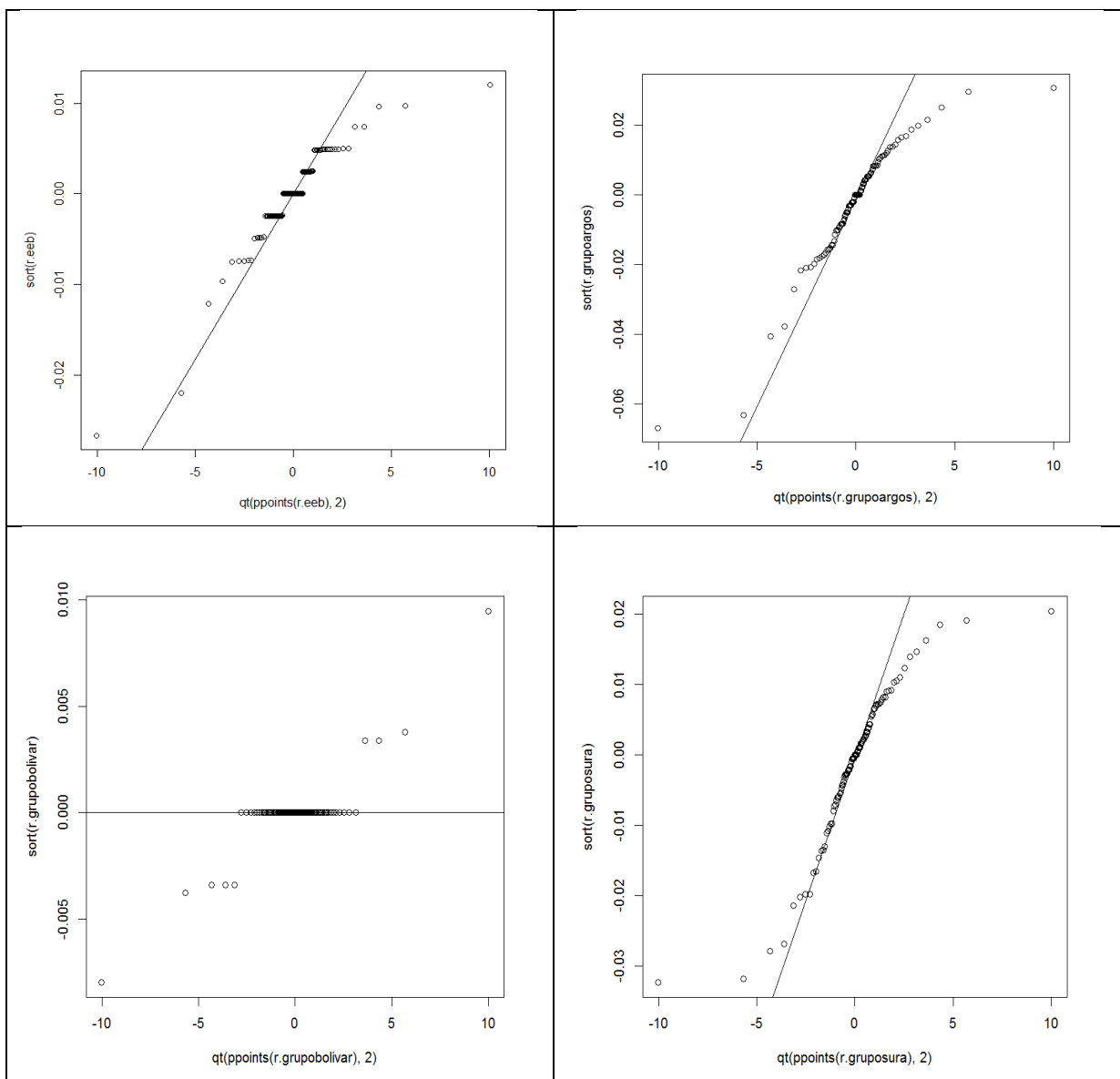
Empresas como Sura o Isa son ejemplos de una campana de Gauss con una leve tendencia hacia la derecha o centrada respectivamente en la que se aprecia una clara tendencia en el centro y con una frecuencia menor a sus lados, de esa manera formando una forma de campana.

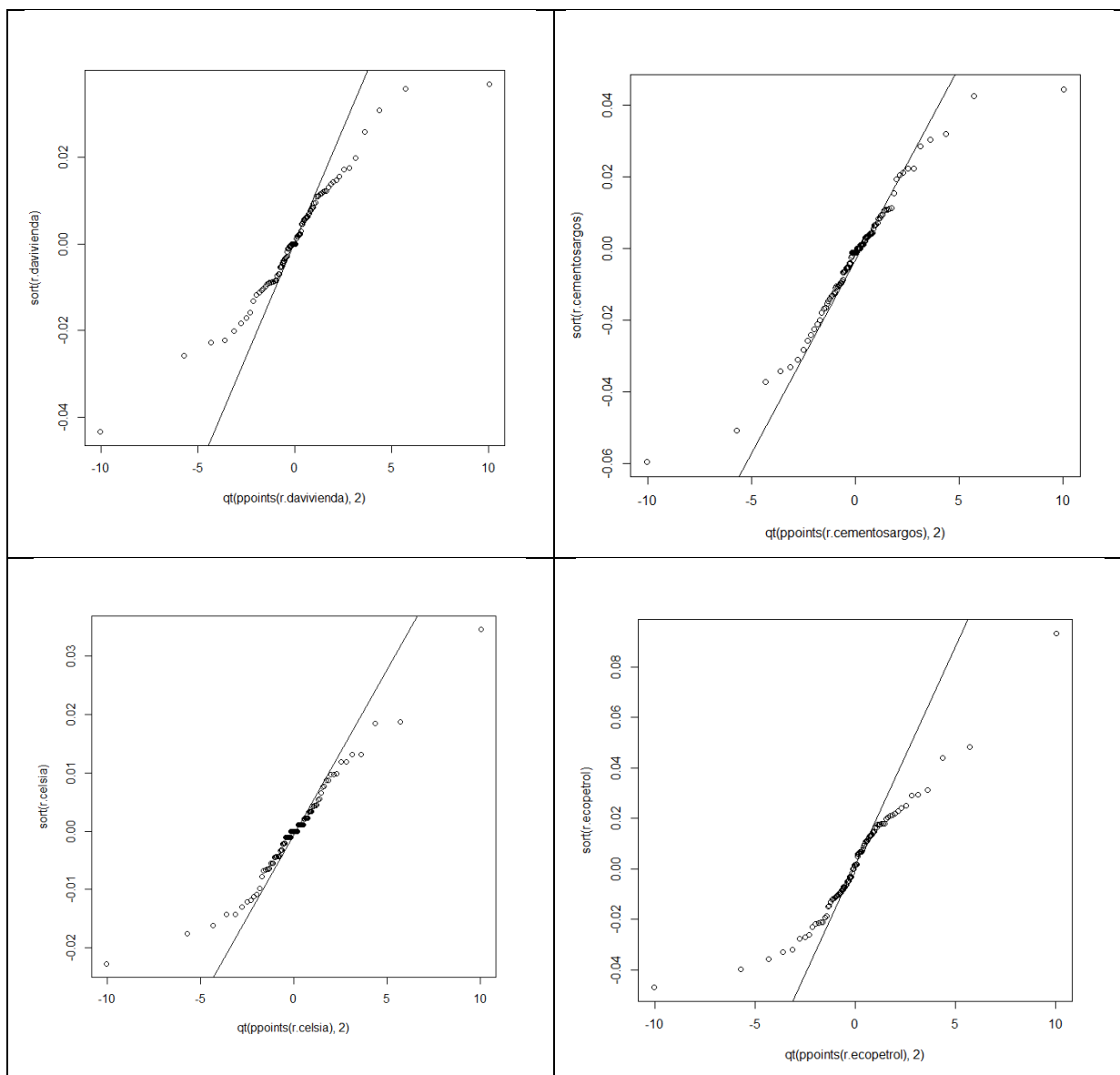
Tabla 5. *Valores de prueba de normalidad del índice COL20 por empresa.*

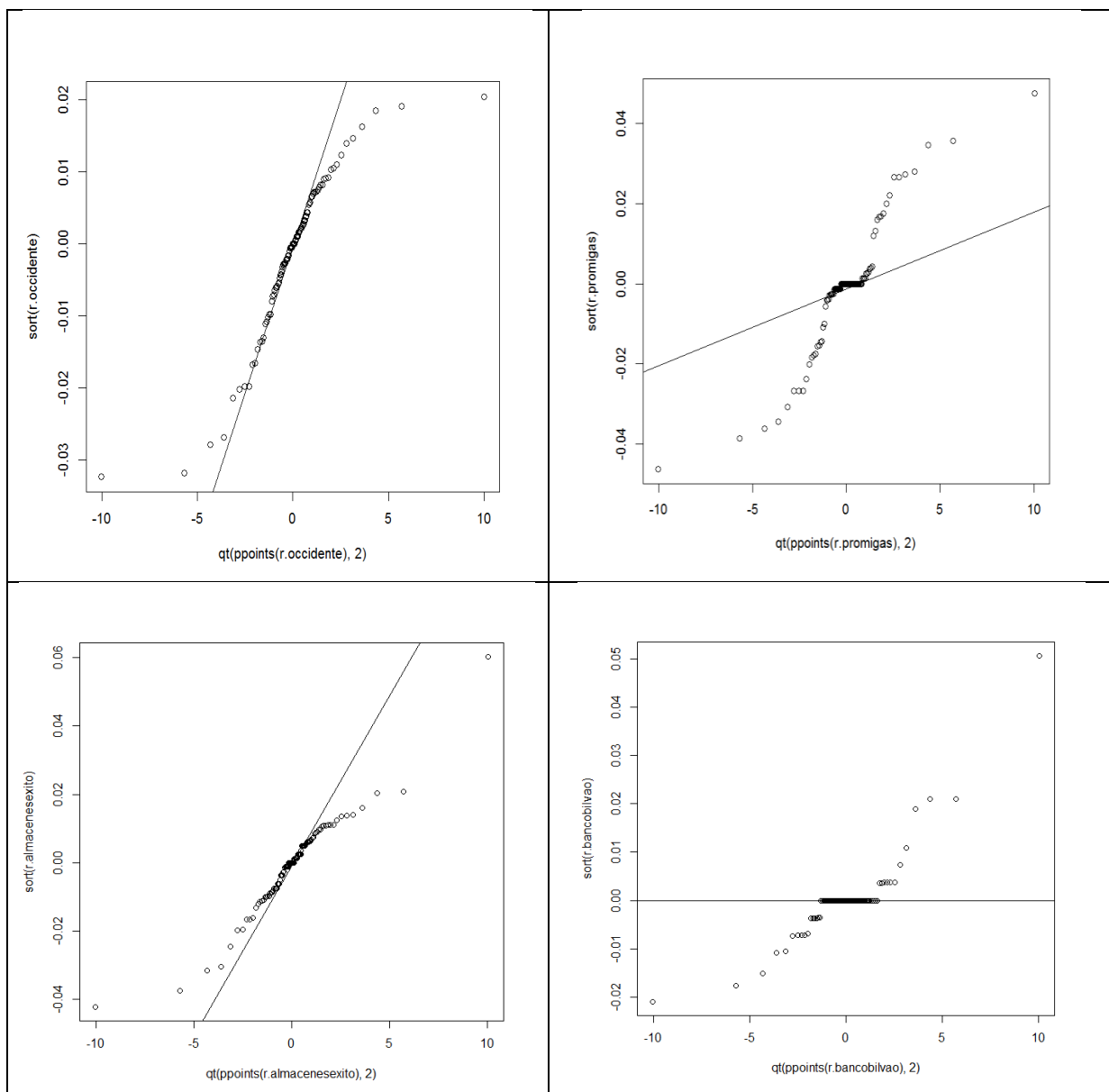
Empresa	Valor	P valor
Ecopetrol	0.94907	0.000627
Bancolombia S.A.	0.98371	0.2437
Grupo Aval Acciones y Valores S.A.	0.97849	0.0947
Banco de Bogotá S.A.	0.93799	0.0001244
Grupo Inversiones Suramericana	0.95532	0.001664
Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P.	0.84184	4.653e-09
Grupo Argos S.A.	0.91366	5.448e-06
Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.	0.9842	0.2651
Grupo Nutresa S. A	-	-
Cementos Argos S.A.	0.95611	0.00189
Promigas S.A. E.S.P.	0.86495	3.482e-08
Almacenes Éxito S.A.	0.90328	1.653e-06
Colombia Telecomunicaciones S. A	-	-
Banco de Occidente S.A.	0.95532	0.001664
Corporación Financiera Colombiana S.A.	0.98027	0.1314
Celsia S.A E.S. P	0.93653	0.0001015
Grupo Bolívar S.A.	0.3738	2.2e-16
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria	0.5496	3.604e-16
Banco Davivienda S. A	0.96926	0.01764
Cemex Latam Holding	0.98045	0.1357

Nota. Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por R Project.

La prueba de normalidad se realiza para verificar que los datos son normales, teniendo el p valor superior al 5% y así aceptar la normalidad. Para las empresas que no dieron normalidad se hizo un grafico de ajuste como los siguientes:







Grafica 4. *Gráfico qq de las empresas del Índice COL20.*

Fuente: Elaboración propia

Las anteriores graficas se realizan para comprobar que los datos siguen o se acercan a la línea, aunque no es normal la mayoría de puntos se acercan a la normal, pero existen algunos valores que están por fuera de la curva generando colas en la distribución lo que permite que sea validos los datos que se presentaron anteriormente. Cabe destacar que este

procedimiento no se realizó con todas las empresas puesto que algunas cumplen con una distribución normal.

Los datos de las empresas a las que se realizaron la anterior grafica el comportamiento no es como una distribución normal, sin embargo, el modelo no disminuye el ajuste frente a los datos presentados, pero no se debe omitir que la distribución de los datos manifiesta una cola por fuera de una distribución normal.

Tabla 6. *Valores de Value at Risk del índice COL20 por empresa*

Empresa	Var – 99%	Var – 95%	Var – 90%
Ecopetrol	0.1448107	0.102389	0.07977411
Bancolombia S.A.	0.1054295	0.07454437	0.0580796
Grupo Aval Acciones y Valores S.A.	0.09495238	0.06713646	0.0523079
Banco de Bogotá S.A.	0.0516483	0.03651814	0.02845231
Grupo Inversiones Suramericana	0.07566469	0.05349902	0.04168259
Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P.	0.03906893	0.02762384	0.02152251
Grupo Argos S.A.	0.1141945	0.0807417	0.06290812
Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.	0.1179732	0.0834134	0.06498972
Grupo Nutresa S. A	0	0	0
Cementos Argos S.A.	0.121035	0.08557827	0.06667643
Promigas S.A. E.S.P.	0.1095064	0.07742694	0.0603255
Almacenes Éxito S.A.	0.09329309	0.06596326	0.05139382
Colombia Telecomunicaciones S. A	-	-	-
Banco de Occidente S.A.	0.07566469	0.05349902	0.04168259
Corporación Financiera Colombiana S.A.	0.08194948	0.05794271	0.04514479
Celsia S.A E.S. P	0.05778828	0.04085944	0.03183473
Grupo Bolívar S.A.	0.01134018	0.008018118	0.00624714
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria	0.05468729	0.03866687	0.03012644
Banco Davivienda S. A	0.08918389	0.06305783	0.04913012
Cemex Latam Holding	0.1483753	0.1049094	0.08173783

Nota. Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por R Project.

La anterior tabla muestra el valor de la máxima pérdida esperada por cada \$1 invertido en cada una de las empresas estudiadas teniendo en cuenta las columnas determinadas por el nivel de probabilidad, dada por un intervalo de 10 días.

Por ejemplo, en el caso de Davivienda, si se invierte hoy \$1 la máxima pérdida esperada es de \$0.089, con una probabilidad del 99%. De igual manera se tendría que con un 95% de probabilidad la pérdida máxima esperada sería de \$0.063, finalmente con el 90% de probabilidad sería de \$0.049, cada uno de los ejercicios con un intervalo de 10 días.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para el caso de los modelos logit y probit, se evidencia que son de gran utilidad teniendo en cuenta los procesos que se realizaron para obtener los resultados del proyecto, pero aun así utilizando estos modelos para el caso específico del COL20, no existe la posibilidad de que los resultados presentados arrojen un resultado superior al 60% de efectividad debido a las cifras históricas que posee cada empresa.

Los modelos ayudan a reducir la incertidumbre de los inversionistas en cuanto a las acciones que desean adquirir de cada empresa, sin embargo no se puede prevenir el riesgo en un 100% debido a que el modelo representa cierto rango de efectividad, además las acciones son evaluadas a corto plazo y para este caso específico fue tenido en cuenta un periodo de seis meses que es el rango máximo que se puede evaluar en el histórico del COL20.

El modelo es válido siempre y cuando se analice a corto plazo ya que no arroja resultados que estimen un periodo mayor a seis meses debido a la variación constante de las acciones.

El proyecto se puede implementar en las empresas del departamento de Boyacá ya que les puede ayudar a reducir la incertidumbre de sus empresas al momento de elegir un proveedor, asociarse con otra compañía o evaluar las ganancias que podría tener la empresa

en un período de tiempo determinado, y así mismo se tendría conocimiento previo del porcentaje de ganancias y pérdidas en una posible inversión.

Para el caso de Value at Risk es un modelo que es de gran utilidad debido al nivel de confianza que otorga el mismo, debido al proceso que se realizó en la investigación tiene gran importancia ya que se realizaron varios procesos antes de proceder con el resultado de VaR siendo de soporte para el mismo modelo tales como las gráficas de variaciones de precio de cada una de las empresas, los rendimientos diarios y los histogramas que sirvieron de estudio previo.

Los modelos en efecto permiten reducir el riesgo que se tiene al invertir puesto que, gracias a la cantidad de datos permite tener gran respaldo para obtener datos verídicos y confiables en el corto plazo debido a que se usó el método histórico.

Cuando se habla de movimientos financieros y cuando se tiene un modelo que busque reducir el riesgo para invertir en diferentes empresas es importante conocer que estos solo se pueden usar a corto plazo puesto que, como la bolsa de valores tiene tantos movimientos, los rendimientos que se tienen son muy volátiles y gracias al modelo permite tener un riesgo menor pero no se va a poder eliminar.

Antes de proceder a aplicar el modelo es importante conocer los rendimientos que ha tenido la empresa, ya sean negativos o positivos, durante el periodo que se quiera estudiar debido a que esto le va a otorgar una mayor claridad en conjunto del resultado del modelo para efectuar los movimientos financieros.

En el modelo se usó tres porcentajes de nivel de confianza sobre el mismo, que permite conocer en tres instancias el máximo valor esperado de pérdidas, esto le otorga mayor

soporte a los inversionistas al momento de realizar sus movimientos financieros en la bolsa de valores.

Se recomienda usar el modelo para personas que están empezando a invertir en la bolsa de valores ya que se logra disminuir el riesgo del dinero y se le está dando un valor máximo de pérdida, con esto en mente el inversionista ya puede proveer las pérdidas que puede tener.

Cabe mencionar que este modelo también puede ser usado por personas que ya llevan cierto nivel de bagaje en el sector puesto que, si no tiene un modelo que le permita conocer o reducir el riesgo, le será de bastante ayuda.

Para las empresas boyacenses o para los inversionistas son de gran ayuda estos modelos, ya bien sea para ingresar en el mundo de la bolsa de valores o para invertir dinero, debido a que se le proporcionan datos relevantes para la empresa siendo esta la del estudio porque le va a permitir conocer sus fluctuaciones y rendimientos para tener una visión amplia y permitir concluir si es bueno o no que inviertan en la empresa. Para el caso de que los boyacenses quieran empezar a invertir, es indispensable conocer un histórico de los precios de cierre de la acción y gracias al modelo le va a permitir conocer un máximo de pérdida para que así, la persona pueda analizar y decida invertir o no, teniendo en cuenta los tres niveles de confianza y que dicho modelo se tenga en cuenta exclusivamente para el corto plazo.

BIBLIOGRAFÍA

Administración de riesgos. (2008). *Análisis de Riesgo y Portafolios de Inversión* . Obtenido

de Análisis de Riesgo y Portafolios de Inversión :

<http://herzog.economia.unam.mx/profesores/blopez/Riesgo-Pres5.pdf>

ADVFN. (2019). *Dow Jones*. Obtenido de Dow Jones: <https://mx.advfn.com/dow-jones>

Astudillo Moya, M. (2012). *Fundamentos de Economía*. México: Probooks.

Banco de la Republica Colombia . (2013). *Banco de la Republica Colombia* . Obtenido de Banco de la Republica Colombia : <http://www.banrep.gov.co/es/indicador-bancario-referencia-ibr>

Banco de la Republica Colombia . (2013). *Banco de la Republica Colombia* . Obtenido de Banco de la Republica Colombia : <http://www.banrep.gov.co/es/tasa-cambio-del-peso-colombiano-trm>

BBVA. (26 de 10 de 2015). *Fondos de inversión: qué son y cómo clasificarlos*. Obtenido de Fondos de inversión: qué son y cómo clasificarlos: <https://www.bbva.com/es/fondos-inversion-clasificarlos/>

Brókers de Forex. (2018). *Qué es la volatilidad* . Obtenido de Qué es la volatilidad : <https://www.brokersdeforex.org/que-es-la-volatilidad/>

BVC. (28 de 08 de 2018). *BVC*. Obtenido de BVC: <https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Empresas/Ranking+por+Capitalizaci%C3%B3n+Burs%C3%A1til?action=dummy#>

Calle Hurtado, C. L. (2004).

Chauvin, S. (2000). *Qué es un índice financiero*. Obtenido de Qué es un índice financiero: <http://www.mujeresdeempresa.com/que-es-un-indice-financiero/#>

Chupillón Ubillús, I., & Huamán Reyes, M. (2015).

Claro, F., Contador, S., & Quiroga, C. (2006). *Teoría del Valor Extremo: Aplicación de la teoría al Índice NASDAQ Periodos: 28/Octubre/1996 a 26/Octubre/2006*. Chile.

Comisión Nacional de Valores . (12 de 2007). *Acciones Educación Mercado de Capitales* .

Obtenido de Acciones Educación Mercado de Capitales :

<http://www.cnv.gob.ar/EducacionBursatil/versionpdf/Acciones.pdf>

Economía simple . (2016). *Definición de rentabilidad* . Obtenido de Definición de

rentabilidad : <https://www.economiasimple.net/glosario/rentabilidad>

Economipedia. (2015). *Cotización*. Obtenido de Cotización:

<http://economipedia.com/definiciones/cotizacion.html>

Economipedia. (2015). *Precio*. Obtenido de Precio:

<http://economipedia.com/definiciones/precio.html>

Enciclopedia de economía. (2009). *Estimación*. Obtenido de Estimación:

<http://www.economia48.com/spa/d/estimacion/estimacion.htm>

ESAN. (21 de 07 de 2016). *Reducción de costos con eficiencia*. Obtenido de Reducción de

costos con eficiencia: [https://www.esan.edu.pe/apuntes-](https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/07/reduccion-de-costos-con-eficiencia/)

[empresariales/2016/07/reduccion-de-costos-con-eficiencia/](https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/07/reduccion-de-costos-con-eficiencia/)

Fernandez, & Barbei. (2006). *Eumed*. Obtenido de Eumed: [http://www.eumed.net/libros-](http://www.eumed.net/libros-gratis/2011a/919/Conceptos%20generales%20de%20medicion.htm)

[gratis/2011a/919/Conceptos%20generales%20de%20medicion.htm](http://www.eumed.net/libros-gratis/2011a/919/Conceptos%20generales%20de%20medicion.htm)

Fernández, P., & Díaz, P. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cad Aten*

Primaria, 76.

- Flores Castillo , L. A. (2009). analisis comparativo del valor en riesgo entre administradoras de fondos para el retiro que operan en México. el caso de la sociedad de inversion especializada en fondos para el retiro básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa.
- García, A., Aguilar, C., Toro, P., Acero, R., Perea, J., & Vera, R. (2010). *MODELOS ECONÓMICOS PARA EL DESARROLLO DE FUNCIONES DE PRODUCCIÓN*. Obtenido de MODELOS ECONÓMICOS PARA EL DESARROLLO DE FUNCIONES DE PRODUCCIÓN:
http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/25_14_43_Modelos2%5B1%5D.pdf
- Gerencie. (11 de 10 de 2017). *Periodo contable*. Obtenido de Periodo contable:
<https://www.gerencie.com/periodo-contable.html>
- Gitman, L. J., & Núñez Ramos, E. (2009). *Principios de administración financiera* (décima ed.). Pearson Addison Wesley.
- Guadalupe, C. U., & Iris, H. R. (2015). *VALOR DE LA CARTERA EN RIESGO EN PERU*. Chiclayo.
- Gujarati, D. (2010). *Econometria*. McGraw Hill.
- Gutierrez Mateus, J., & Peña Pores, L. F. (2016). *VALUE AT RISK (VaR) EN EMPRESAS DEL SECTOR REAL EN COLOMBIA: CASO, BOGOTÁ ELEKTRIKA*. Bogota.
 Obtenido de
https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/9517/Jenny_MateusGutierrez_LuisaFernanda_PoresPe%C3%B1a_2016.pdf?sequence=2

Jerez Romero, C. A. (2009).

Landa Domínguez, C. (02 de 03 de 2013). *Metodos de investigacion empirica y teorica*.

Obtenido de Metodos de investigacion empirica y teorica:

<https://www.uv.mx/personal/clelanda/files/2013/03/02-Metodos-investigacion-empirica-y-teorica.pdf>

Lara Rubio, J. (2010). La gestión del riesgo de crédito en las instituciones de microfinanzas

(Tesis doctoral, Universidad de Granada). Obtenido de

<http://hera.ugr.es/tesisugr/18892656.pdf>

Llano Diaz, L. R., & Mosquera Caicedo, V. (s.f.). 2006.

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 77-91. Obtenido de

<https://www.bvc.com.co>.

Maroto, A., Boqué, R., Riu, J., & Rius, X. (2013). *INCERTIDUMBRE Y PRECISIÓN*.

Obtenido de INCERTIDUMBRE Y PRECISIÓN:

<http://www.quimica.urv.es/quimio/general/incert.pdf>

Martinez Capel, R. (2012).

Millán Martín , M. S., & Viejo Valverde, F. (2010). *LOS MERCADOS FINANCIEROS Y*

LOS ACTIVOS FINANCIEROS. Obtenido de LOS MERCADOS FINANCIEROS Y

LOS ACTIVOS FINANCIEROS:

<http://emp.uva.es/miguelsanmillan/TemaUnodeFinanzasB%E1licas.pdf>

Ospina Duque, V., & Tangarife Trujillo, V. E. (2008).

Pérez Ramirez, F., & Fernández Castaño, H. (2009). *Econometria conceptos basicos*.

Medellin: Editorial Kimpres Ltda.

Publicaciones Semana. (2017). *Finanzas personales*. Obtenido de Finanzas personales:

<https://www.finanzaspersonales.co/ahorro-e-inversion/articulo/como-impacta-un-aumento-en-las-tasas-de-estados-unidos-en-colombia/56860>

Puga Muñoz, M. (2018). *Las finanzas y el sistema financiero*. Obtenido de Las finanzas y el sistema financiero:

<http://www.mpuga.com/docencia/Finanzas%20I/Cap%20I%20Finanzas.pdf>

Riera, M. Y., & Molina Arteaga , M. (2005).

RODRÍGUEZ , C. E. (29 de 04 de 2009). *Diccionario de economia*. Obtenido de

Diccionario de economia: <http://www.eumed.net/diccionario/dee/dee.pdf>

Román Román, P. (09 de 11 de 2018). *ESTADISTICA DESCRIPTIVA E INTRODUCCION*

A LA PROBABILIDAD. Obtenido de ESTADISTICA DESCRIPTIVA E

INTRODUCCION A LA PROBABILIDAD:

<http://www.x.edu.uy/inet/Kolmogorov.pdf>

Sierra Guzmán, M. P. (01 de 06 de 2012). *Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo*.

Obtenido de Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo:

https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa3/tipos_investigacion.pdf

Silva, C. (06 de 02 de 2018). *El Herald*. Obtenido de El Herald:

<https://www.elheraldo.co/economia/conozca-como-le-afecta-la-caida-de-las-bolsas-internacionales-456420>

Superintendencia financiera de colombia. (diciembre de 2008). *Conceptos basicos del mercado de valores*. Obtenido de Conceptos basicos del mercado de valores:
<https://www.superfinanciera.gov.co/SFCant/ConsumidorFinanciero/conceptosbasicosmv.pdf>

Tecnologia y Synergix. (16 de 04 de 2010). *Que es un modelo* . Obtenido de Que es un modelo: <https://synergix.wordpress.com/2010/04/16/que-es-un-modelo/>

Universidad de Malaga. (9 de 11 de 2018). *La renta fija y la renta variable*. Obtenido de La renta fija y la renta variable:
https://miriadax.net/c/document_library/get_file?uuid=155b1a2d-38b5-4b34-bf34-e46a96425115&groupId=18527612

Vargas Cordero, Z. R. (2009). LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA. *Revista educacion*, 159.

Velandia Velandia, N. (2013).

Velez Ponguta, C. A. (2007). *repository la salle*. Obtenido de repository la salle:
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/11873/10001285.pdf;jsessionid=F188DDBD8F5D52F29EC6CB66DC2F528E?sequence=2>

ANEXOS

Anexo 1. Fórmula para ejecutar modelo Logit

#Estimación del modelo Logit

```
#Lectura y definición de datos
```

```
> califi<-read.table(file.choose(), header=T)
```

```
#Interpretando los datos como serie de tiempo diaria
```

```
> califi<-ts(califi, frequency=1)
```

```
#Definiendo variables a retorno: ibr, trm, dji
```

```
>ibr<-diff(log(ibr))
```

```
>trm<-diff(log(trm))
```

```
>dji<-diff(log(dji))
```

```
#Estimando el modelo y visualizando el modelo obtenido
```

```
> calif_logit<-glm(y~ibr+trm+dji,data=califi,family = "binomial")
```

```
> calif_logit
```

```
#Resumen de los datos obtenidos en Logit
```

```
> summary(calif_logit)
```

Anexo 2. Fórmula para ejecutar modelo Probit

```
#Estimación del modelo Probit
```

```
#Lectura y definición de datos
```

```
> califi<-read.table(file.choose(), header=T)
```

```
#Interpretando los datos como serie de tiempo diaria
```

```

> califi<-ts(califi, frequency=1)

#Definiendo variables a retorno: ibr, trm, dji

>ibr<-diff(log(ibr))

>trm<-diff(log(trm))

>dji<-diff(log(dji))

#Estimando el modelo y visualizando el modelo obtenido

>calif_probit<-glm(y~ibr+trm+dji,data=califi,family = "binomial" (link = "probit"))

> calif_probit

#Resumen de los datos obtenidos en Probit

> summary(calif_probit)

```

Anexo 3. Fórmula para ejecutar modelo Value at Risk

```

#Estimación modelo Value at Risk

#Lectura y definición de datos

> NOMBREDELAEMPRESA<-read.table(file.choose(),header=TRUE,
stringsAsFactors=FALSE)

# Interpretando los datos como serie de tiempo diaria.

> NOMBRE DE LA EMPRESA<-ts(NOMBRE DE LA EMPRESA, frequency=1)

> NOMBRE DE LA EMPRESA

```

#Gráfico para la serie de precios

```
> plot(NOMBRE DE LA EMPRESA,type='l',xlab='Tiempo en días',ylab='Precio de cierre
de la Acción',col='red',main='Precio de cierre de la acción de grupo NOMBRE DE LA
EMPRESA)
```

#Definiendo y graficando el retorno

```
> r. NOMBRE DE LA EMPRESA <-diff(log(NOMBRE DE LA EMPRESA))

> ts.plot(r. NOMBRE DE LA EMPRESA,main='Rendimientos Diarios Grupo NOMBRE
DE LA EMPRESA,ylab='Rendimientos',xlab='Tiempo')
```

#Dickey. Fuller Aumentada Test Para medir estacionariedad

#realizar pruebas

```
> adf.test(NOMBRE DE LA EMPRESA)

> adf.test(r. NOMBRE DE LA EMPRESA)
```

#Prueba de normalidad de los retornos Shapiro wilk

```
> shapiro.test(r. NOMBRE DE LA EMPRESA)
```

se procede a realizar el histograma que debe parecerse a una campana de gauss,

aunque la normalidad ya está probada.

```
> hist(r. NOMBRE DE LA EMPRESA)
```

#Se estima el VAR por el método histórico con una probabilidad del 99%, 95%, 90%

```
> Sigma<-sd(r. NOMBRE DE LA EMPRESA)
```

```
> T<-10
```

```
> Z<-qnorm(0.99)
```

```
> VAR<- Sigma*Z*sqrt(T)
```

```
> VAR
```

```
[1] RESULTADO
```

```
> Sigma<-sd(r. NOMBRE DE LA EMPRESA)
```

```
> T<-10
```

```
> Z<-qnorm(0.95)
```

```
> VAR<- Sigma*Z*sqrt(T)
```

```
> VAR
```

```
[1] RESULTADO
```

```
> Sigma<-sd(r. NOMBRE DE LA EMPRESA)
```

```
> T<-10
```

```
> Z<-qnorm(0.90)
```

```
> VAR<- Sigma*Z*sqrt(T)
```

```
> VAR
```

```
[1] RESULTADO
```

#Se realiza grafico qq normal para verificar distribución normal para las empresas que lo requieran.

```
> qqnorm(r. NOMBRE DE LA EMPRESA);qqline(r. NOMBRE DE LA EMPRESA)
```

```
> plot(qt(ppoints(r. NOMBRE DE LA EMPRESA),2),sort(r. NOMBRE DE LA  
EMPRESA))
```

```
> qqline(r.NOMBRE DE LA EMPRESA)
```