

10.



*La Calidad Académica,
un Compromiso Institucional*



Ensamblés 1966-T
Gonzalo Ariza (artista colombiano)

Ariza G., Miller J. y
Cadena L., Javier B.
(2013). Selección de
portafolios de renta
variable: una propuesta a
través de betas al alza y
a la baja en el mercado
colombiano.
Criterio Libre, 11 (19),
225-243
ISSN 1900-0642

Selección de portafolios de renta variable: una propuesta a través de betas al alza y a la baja en el mercado colombiano

Miller J. Ariza Garzón • Javier B. Cadena Lozano

SELECCIÓN DE PORTAFOLIOS DE RENTA VARIABLE: UNA PROPUESTA A TRAVÉS DE BETAS AL ALZA Y A LA BAJA EN EL MERCADO COLOMBIANO*

PORTFOLIO SELECTION OF VARIABLE INCOME: A PROPOSAL THROUGH IN THE INCREASING
BETAS AND THE DECREASING COLOMBIAN MARKET

ASELEÇÃO DE PORTFÓLIOS DE RENDA VARIÁVEL: UMA PROPOSTA ATRAVÉS DE BETAS DE SUBIDAS
E QUEDAS NO MERCADO COLOMBIANO

SELECTION DES PORTEFEUILLES DE REVENU VARIABLE: UNE PROPOSITION A TRAVERS DE BETAS A
LA MONTEE ET A LA BAISSSE DANS LE MARCHÉ COLOMBIEN

MILLER J. ARIZA GARZÓN#
JAVIER B. CADENA LOZANO§

* Artículo de investigación. Se agradece la colaboración y compromiso de los asistentes de investigación Leidy Viviana Pacheco Sarmiento y Ary Youssef Gallego Ortiz, estudiantes de la Facultad de Ingeniería Financiera de la Universidad Piloto de Colombia.

Research article. With thanks to Leidy Viviana Pacheco Sarmiento and Ary Youssef Gallego Ortiz, for their cooperation and commitment in the research. Financial Engineering Faculty students of the Universidad Piloto de Colombia.

Artigo de pesquisa. Agradecemos a colaboração e o compromisso dos assistentes de pesquisa Leidy Viviana Pacheco Sarmiento e Ary Youssef Gallego Ortiz, estudantes da Faculdade de Engenharia Financeira da Universidad Piloto de Colombia.

Article de recherche. Nous apprécions la coopération et l'engagement des assistants de recherche Leidy Viviana Pacheco Youssef Ary Gallego Sarmiento et Ortiz, les étudiants de la Faculté d'Ingénierie financière de l'Université Piloto de Colombie.

‡ Estadístico, Universidad Nacional de Colombia; licenciado en matemáticas, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia; candidato a magister en economía, Universidad Javeriana, Bogotá. Profesor investigador de la Facultad de Ingeniería Financiera de la Universidad Piloto de Colombia. Miembro del grupo de investigación "INNOVATIC". miller-ariza@unipiloto.edu.co

Statistician, Universidad Nacional de Colombia; Mathematics Graduate, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia; Master in Economy candidate, Universidad Javeriana, Bogotá. Researcher professor of the Financial Engineering Faculty of the Universidad Piloto de Colombia. Miembro del grupo de investigación "INNOVATIC". miller-ariza@unipiloto.edu.co

Estatístico, Universidad Nacional da Colombia; Bacharel em Matemática, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colômbia; candidato a mestre em economia, Universidad Javeriana, Bogotá. Professor-pesquisador da Faculdade de Engenharia Financeira da Universidad Piloto de Colombia. Membro do grupo de pesquisa "INNOVATIC". miller-ariza@unipiloto.edu.co

Statisticien, Université nationale de Colombie, diplôme en mathématiques de l'Université Francisco José de Caldas, Bogotá- Colombie, candidat à M2 en sciences économiques, Université Javeriana, Bogota. Professeur et chercheur de la Faculté d'Ingénierie Financière de l'Université Piloto de Colombie. Membre du groupe de recherche "INNOVATIC". miller-ariza@unipiloto.edu.co

Fecha de recepción: febrero 2 de 2013
Fecha de aceptación: agosto 20 de 2013

Received: February 2nd, 2013
Accepted: August 20th, 2013

Data de recepção: 2 de fevereiro de 2013
Data de aceitação: 20 de agosto de 2013

Reçu: 2 février, 2013
Accepté: 20 août, 2013

RESUMEN

Debido a la necesidad de realizar una eficiente gestión de portafolios de inversión maximizando el rendimiento y minimizando el riesgo, en este artículo se presenta una propuesta metodológica orientada a conformar portafolios, basada en la utilización de betas mixtos de las acciones. Se comparan estos resultados frente a portafolios elaborados con base en betas tradicionales (modelo CAPM), concluyéndose que durante gran parte del período analizado la optimización del portafolio utilizando la metodología de betas mixtos supera en el retorno a la opción de betas tradicionales.

PALABRAS CLAVE:

Betas mixtos, mercados financieros, valoración de activos, portafolios de inversión, rendimiento y riesgo

CLASIFICACIÓN JEL:

C14, D53, G12, G11, G14

§ Economista, Universidad del Rosario, Bogotá; magíster en economía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; magíster en Dirección y Desarrollo de Empresas, Universidad de Ávila, España; especialista en Finanzas Privadas, Universidad del Rosario, Bogotá; candidato a doctor en administración, Universidad San Pablo Ceu, Madrid, España. Profesor investigador del Colegio de Estudios Superiores de Administración, CESA, Bogotá. Miembro del grupo de investigación "Innovación y Gestión Empresarial". javier.cadena@cesa.edu.co.

Economist, Universidad del Rosario, Bogotá; Master in Economy, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; Master in Enterprise Direction and Development, Universidad de Ávila, España; Specialist in Private Finance, Universidad del Rosario, Bogotá; PhD candidate in Administration, Universidad San Pablo Ceu, Madrid, España. Researcher professor of the Colegio de Estudios Superiores de Administración, CESA, Bogotá. Member of "Enterprise Innovation and Management" research group. javier.cadena@cesa.edu.co
Economista, Universidad del Rosario, Bogotá, mestre em economia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; maestre em Direção e Desenvolvimento de Empresas, Universidad de Ávila, Espanha; especialista em Finanças Privadas, Universidad del Rosario, Bogotá, candidato a Doutor em Administração, Universidad San Pablo Ceu, Madrid, Espanha. Professor-pesquisador do Colegio de Estudios Superiores de Administración, CESA, Bogotá. Membro do grupo de pesquisa "Inovação e Gestão Empresarial". javier.cadena@cesa.edu.co
Economiste, Université del Rosario, Bogotá, M2 en économie de l'Université nationale de Colombie, Bogotá; M2 en Business Management et Développement, Université de Avila, Espagne; spécialiste en Private Finances - Université del Rosario, candidate au doctorat en gestion - Université San Pablo CEU, Madrid, Espagne. Professeur-chercheur, École des études en gestion, CESA, Bogota. Membre du groupe "Innovation et gestion d'entreprise" de recherche. javier.cadena@cesa.edu.co.

ABSTRACT

This article presents a methodological proposal oriented to form portfolios based on using mixed stock betas, due to the need to make an efficient investment portfolio management, maximizing revenues and minimizing risk.

These results are compared to portfolios based on traditional betas (CAPM model), thus concluding that during most part of the analyzed period, the portfolio's optimization using the mixed betas methodology overcomes the option of the traditional betas in the return.

Key words: Mixed betas, financial markets, asset valuations, investment portfolios, revenues and risk.

JEL Classification: C14, D53, G12, G11, G14.

RESUMO

Devido à necessidade de realizar uma eficiente gestão das carteiras de investimento, maximizando o rendimento e minimizando o risco, neste artigo apresenta-se uma proposta metodológica orientada a confrontar portfólios, baseada na utilização de betas mistos de ações. Se comparados estes resultados com os portfólios elaborados com base em betas tradicionais (modelo CAPM), conclui-se que durante a maior parte do período analisado a otimização do portfólio utilizando a metodologia de betas mistos supera o retorno do baseado nos betas tradicionais.

Palavras chave: Betas mistos, mercados financeiros, valorização de ativos, portfólios de investimento, rendimento e o risco.

Classificação JEL: C14, D53, G12, G11, G14.

RÉSUMÉ

En raison de la nécessité d'une gestion efficace des portefeuilles d'investissement en maximisant les performances et minimiser le risque, dans cet article nous présentons une méthodologie orientée pour former portefeuilles basés sur l'utilisation des bêtas mixtes d'actions. Nous comparons ces résultats à des portefeuilles élaborés sur la base de bêtas traditionnels (CAPM), concluant que la majeure partie de l'optimisation du portefeuille de période analysée en utilisant la méthode bêtas mixte dépasse le retour à l'option de bêtas traditionnels.

Mots-clés: Betas mixtes, marchés financiers, évaluation des actifs, des portefeuilles de placement, le rendement boursier et le risque.

Classification JEL: C14, D53, G12, G11, G14.

1. INTRODUCCIÓN

El mercado de valores colombiano durante los últimos años ha tenido una importante evolución que lo ha hecho cada vez más influyente en el desarrollo económico-financiero del país, al ofrecer permanentemente nuevas propuestas de inversión para los excedentes de capital, tanto para las empresas como para las familias; desde junio de 2011 la Bolsa de Valores de Colombia, BVC, hace parte del MILA (Mercado Integrado Latinoamericano) en donde inversionistas e intermediarios de Chile, Colombia y Perú pueden comprar y vender las acciones de las tres bolsas de valores, participando a través de un intermediario local.

Esta ampliación del mercado para los agentes les ha permitido desarrollar nuevas estrategias de inversión, teniendo en cuenta el comportamiento, la estructura y las diferentes variables que influyen en el mercado a nivel regional.

Es por ello que cada vez resulta más urgente la conformación de portafolios eficientes en el sentido de encontrar opciones de alta rentabilidad al mínimo riesgo. En este artículo se presenta una propuesta metodológica orientada a dicho propósito, basada en la utilización de betas mixtos de las acciones. Se analizan los resultados de conformar portafolios sobre la base de dichos betas y los tradicionales (modelo CAPM).

Además de esta introducción se presentan cuatro secciones: en la primera se desarrolla un breve marco teórico de la teoría del portafolio y se presentan algunos estudios previos sobre el tema; en la segunda se describe la metodología seguida para la optimización de los portafolios; en la tercera se muestran los principales resultados que validan la propuesta; en la última sección se presentan las principales conclusiones del estudio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 EL MODELO DE MARKOWITZ

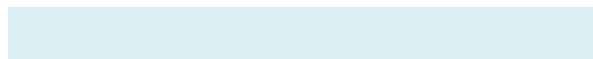
El análisis de la conformación de portafolios surge a partir del año 1952 con los estudios efectuados por Harry Markowitz, quien introdujo el criterio de media-varianza para la escogencia del mejor portafolio; este principio se fundamenta en la minimización de la varianza de portafolio teniendo como restricciones las participaciones de cada activo financiero y la suma producto de las participaciones y su rendimiento esperado, es decir, se presenta la inexistencia de apalancamiento financiero y la de capital ocioso.

La teoría de Markowitz es la primera que recoge el efecto de la diversificación de las inversiones,

demostrando que cualquier inversionista puede reducir el riesgo de pérdida y obtener ganancias, cuando en su portafolio de inversión mantiene activos con correlaciones poco relevantes o en direcciones opuestas¹. Este modelo implica que la sumatoria de los riesgos de cada activo sea mayor que el riesgo obtenido por el portafolio, concluyendo que los inversionistas amantes del riesgo (adversos al riesgo) exigirán una mayor rentabilidad de sus inversiones (una menor rentabilidad). La métrica utilizada para evaluar el riesgo de un activo se conoce como desviación estándar.

Un portafolio eficiente es aquel que tiene el mínimo riesgo para un retorno dado, o equivalentemente,

¹ Lo ideal es tener una correlación de -1, lo cual es poco probable que se dé. Por ello se busca que la correlación entre los retornos sea de cero o muy cercana, es decir, que dichas series preferiblemente sean independientes.



“Un portafolio eficiente es aquel que tiene el mínimo riesgo para un retorno dado, o equivalentemente, el máximo retorno para un nivel de riesgo dado.”

el máximo retorno para un nivel de riesgo dado. Una de las formas de encontrar este conjunto de portafolios eficientes es minimizando la varianza del portafolio, sujeta a la restricción de que la suma de las ponderaciones de los activos que componen el portafolio debe ser igual a 100%; la participación de cada activo debe ser mayor que cero y el riesgo asumido por el inversionista en cada activo y/o portafolio dependerá de la tasa de rendimiento esperada.

Sujeto a:

$$(1) \begin{cases} \text{Min } \sigma^2 (R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j * \\ E (R_p) = \sum_{i=1}^n w_i * E (R_i) = \\ \sum_{i=1}^n w_i = \\ w_i \geq 0 (i = 1, \dots, n) \end{cases}$$

Donde w_i es la proporción del presupuesto del inversor destinado al activo financiero $\sigma_{i,j}$; es la varianza del portafolio p , γ es la covarianza entre los rendimientos de los activos i, j ; $E (R_p) =$ es el rendimiento esperado del portafolio p , de tal forma que al variar este parámetro V^* se obtiene en cada caso el conjunto de proporciones que minimizan el riesgo del portafolio. El conjunto de pares $[\sigma^2 (R_p), E (R_p)]$ o combinaciones de rentabilidad-riesgo de todos los portafolios eficientes se denomina frontera eficiente. Una vez conocida esta, el inversor, de acuerdo con sus preferencias, elegirá su portafolio óptimo.

La estimación del modelo de Markowitz (1952) requiere la serie de los retornos de los activos que integran el portafolio y su matriz de varianza-covarianza. El retorno promedio se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$(2) \bar{R}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_{i,t}$$

Donde $R_{i,t}$ es el retorno del activo i al tiempo t ; y t es el período o ventana de tiempo sobre la cual se está considerando el retorno promedio. La matriz de varianza-covarianza recoge la variabilidad y relación entre los diferentes retornos de los activos



que componen el portafolio. Su estimación es fundamental en la determinación del portafolio eficiente en el modelo de media-varianza.

2.2 EL MODELO CAPM (CAPITAL ASSET PRICING MODEL)

William Sharpe (1964), tomando como base el modelo de Markowitz (1952), desarrolla el modelo CAPM; en vez de estimar las covarianzas entre los retornos de las acciones que componen el portafolio, divide el riesgo de en dos: sistemático y específico.

El riesgo sistemático es aquella parte del riesgo total de un activo que no es posible eliminar con la diversificación y que se mueve con el mercado; el riesgo específico corresponde a aquel directamente asociado al comportamiento, decisiones y resultados del emisor del título, es decir, la parte del riesgo que es independiente del mercado y susceptible de eliminar.

El desarrollo del modelo CAPM plantea la especificación de dos ecuaciones denominadas línea característica y línea de mercado de los activos financieros o línea de mercado de títulos (SML). La primera relaciona los retornos de un activo en función de los retornos del mercado y su objetivo consiste en estimar el coeficiente beta b o pendiente, que mide la volatilidad o riesgo del activo con respecto al mercado. De esta manera los activos más volátiles tendrán betas superiores a la unidad (su rendimiento subirá y bajará más rápidamente que el del mercado), mientras que los menos volátiles tendrán betas menores que la unidad (su rendimiento subirá y bajará más lentamente que el mercado). Su cálculo se realiza mediante la especificación de la siguiente ecuación, la cual se estima mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios:

$$(3) R_i = \alpha + \beta_{im} R_m + E_i$$

Donde R_i es el retorno diario del activo² para una ventana de tiempo establecida y R_m es el retorno del mercado para la misma ventana de tiempo. La expresión que permite estimar el beta de cada activo es la siguiente:

$$(4) \beta_{im} = \frac{cov(R_i, R_m)}{var(R_m)}$$

Siendo $var(R_m)$ la varianza de los retornos del mercado.

Una vez estimada la línea característica es posible calcular los diferentes riesgos del activo mediante la siguiente expresión:

$$(5) \sigma_p^2 = \beta_p^2 \sigma_M^2 + \sigma_{\varepsilon_p}^2$$

Donde σ_p^2 indica el *riesgo total* del activo, expresado a través de la varianza de sus rendimientos; β_p es el *coeficiente de volatilidad* de dicho activo; σ_M^2 muestra el riesgo total del mercado; y $\sigma_{\varepsilon_p}^2$ indica el *riesgo específico* del activo. El producto muestra el *riesgo sistemático* o *riesgo de mercado*. Dado que la expresión es la misma para todos los activos, es el coeficiente de volatilidad β_p el que determina el nivel de riesgo sistemático de un activo, o de un portafolio de activos.

Una versión posterior a la de Sharpe (1964), con ayuda de Lintner (1965), postula la existencia de un activo libre de riesgo donde se puede invertir, el cual ayudará a los inversores a mejorar sus decisiones. La ecuación resultante es la línea de mercado de títulos (sml):

$$(6) E_p = r_f + [E_M - r_f] \beta_p$$

Donde (E_p) es la tasa de rendimiento esperado del activo, r_f es la tasa libre de riesgo, β_p es el beta antes mencionado y $E_p - r_f$ es la prima de riesgo del mercado. Este modelo permite estimar

² Rentabilidad continua = $Ln(P_t/P_{t-1})$.

para un determinado período de tiempo la tasa libre de riesgo y la prima de riesgo del mercado.

Para finalizar, Merton (1973) muestra la importancia de la relación entre rentabilidad esperada y nivel de riesgo, y postula la construcción de la frontera eficiente como trabajo posterior a Markowitz (1952). Esta permite identificar para un mismo nivel de riesgo las diferentes posiciones que maximizan un portafolio de inversión.

Aunque hay otros autores de gran relevancia que han trabajado el tema de portafolios eficientes, como Lintner (1965), Black, Jensen & Scholes (1972), Fama & MacBeth (1973), Blume (1973) y Ross (1976), los fundamentos de esta teoría descansan en los trabajos de Markowitz (1952), Sharpe (1964) y Merton (1973).

2.3 ALGUNOS REFERENTES DE TRABAJOS BASADOS EN LA TEORÍA DEL PORTAFOLIO

Un gran número de investigaciones han sido desarrolladas a partir de las premisas hechas por Markowitz (1952). En Colombia, autores como Betancourt, Calle y Herrera (2005) investigaron sobre la construcción de un modelo de portafolios de inversión real en condiciones de incertidumbre que les permitiera determinar una frontera

eficiente; Huertas, F. (2007) aplicó la teoría de la diversificación para hallar mediante muestreo aleatorio de renta variable, fija y operaciones a plazo, un portafolio óptimo.

Dubona (2005) analiza la aplicabilidad del modelo CAPM en el mercado de capitales colombiano para la construcción de portafolios óptimos; la profundización de este tema la han continuado autores como Parra y Buenaventura (2011), quienes analizan cómo se comporta la precisión predictiva del modelo de Markowitz, establecen la relación de la longitud de la serie de datos en el rendimiento real del portafolio y proponen una forma de calcular la covarianza entre dos activos.

En el ámbito internacional también muchos autores han tomado como referencia el desarrollo metodológico de la teoría de portafolios, entre ellos Gálvez, Salgado y Gutiérrez (2009), quienes proponen una forma diferente de calcular la volatilidad a través de modelos GARCH; Baquero (2009) evalúa el rendimiento y riesgo de empresas que se cotizaban activamente en el mercado bursátil costarricense a través del modelo CAPM y Scality M (s.f.) orienta su investigación hacia la aplicación de modelos alternativos al CAPM en diferentes mercados, tanto desarrollados como emergentes.

3. METODOLOGÍA

La metodología seguida en el presente artículo se basa en la propuesta realizada por Parisi y Cornejo (2007), quienes analizan el resultado de conformar portafolios de inversión sobre la base de un beta promedio o tradicional y de betas mixtos (al alza o a la baja) calculados con series históricas de los retornos en un período de tiempo.

Esta metodología permite calcular diferentes portafolios de inversión dependiendo de las expectativas de los inversionistas. Concluyen que portafolios con expectativas a la baja tienden

a ser más volátiles en la ponderación de cada activo y procuran actuar en función del riesgo de cada activo, diferente a lo que sucede cuando las expectativas de los inversionistas son al alza.

Estos autores toman como referencia el trabajo de Ang & Chen (2002), quienes desarrollaron la conformación de portafolios bajo el supuesto de correlaciones asimétricas; demuestran que trabajar con betas superiores a uno lleva a que se presenten menores coeficientes de correlación asimétricos con respecto a aquellas

acciones con betas menores que uno. Plantean la alternativa de conformar portafolios de acuerdo con el comportamiento previsto del mercado: si se espera que el retorno de este sea negativo se preferirán portafolios conformados por activos defensivos (betas menores que 1) para compensar la caída del mercado; por el contrario, si se espera que el retorno sea positivo se preferirán portafolios conformados por activos agresivos (betas mayores que 1) para potenciar sus ganancias.

Citan a autores como Bawa y Lindenberg (1977), quienes proponen modelos basados en lo que se denomina Lower Partial Moments (LPM), donde los betas condicionales se restringen al retorno del mercado; también citan a Braun, Nelson y Sunier (1995), quienes proponen modelos bivariados EGARCH para determinar la posibilidad de que los retornos positivos y negativos afecten de manera diferente a los betas, encontrando evidencia débil en los betas condicionales *time-varying*.

En este artículo se asumen la mayoría de supuestos de Parisi y Cornejo (2007); sin embargo, creemos que ellos parten de un supuesto débil cuando plantean que “al momento de conformar las carteras de inversión, de una semana para otra, se asume que se tiene plena capacidad para predecir la variación que experimentará el DJI durante el siguiente período ($t+1$), lo que equivale a predecir, con total certeza, la rentabilidad futura semanal del mercado bursátil. Este supuesto tiene como finalidad no generar ruido en la modelación, como consecuencia de la mayor o menor capacidad del inversionista para predecir la evolución futura del mercado accionario. Por esta razón, se asume que el signo del retorno de mercado (positivo o negativo) para el siguiente período es un factor conocido”. Nuestra propuesta se aleja de dicho supuesto y, para efectos del pronóstico de los retornos del mercado, esta se basa en la especificación de un modelo ARIMA.

La construcción del portafolio se realiza bajo las siguientes restricciones de modelación:

“Plantean la alternativa de conformar portafolios de acuerdo con el comportamiento previsto del mercado: si se espera que el retorno de este sea negativo se preferirán portafolios conformados por activos defensivos (betas menores que 1) para compensar la caída del mercado; por el contrario, si se espera que el retorno sea positivo se preferirán portafolios conformados por activos agresivos (betas mayores que 1) para potenciar sus ganancias.”

“... el análisis supone que los betas son inestables, por lo que se requiere su recálculo mes a mes, con lo cual se logra su actualización con información nueva del mercado.”

- Dado que la canasta de acciones del IGBC se recalcula trimestralmente, se debe revisar la nueva composición de las acciones potenciales, lo que ocasiona una recomposición del portafolio.
- Un activo participa como potencial en la selección del portafolio óptimo siempre y cuando la serie tenga más de un mes de historia en el IGBC.
- En cada mes las acciones potenciales para la conformación del portafolio son las que presentan un historial de precios de los últimos 6 meses; para el ejercicio se presentan resultados de 31 meses.

La selección del portafolio se realiza mediante un proceso de optimización a partir de los betas mixtos. El procedimiento es el siguiente:

- i. Se toma la muestra de las 35 acciones potenciales que constitúan la canasta del IGBC en uno de los trimestres del año. La idea de tomar estas acciones se justifica por las características que presentaban en términos de liquidez y su importancia relativa en el mercado accionario colombiano. Se aclara, sin embargo, que la metodología seguida es replicable para cualquier conjunto de activos y en cualquier ventana de tiempo.
- ii. A partir de las series de retornos históricos se estiman tres betas por cada empresa: uno al alza, otro a la baja y el tradicional, los cuales se utilizan para efectuar el análisis de composición óptima del portafolio. El cálculo de los betas al alza y a la baja busca obtener mejores resultados, y su escogencia está determinada por el pronóstico del signo del retorno del mercado: si el pronóstico muestra que el comportamiento del mes siguiente es positivo, se eligen betas al alza para el proceso de optimización, de lo contrario se procesa con betas a la baja.

Al igual que Parisi y Cornejo (2007), el análisis supone que los betas son inestables, por lo que se requiere su recálculo mes a mes, con lo cual se logra su actualización con información nueva del mercado.

El valor del beta tradicional para cada activo se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$(7) \beta_i = \frac{cov(R_i, R_M)}{var(R_M)}$$

Donde la covarianza refleja la asociación de los retornos entre cada activo y el mercado, y la varianza la dispersión del rendimiento respecto de la media de los retornos correspondientes a cada activo; para el análisis se calculan para un período histórico de seis meses, a nivel diario, en cada mes de evaluación y propuesta de portafolio. Los betas al alza y a la baja se estiman utilizando las siguientes ecuaciones:

$$(8) \beta_i^{Alza} = \frac{cov(R_i, R_M / R_M > 0)}{var(R_M / R_M > 0)}$$

$$(9) \beta_i^{Baja} = \frac{cov(R_i, R_M / R_M < 0)}{var(R_M / R_M < 0)}$$

- iii. *Selección del portafolio*: para la escogencia de las acciones del portafolio se plantea una participación máxima de 20% y mínima de 1%. Además, en la conformación de los portafolios se restringen los valores de beta de acuerdo con el pronóstico al alza o a la baja del mercado³. Cuando este es negativo se toman las acciones cuyo beta es inferior a 1 y se le asigna un valor de 0.9; cuando es positivo se toman las acciones cuyo beta es superior a 1 y se le asigna un valor de 1.1.
- iv. *Pronóstico del IGBC*: para el pronóstico del IGBC se propuso un modelo basado en la metodología ARIMA introducida por Box y Jenkins (1970), muy utilizada a nivel univariado para pronosticar series de tiempo. Esta consiste en el desarrollo de 4 fases, las cuales permiten identificar el proceso estocástico que generó la serie, modelarlo y mediante máxima verosimilitud estimar un modelo, el cual una

vez validado permite pronosticar la serie; no obstante, se podría pensar en utilizar y evaluar metodologías multivariadas más avanzadas.

El modelo ARIMA estimado, el cual cumple con todos los supuestos de estabilidad y ruido blanco en sus residuos, es el siguiente:

$$(10) (1 - 0.314281 L^{15}) r_{igbc} = (1 + 0.380125 L6 + 0.694812 L9) e_t$$

3.1 DESARROLLO MATEMÁTICO DE LA PROPUESTA

A continuación se describe matemáticamente la propuesta metodológica del presente trabajo, siguiendo los lineamientos del trabajo de Parisi y Cornejo (2007).

Portafolio con betas tradicionales: el portafolio tradicional se conforma maximizando su retorno esperado para un determinado nivel de riesgo; no tiene en cuenta si los retornos están al alza o a la baja. Para su cálculo se presenta la siguiente ecuación, en la que la suma ponderada de los betas de los activos estimará el riesgo del portafolio:

$$(11) \beta_p = \sum_{i=1}^n w_i * \beta_i$$

Donde β_p es el beta del portafolio, β_i es el beta del activo i que hace parte del portafolio y w_i = participación de cada activo i en el portafolio.

Mientras que el retorno esperado del portafolio viene dado por la suma ponderada de los retornos de cada uno de los activos que componen dicho portafolio, así:

$$(12) \widehat{E[R_p]} = \sum_{i=1}^n w_i * \overline{R_i}$$

Donde es el rendimiento promedio del activo financiero.

³ Luego de varias simulaciones se concluyó que betas superiores a 1.1 y menores que 0.9 podrían implicar una selección pequeña y no diversificada de activos para el portafolio.

Portafolio de *betas mixtos*: el portafolio se selecciona con base en el retorno esperado del mercado; así, la conformación del portafolio en $t + 1$ dependerá del pronóstico de este, si se mueve al alza o a la baja.

$$\begin{cases} \beta_p^{Alza} = \sum_{i=1}^n w_i * \beta_i^{Baja} = constante 2 \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad Si R_{t+1}^M < 0 \\ 0.01 \leq w_i \leq 0.2 \end{cases}$$

Selección *betas al alza*

(13) $\widehat{E[R_p]} = \sum_{i=1}^n w_i * \overline{R_i}^{Alza}$ s.a.

$$\begin{cases} \beta_p^{Alza} = \sum_{i=1}^n w_i * \beta_i^{Alza} = constante 1 \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad Si R_{t+1}^M > 0 \\ 0.01 \leq w_i \leq 0.2 \end{cases}$$

Donde β_i y β_i corresponden al promedio de los retornos mensuales del activo i , sujetos al pronóstico del signo del retorno de mercado, donde R_{t+1}^M representa el retorno del mercado para el siguiente período ($t+1$), y w_i corresponde al porcentaje de participación del activo i dentro del portafolio.

Selección *betas a la baja*

(14) $\widehat{E[R_p]} = \sum_{i=1}^n w_i * \overline{R_i}^{Baja}$ s.a.

En el Anexo 2 se presenta un resumen de la metodología propuesta y la metodología tradicional.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con base en la metodología expuesta se presenta un ejemplo para el primer y último mes de análisis de cómo se conformó un portafolio con seis acciones, cuyas ponderaciones se resumen en la Tabla 1. Se muestra la comparación entre la estrategia de betas mixtos versus betas tradicionales.

Adicionalmente, en el Anexo 3 se presenta la estimación promedio de cada beta por acción. El retorno mensual obtenido por los betas mixtos fue de 1.17%, superior al mostrado por los betas tradicionales, que anualizado presenta un valor cercano a 15%. Como se observa en la Tabla 2, este porcentaje está 2 puntos por encima

Tabla 1. Ejemplo de distribución de la canasta de acciones.

MES	Tipo de Beta	Betas tradicionales		Tipo de Beta	Betas mixtas	
		Acción	Ponderación		Acción	Ponderación
MES 1	Betas tradicionales	Inverargos	20,0%	Betas mixtos: alza	Bancolombia	2,8%
		Cemargos	20,0%		Pref Bancolombia	20,0%
		Fabricato	20,0%		Inverargos	20,0%
		Grupo Sura	20,0%		Cemargos	20,0%
		ETB	15,0%		Fabricato	17,2%
		BMC	5,0%		Grupo Sura	20,0%
MES 31	Betas tradicionales	Pref Bancolombia	20,0%	Betas mixtos: baja	Pref Bancolombia	20,0%
		Cemargos	11,1%		PFCorfol	20,0%
		Fabricato	20,0%		Isa	20,0%
		Grupo Sura	20,0%		Grupo Sura	20,0%
		Tablemac	20,0%		Tablemac	14,5%
		Pacific Rub.	8,9%		Biomax	5,5%

Fuente: Elaboración propia.

de la estrategia de betas tradicionales, el cual dependiendo del monto de la inversión podría llegar a ser significativo.

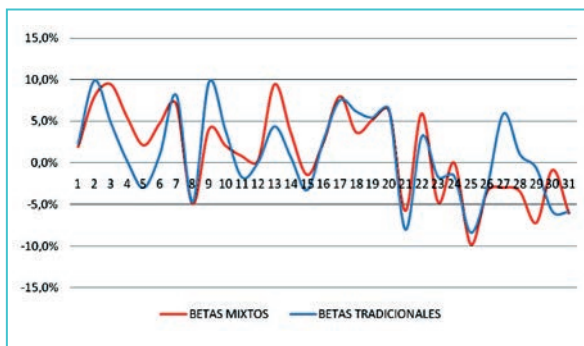
Tabla 2. Rendimiento promedio.

INVERSIÓN	RENDIMIENTO PROMEDIO MENSUAL	RENDIMIENTO ANUALIZADO
Betas tradicionales	1,02%	12,96%
Betas mixtos	1,17%	14,96%

Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 1 se presenta un análisis comparativo para el período de análisis del comportamiento mensual del retorno, teniendo en cuenta las dos opciones analizadas. Aun cuando no es concluyente para todos los meses, se deduce que en un conjunto importante de estos la estrategia del portafolio utilizando la metodología de betas mixtos supera en el retorno a la propuesta de betas tradicionales. Solo en los meses 9, 10, 18 y entre el 26 y 29, se observa con claridad la predominancia de la opción de betas tradicionales.

Gráfico 1. Rendimiento mensual en el período de análisis.



Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mediante la utilización de betas mixtos muestran cómo en gran parte del período de análisis se logran retornos superiores

“Los resultados obtenidos mediante la utilización de betas mixtos muestran cómo en gran parte del período de análisis se logran retornos superiores en comparación con los betas tradicionales. Queda por explorar, sin embargo, bajo qué condiciones, si las hay, la técnica de betas mixtos pudiera arrojar siempre mejores resultados frente al uso de los betas tradicionales.”

“En términos financieros, la aplicación de betas mixtos no se restringe a encontrar el nivel de riesgo de un activo o predecir un retorno, estos también pueden usarse para elaborar presupuestos de capital, valorar activos, determinar el costo del capital contable y explicar el riesgo dentro de un contexto de tasas de interés.”

en comparación con los betas tradicionales. Queda por explorar, sin embargo, bajo qué condiciones, si las hay, la técnica de betas mixtos pudiera arrojar siempre mejores resultados frente al uso de los betas tradicionales. Quizá aumentando la frecuencia a nivel semanal para la conformación de nuevos portafolios y relajando un poco los supuestos de mínima (1%) y máxima (20%) ponderación de cada activo, así como el valor del coeficiente beta asumido en los casos de pronósticos al alza y a la baja del mercado, pudieran obtenerse resultados más contundentes a favor de los betas mixtos.

En cuanto a la muestra utilizada para el estudio podría pensarse en su ampliación al MILA, conformando así portafolios internacionales más robustos en alternativas de inversión que permitan diversificar adecuadamente los riesgos y lograr mayores rendimientos.

Como lo expone James A. Tobin (1958) en su extensión del trabajo de Markowitz, es posible evaluar la incorporación de activos libres de riesgo al conjunto de activos riesgosos para generar una mejor alternativa de inversión. Esta posibilidad podría explorarse en nuevos trabajos que involucren además otras medidas de riesgo como los modelos ARCH y GARCH, y otros modelos de pronóstico para los retornos del mercado, como los modelos VAR (vectores autorregresivos) y VEC (vectores de corrección del error) y los modelos de inteligencia artificial como las redes neuronales, entre otros.

En términos financieros, la aplicación de betas mixtos no se restringe a encontrar el nivel de riesgo de un activo o predecir un retorno, estos también pueden usarse para elaborar presupuestos de capital, valorar activos, determinar el costo del capital contable y explicar el riesgo dentro de un contexto de tasas de interés.

BIBLIOGRAFÍA

- Ang, A. & Chen, J. (2002). Asymmetric Correlation of Equity Portfolios. *Journal of Financial Economics*, N° 63, Issue 3, Nueva York.
- Baquero V., A. (2009). *Medición del riesgo por medio del coeficiente beta para las empresas que cotizan en el mercado bursátil costarricense*. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica.
- Bawa, V.S.; Lindenbergh, E.B. (1977). Capital Market Equilibrium in a Mean-Lower Partial Moment Framework, *Journal of Financial Economics*, N° 5.
- Betancourt R., M.; Calle López, A.; Herrera Muñoz, V. (2005). *Modelos de evaluación de portafolios de inversión bajo ambientes de incertidumbre*. Medellín, Colombia: Universidad EAFIT.
- Braun, P.; Nelson, D. & Sunier, A. (1995). Good news, bad news, volatility and betas. *Journal of Finance*, N° 50, issue 5, pp. 1575-1603.
- Brooks, C. (2008). *Introductory econometrics for finance*. Cambridge (2ª ed.) Estados Unidos.
- Byrne, P.; Lee, S. (2004). *Different Risk Measures: Different Portfolio Compositions? A Paper Presented at The 11th Annual European Real Estate Society (ERES) Meeting*. Milan, Italy.
- Black, F.; Jensen, M. & Scholes, M. (1972). *Asset Pricing Model: Some empirical test*. New York: Praeger.
- Blume, M., & Friend, I. (1973). *A new look at the Capital Asset Pricing Model*. 28(1), pp. 10-33.
- Chen, N. & Zhang, F. (1998). Risk and return of value stocks. *Journal of Business*, vol. 71, N° 4.
- Dubona, I. (2005). La validación y aplicabilidad de la teoría de portafolio en el caso colombiano. *Cuadernos de administración*, vol. 18, No. 030, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, pp. 241-279.
- Fama, E., & MacBeth, J. (1973). Risk, return and equilibrium: Empirical tests. *Journal of Political Economy*, 81, pp. 607-636.
- Parisi F., A.; Cornejo S., E.; (2007). Betas al alza y betas a la baja en la conformación de portafolios de inversión. *Revista Poliantea*, Vol. 3, N.º 5, pp.143-161.
- Gálvez, P.; Salgado, M.; Gutiérrez, M. (2009). Optimización de carteras de inversión modelo de Markowitz y estimación de volatilidad con GARCH. *Horizontes empresariales*, Chile.
- Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. Estados Unidos: Princeton University Press.
- Huertas F. (2007). El modelo de Markowitz, los TES, TRM y el IGBC, modelación y optimización. *Consultor gerencial*, Colombia.
- Lintner, J. (1965). Security prices, risk and maximal gains from diversification. *The Journal of Finance*, 20 (4), pp. 587-613.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, N.º 7, pp. 77-91. Nueva York.
- Mascareñas, J. (2007). *Gestión de Carteras II: Modelo de valoración de Activos*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Merton, R. (1973). Theory of rational option pricing. *Bell Journal of Economics and Management Science*, 4, pp. 141-183.
- Parra H., J. (2011). *Reflexión sobre la aplicabilidad del modelo de Markowitz en la gestión de portafolios de inversión; una propuesta alternativa al cálculo de la covarianza entre dos activos financieros, para seleccionar*

el portafolio óptimo. Working paper. Cali, Colombia: Universidad ICESI.

mercadoemergentesusvariantesymodelosalternativos.pdf.

Ross, S. (1976). The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Economic*, 13, pp. 341-360.

Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *Journal of Finance*, N° 19, issue 3, pp. 425-442. Nueva York.

Scaliti, M. (s.f.) Universidad de CEMA, Maestría en finanzas (U. de CEMA, editor). Recuperado el 2013, de: http://www.desdelabolsaendirecto.com/dlbf/files/ICAPMysuapli_caci%C3%B3nen

Tobin, J. (February 1958). Liquidity Preference as Behavior Towards Risk. *Review of Economic Studies*, 25, pp. 65-86.