

**DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA PARA CONFORMAR EL
PORTAFOLIO ACTIVO DEL FONDO DE SOLIDARIDAD DE
COMEVA, USANDO DIVERSIFICACIÓN TEMPORAL E
INMUNIZACIÓN DE INVERSIONES.**

JORGE ENRIQUE LOTERO BOTERO

**Tesis para Optar al Título de
Maestría en Ingeniería Administrativa**

Director

Santiago Medina Hurtado Ph. D



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE MEDELLIN

FACULTAD DE MINAS

MEDELLÍN

2011

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1.	INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO 2.	FONDO DE SOLIDARIDAD.....	4
CAPÍTULO 3.	GESTION DE PORTAFOLIOS –ESTADO DEL ARTE.....	9
3.1	MARCO TEÓRICO.....	9
3.2	MARCO CONCEPTUAL.....	9
3.2.1	conformación de portafolios con visión de corto plazo.....	10
3.2.2	Portafolios miopes sin rebalance.....	11
3.2.3	Función de utilidad basada en la capacidad de consumir.....	12
3.2.4	Consideraciones sobre la inversión en bonos para portafolios con horizonte amplio.....	13
3.2.5	Las acciones y el largo plazo.....	13
3.2.6	Valoraciones temporales en la volatilidad.....	15
3.2.7	Capital humano y capital financiero.....	15
3.3	RESUMEN DE INNOVACIONES EN EL DISEÑO DE FONDOS DE PENSIONES.....	16
3.4	ESTRATEGIAS PARA OPTIMIZAR LA VINCULACIÓN ENTRE ACTIVOS Y PASIVOS.....	18
3.4.1	La dedicación.....	20
3.4.2	Balanceo de portafolios para diferentes periodos.....	20
3.4.3	Aplicación de la inmunización.....	21
CAPÍTULO 4.	METODOS ECONÓMICOS.....	23
4.1	MODELOS VECTORIALES AUTORREGRESIVOS.....	23
4.1.1	Conjunto de datos 1.....	29
4.1.2	Conjunto de datos 2.....	32
4.1.3	Conjunto de datos 3.....	35
4.2	TEST DE RATIO VARIANZA.....	38
4.2.1	Prueba conjunta de Ratio Varianza.....	40
4.3	USO DE LA METODOLOGÍA BOOTSTRAP PARA EL ESTUDIO DE PROPIEDADES DE SERIES TEMPORALES.....	44
CAPÍTULO 5.	APLICACIONES AL CASO FONDO COOMEVA.....	52
5.1	APLICACIÓN DE LOS DESARROLLOS TEÓRICOS AL MEJORAMIENTO DE LA CONFORMACIÓN DEL PORTAFOLIO DEL FONDO DE SOLIDARIDAD.....	52
5.1.1	inversión en acciones de parte de los recursos del fondo de solidaridad....	52
CAPÍTULO 6.	CONCLUSIONES.....	57
CAPÍTULO 7.	BIBLIOGRAFIA.....	59

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de coeficientes para modelo VAR(1) CAMPBELL-VICEIRA.....	27
Tabla 2 matriz covarianzas residuales para modelo VAR(1) CAMPBELL-VICEIRA	27
Tabla 3 Parámetros del modelo VAR(1) para el conjunto de datos 1.....	30
Tabla 4 Covarianzas de residuales para modelo VAR(1) del conjunto de datos 1	31
Tabla 5 Parámetros del modelo VAR(1) para el conjunto de datos 2.....	33
Tabla 6 Covarianzas de residuales para modelo VAR(1) del conjunto de datos 2	34
Tabla 7 Parámetros del modelo VAR(1) para el conjunto de datos 3.....	36
Tabla 8 Covarianzas de residuales para modelo VAR(1) del conjunto de datos 3	37
Tabla 9 Prueba sobre caminata aleatoria con el método de Chow-Demming.....	41
Tabla 10 Prueba sobre caminata aleatoria con el método de Kim	42
Tabla 11 Prueba de martingala heterocedástica	43
Tabla 12 Parejas de variables analizadas en casa una de las regresiones	45
Tabla 13 Parámetros calculados con los resultados de la simulación en Crystaball	46
Tabla 14 Resultados de regresión de los rendimientos entre periodos subsiguientes con diferente periodo de tenencia	47
Tabla 15 incrementos diferenciales entre cuotas y protecciones	53

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Volatilidad anualizada de rendimientos reales	28
Figura 2 Estructura temporal volatilidad	31
Figura 3 Estructura volatilidades	34
Figura 4 Estructura temporal volatilidad	37
Figura 5 Recta de regresión ajustada año 6 Vs 5	48
Figura 6 Recta de regresión ajustada año 6-7 Vs 4-5	48
Figura 7 Recta de regresión ajustada año 6-8 Vs 3-5	49
Figura 8 Recta de regresión ajustada año 6-9 Vs 2-5	49
Figura 9 Recta de regresión ajustada año 6-10 Vs 1-5	50

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la colaboración para la realización de este trabajo a los directivos de Coomeva, al Dr. Rodrigo Restrepo López actual miembro de la Junta de Vigilancia de la Cooperativa por permitirme el acceso a información valiosa para este trabajo y por compartirme su conocimiento sobre la problemática de la Cooperativa

Al profesor Santiago Medina H., director del trabajo por sus valiosas sugerencias y anotaciones al mismo.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia y a mis alumnos quienes me hacen mejorar continuamente para llegar a ser un maestro.

RESUMEN

Para este trabajo se realizó la revisión de una serie de documentos académicos relacionados con la problemática asociada con la administración de portafolios de inversión activos, destinados a la atención de compromisos futuros adquiridos por fondos de pensiones o compañías de seguros. El propósito de la revisión fue la identificación de elementos estratégicos apropiados, según el estado actual de la teoría de inversiones, para recomendar su posible aplicación en la gestión de los portafolios activos de la Cooperativa Médica y de profesionales de Colombia Coomeva, para atender los compromisos adquiridos con sus asociados vinculados al Fondo Mutual de Solidaridad, el cual posee características similares a las de los fondos destinados a la atención de pólizas dotales en las compañías de seguros. El documento formula recomendaciones sobre posibles estrategias para lograr disminuir las divergencias que se observan entre las tasas de interés técnico usadas originalmente para el cálculo de las reservas matemáticas y las que luego se obtienen como rentabilidad real de las inversiones, lo cual ha llevado a que la alta dirección de la Cooperativa ajuste anualmente de manera diferente con menores incrementos los niveles de protección con respecto a los aumentos en las cuotas de aportes con la consecuente desmejora en la situación patrimonial de los asociados.

Adicionalmente se hacen recomendaciones sustentadas en análisis cuantitativos de datos del mercado accionario colombiano, sobre el incremento de la participación en renta variable de las porciones del portafolio que corresponden al ahorro de los asociados más jóvenes. Las estrategias de inmunización y dedicación para portafolios de renta fija, se recomiendan para respaldar los nuevos productos opcionales ofrecidos a los asociados con vencimiento a mediano plazo y rentabilidad garantizada

ABSTRACT

For this work, the review was conducted of a series of academic papers related to the problems associated with managing portfolios of assets, for the attention of future commitments acquired by pension funds or insurance companies. The purpose of the review was the identification of appropriate strategic elements, according to the current state of investment theory, to recommend possible application in the management of portfolio assets of the Medical and professionals Cooperative Coomeva of Colombia, to meet the commitments with its partners acquired related to Solidarity Mutual Fund, which has similar characteristics to those of the funding for the attention of endowment policies in insurance companies. This document makes recommendations on possible strategies for reducing the divergences between the technical interest rates originally used for the calculation of mathematical reserves and the obtained as a real return on investment, which has led to the senior management of the Cooperative adjusted annually differently with smaller increases in levels of protection with respect to increases in the quotas of contribution with the consequent deterioration in the assets of partners

Further recommendations are grounded in quantitative analysis of the Colombian stock market data on the increased participation in equities portion of the portfolio that corresponds to savings of younger associates. Immunization and dedication strategies to fixed income portfolios are recommended to support the new optional products offered to those associated with medium-term maturity of guaranteed return

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se trata de formular algunas recomendaciones a los administradores del Fondo de Solidaridad de la Cooperativa Multiactiva Cooperativa médica y de profesionales de Colombia Coomeva, sobre el diseño y la administración del portafolio activo de inversiones del Fondo de Solidaridad que poseen sus asociados, obteniendo apoyo en los recientes desarrollos teóricos sobre el tema, aportados por varios economistas financieros.

Considerando que la presencia del Fondo de Solidaridad de la Cooperativa Multiactiva Coomeva es atípica dentro de la normatividad financiera colombiana, se hace necesario obtener de las Superintendencias Financiera y de Economía Solidaria la autorización para adoptar un régimen de inversiones que se asimile cada vez más al de los Fondos de Pensiones obligatoria y de Compañías de seguros. Debido a restricciones normativas y a un exceso de conservadurismo por parte de los funcionarios encargados de la administración del portafolio activo del Fondo, la participación en el mismo de activos de renta variable con diversificación internacional y de instrumentos de renta fija con pagos indexados al IPC o a la UVR es escasa, lo cual como se demuestra al revisar la literatura actual sobre los resultados de las investigaciones relacionadas con el tema genera una desmejora en el patrimonio de los partícipes del Fondo, especialmente en el de los más jóvenes, al no considerarse el horizonte de inversión para la determinación de la dinámica en la asignación de activos del fondo, ni tampoco la posibilidad de inmunizar los portafolios de renta fija destinados a la atención de las obligaciones con vencimiento más próximo. Lo anterior tiene como consecuencia el sometimiento de los asociados a un alto nivel de riesgo de tasa de interés (precio y reinversión), haciendo necesario como medida correctiva para los más antiguos (ingreso al fondo antes del año 2000) de la aplicación reiterativa de un mecanismo de ajuste que produce una disminución relativa, con respecto al monto aportado, de las coberturas ofrecidas originalmente por el producto y en los más jóvenes el tener que afrontar unas cuotas permanentes superiores a las que serían necesarias si las inversiones presentaran un mejor proceso de acumulación para el largo plazo.

En este documento se proponen alternativas, que en caso de ser acogidas por los administradores del portafolio activo del Fondo de Solidaridad, podrán servir para argumentar la obtención de una mayor flexibilidad de parte de las Superintendencias Financiera y de Economía solidaria en lo referente al marco normativo aplicable a las inversiones del fondo, y en todo caso, aún sin cambiar las normas actuales, adoptar estrategias que permitan controlar, para la porción del fondo invertida en instrumentos de renta fija, su volatilidad resultante del riesgo de tasas de interés y de tasa de inflación.

En la sección 1 se hace una presentación de las características del fondo de solidaridad, su problemática y los objetivos a los cuales debe apuntar la

administración del mismo. En la sección 2 se hace un resumen de la revisión bibliográfica, la cual nos permite situarnos en el estado del arte sobre el tema de administración de portafolios para Fondos de Pensiones y compañías de seguros. En la sección 3 se presentan algunos de los métodos econométricos usados para justificar la adopción del supuesto comportamiento reversible a la media de la prima por riesgo real para las inversiones de renta variable y para las tasas de interés. Así mismo, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de estas pruebas a los datos del mercado Colombiano, las cuales arrojan indicios claros de este comportamiento, a pesar de no lograr pruebas más contundentes ante la escasez de series estadísticas de largo plazo para las variables de interés en el estudio. Con base en estos resultados se presentan en la Sección 4 una serie de recomendaciones a los administradores del Fondo de Solidaridad. Finalmente, en la sección 5 del trabajo se formulan algunas conclusiones y recomendaciones para futuros trabajos sobre el tema

CAPÍTULO 2. FONDO DE SOLIDARIDAD

La Cooperativa Médica del Valle y de profesionales de Colombia (Coomeva) ofrece como parte de los servicios para sus asociados un Fondo de Solidaridad, el cual opera en la práctica de forma semejante a una póliza dotal de seguros.

El asociado define el nivel de protección que desea tener para su seguro de vida y el monto del auxilio por perseverancia que espera recibir a los 60, 62 o 65 años de edad, en caso de supervivencia. De acuerdo con las protecciones definidas por el asociado, se establecen las cuotas de aporte mensual y permanente al fondo.

La finalidad del Fondo de Solidaridad, además de servir como seguro de vida, es la de proporcionar una suma de dinero que le permita comprar, al final de la vida laboral del asociado a la Cooperativa, una anualidad vitalicia, que complemente su jubilación o, en algunos casos constituya la totalidad de la misma.

Aunque el Consejo de Administración de la Cooperativa tiene la facultad para incrementar anualmente las cuotas de aporte al Fondo en un porcentaje mayor al del incremento en los montos de protección, lo ideal sería que tanto las cuotas como las protecciones se incrementaran anualmente con el IPC (Índice de precios al consumidor). Para lograrlo, el portafolio activo de inversiones del Fondo de Solidaridad debe producir sobre saldos una rentabilidad real por lo menos igual a la tasa de interés técnico utilizada para los cálculos actuariales realizados para el establecimiento de las cuotas mensuales de aporte.

El Fondo de Solidaridad de Coomeva presenta parte de la misma problemática que ha llevado al fracaso y reestructuración, en prácticamente todo el mundo, a los sistemas de pensiones con la modalidad prima media con prestación definida, en los cuales se establece una promesa con prestaciones fijas, la cual debe ser atendida con inversiones cuyos resultados no son fijos por causa de su misma naturaleza o por el cambio permanente en el poder adquisitivo de la moneda. Se hace necesario entonces, buscar estrategias de inversión que apunten a minimizar las desviaciones entre lo prometido (portafolio pasivo) y lo obtenido (portafolio activo).

El Fondo de Solidaridad de Coomeva es un mecanismo de ahorro atípico en Colombia, ya que opera con elementos similares a los de una póliza de seguro Dotal, sin que se le considere dentro de la normatividad de las Compañías de Seguros o de los Fondos de Pensiones. En cambio, es un mecanismo de ahorro de la Economía Solidaria, creado con fundamento en el artículo 76 de la ley 79 de 1988, el cual se enmarca dentro de los servicios mutuales de una Cooperativa, lo

cual ha producido como consecuencia que la normatividad sobre el régimen de inversiones aplicable al Fondo sea diferente a la vigente para las Compañías de Seguros o para las Administradoras de Fondos de Pensiones y Cesantías más afines con la naturaleza del Fondo de solidaridad.

Los recursos de los aportes que mensualmente hacen al Fondo de Solidaridad de la Cooperativa Coomeva todos sus asociados (Actualmente son del orden de 230.000 profesionales a nivel nacional), se destinaban inicialmente en su totalidad a fondear las operaciones activas de crédito, en diversas modalidades, operadas por la sección de Ahorro y crédito de la Cooperativa y dirigidas hacia los mismos asociados. El 30 de septiembre de 2007 comenzó a operar una nueva Cooperativa denominada Coomeva Cooperativa Financiera, la cual resultó de la escisión de la unidad de Ahorro y Crédito de la Cooperativa Multiactiva, la cual se realizó para ajustar las operaciones de la Cooperativa a la normatividad financiera vigente, en cuanto al tamaño máximo del patrimonio para una Cooperativa con sección de ahorro y crédito. Los recursos destinados a Cartera de créditos se remuneran a una tasa fija, reconocida al Fondo de Solidaridad por parte de la Cooperativa Financiera. Para esta porción del portafolio, que originalmente era del 100%, y para la cual se ha fijado como objetivo a tres años, como parte de los compromisos adquiridos para la aprobación de la Cooperativa Financiera, que estos no superen el 60% de los recursos totales de inversión del Fondo, se hace necesario establecer un mecanismo de fraccionamiento en Bonos con vencimientos definidos y el estudio de la posibilidad de que sus rendimientos se liquiden a una tasa indexada a la inflación en lugar de una tasa fija, como está establecido actualmente, o se establezca un régimen de vencimientos que concuerde con las obligaciones del Fondo y así se controle el riesgo de tasa de interés que lo afecta.

La porción restante del portafolio se administra por parte de un comité de Inversiones de la Cooperativa, atendiendo a las directrices establecidas por la Superintendencia de Economía Solidaria, las cuales son bastante restrictivas, obligando a que esta fracción del portafolio se concentre en títulos de renta fija emitidos en su mayoría por el Estado Colombiano o por entidades sometidas a la vigilancia de la Superintendencia Financiera.

En un principio la totalidad de los recursos aportados por los asociados al FONDO DE SOLIDARIDAD (FS) se invertían en la cartera de créditos concedidos a los mismos asociados por la sección de Ahorro y Crédito de la Cooperativa Coomeva, la cual reconocía al Fondo una rentabilidad por tales recursos que se establecía periódicamente por parte del Consejo de Administración de la Cooperativa.

En agosto de 2002 la Superintendencia de Economía Solidaria estableció la

Reserva de Liquidez del Fondo con los siguientes parámetros:

- Como en el Reglamento del Fondo se establece que en caso de eventos catastróficos, se atenderá lo que represente como máximo el 5% de la Reserva Contable (artículo 88 acuerdo #345 del Consejo de Administración de la Cooperativa) este será en primer término el considerado para la reserva.
- Supuesto de duplicación de la siniestralidad de los resultados del año inmediatamente anterior, salvo en el auxilio por perseverancia.

Con base en los anteriores parámetros, la Superintendencia de Economía Solidaria determinó mantener como mínimo un 15% del valor de la reserva matemática del Fondo invertido en títulos de “Alta liquidez, máxima seguridad y emitidos por el gobierno o por entidades vigiladas por la Superintendencia Financiera.”

En la actualidad el 15% de la Reserva Matemática es un tope mínimo para la reserva de liquidez y su cálculo se hace con los parámetros establecidos por la Superintendencia de Economía Solidaria.

Los recursos del fondo se reparten para su inversión entre la Cooperativa Financiera y un Portafolio sujeto al riesgo del mercado. Las tasas para la remuneración de los recursos entregados a la financiera, se revisan continuamente por parte del Consejo de Administración.

La Unidad de Inversiones de la Cooperativa Multiactiva, decidió que la proporción de títulos clasificados como negociables según las normas internacionales sería del 5%, en consideración a que la mayoría de las obligaciones del Fondo de Solidaridad con los asociados son de largo plazo.

Como consecuencia de la recomendación de la Superfinanciera en comunicación de febrero de 2007 y de anotaciones de la auditoría externa contratada por el Fondo, se tiene la idea de que la tasa de interés técnico (rentabilidad real) de los activos invertidos para la elaboración de los cálculos actuariales tiende a estabilizarse alrededor del 3%.

En la actualidad se ha establecido como objetivo bajar la tasa de interés técnico para el grupo de asociados vinculados antes de 2005 al 4%, que es la cifra exigida por la Superintendencia Financiera para el cálculo de la reserva matemática de los

Fondos de Pensiones y empresas aseguradoras para Colombia.

El mecanismo exigido para la consecución del objetivo ha sido el del incremento anual diferencial para las tasas de contribución y el valor de la protección para ese grupo de asociados. Para los asociados vinculados al fondo a partir de enero de 2007 el cálculo ya se hace con el 4% de interés técnico.

Los directivos de la Cooperativa han insistido ante las autoridades de supervisión (Superintendencia de Economía Solidaria, Superintendencia Financiera y Ministerio de Hacienda) para que los recursos del Fondo de Solidaridad, diferentes de los del Fondo de Liquidez y de los usados para la Cooperativa Financiera para el fondeo de créditos, puedan destinarse a la conformación de un portafolio amplio y diversificado, similar a los que se admiten para las Administradoras de Fondos de Pensiones y Cesantías y Compañías de Seguros. Hasta el momento, dada la carencia de normatividad específica, los funcionarios de esas entidades no han mostrado disposición para abandonar la línea del menor esfuerzo, exigiendo que los recursos se inviertan en “títulos de alta liquidez y máxima seguridad”, emitidos por el sector público o por entidades vigiladas por la Superintendencia Financiera. Esta actitud perjudica a los asociados del fondo por las siguientes razones:

Aunque en apariencia, la inversión en títulos de Renta Fija hasta el vencimiento es una alternativa de bajo riesgo, se está omitiendo el riesgo de reinversión, ya que al valorar los títulos por la TIR (Tasa Interna de Retorno), se sume que la reinversión de los rendimientos de los títulos, se hará a la misma TIR de adquisición del título, lo cual puede ocasionar significativos desfases entre el resultado planeado para una inversión y el obtenido realmente. La tendencia de las normas sobre valoración de Portafolios es a tratar los Fondos de pensiones y en general los fondos de inversión, como obligados a valorar diariamente todas las inversiones. El portafolio de inversiones del fondo tiene un 78% aproximadamente clasificadas como inversiones hasta el vencimiento (tesorería, 2010)

El párrafo del artículo 1 del capítulo I de la circular 100 de 1995 incluye dentro de su ámbito de aplicación a “cualquier ente o conjunto de bienes administrados por una sociedad legalmente habilitada para el efecto, que carece de personalidad jurídica y pertenecen colectivamente a varias personas que serán sus copropietarios en partes alícuotas”. La aplicación de este párrafo al portafolio del Fondo implicaría la recomendación de clasificar todas sus inversiones en la categoría de “negociables”

Se clasifican como inversiones para mantener hasta el vencimiento, los valores y títulos y en general cualquier tipo de inversión respecto de la cual el inversionista tiene el propósito serio y la capacidad legal, contractual, financiera y operativa de

mantenerla hasta el plazo de maduración o redención.

Los valores clasificados como inversiones para mantener hasta el vencimiento, se valoran en forma exponencial a partir de la TIR calculada en el momento de la compra.

Para la porción del portafolio clasificada en la categoría “hasta el vencimiento” en la Cooperativa no se calcula actualmente el VaR (Valor en Riesgo), lo cual subestima el verdadero riesgo de mercado al cual se encuentra expuesto el Fondo de Solidaridad por el desbalance en los cambios en el valor de los portafolios activo y pasivo del mismo. Las inversiones en un bono con cupones, cuyo rendimiento hasta el vencimiento inicial iguale al rendimiento requerido por el portafolio pasivo y su vencimiento coincida con el horizonte de cumplimiento del pasivo, no garantiza que se obtenga el objetivo programado, como consecuencia del riesgo de reinversión de los cupones (FABOZZI, 2004)

Los administradores del Fondo deben conformar y administrar el portafolio activo de inversiones del Fondo de Solidaridad de Coomeva, consecuente con los objetivos propuestos por el Fondo de Solidaridad para el beneficio de sus afiliados, los cuales conjuntamente con las características de la población de asociados, definen la naturaleza del portafolio pasivo. Tratando de obtener las rentabilidades apropiadas y la garantía de su permanencia a futuro.

CAPÍTULO 3. GESTION DE PORTAFOLIOS –ESTADO DEL ARTE

3.1 MARCO TEÓRICO

La teoría moderna de portafolios, formulada originalmente en 1952 por Harry Markowitz, ha sido ampliada con desarrollos recientes sobre la asignación estratégica de activos de inversión. Uno de ellos es el principio relativo al efecto de la diversificación temporal de inversiones, el cual se refleja en una disminución relativa con respecto al riesgo de las inversiones de renta variable para horizontes de largo plazo. Este efecto fue originalmente demostrado para el caso de mercados eficientes, en los cuales las distribuciones de probabilidad para los rendimientos se consideran Idéntica e Independientemente Distribuidas (IID) y actualmente se acepta como válido, aún en los casos de rendimientos auto-correlacionados, como consecuencia de la propiedad de reversibilidad a la media que exhiben los rendimientos de la mayoría de activos de inversión disponibles en el mercado, tal como lo han comprobado en sus investigaciones recientes los profesores de la Universidad de Harvard John Campbell y Luis Viceira, junto con otros investigadores. Estos hechos pueden estudiarse con el uso de la simulación histórica y en algunos casos particulares con modelos analíticos.

El otro pilar teórico para la administración de portafolios es el concepto de estrategia de inmunización formulado también en 1952 por el actuario F.M. Reddington, de acuerdo con este principio, el diseño del portafolio activo de inversión de una Compañía de seguros o de un Fondo de Pensiones, debe hacerse de tal forma que su comportamiento ante las variaciones incontrolables en las tasas de interés del mercado sea similar al que presenta el portafolio pasivo al cual se atiende.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

En los programas de MBA se enseña el método tradicional de media varianza para la determinación del portafolio óptimo de inversión.

En la presentación que se hace a continuación de algunos modelos teóricos, estos hacen referencia a la asignación de activos y no a su selección. En otras palabras se asume que los inversionistas ya tienen conformados portafolios diversificados para cada clase de activos y enfrentan el problema de escoger las proporciones adecuadas para cada uno de tales portafolios. Adicionalmente, los modelos no se refieren a la administración activa de inversiones cuyos resultados deban evaluarse en el corto plazo comparándolos contra algún índice que se tome como referente (benchmarking)

3.2.1 conformación de portafolios con visión de corto plazo

Cuando se combinan una inversión sin riesgo y una inversión con riesgo y se trata de hacer máxima una combinación lineal de la media y la varianza de los rendimientos de la inversión con riesgo con un coeficiente positivo (1) para la media y uno negativo (-1/2) para la varianza:

$$\max_{\alpha_t} \left(E_t R_{p,t+1} - \frac{k}{2} \sigma_{p,t}^2 \right) \quad (3.1)$$

La solución a este problema de maximización es:

$$\alpha_t = \frac{E_t R_{t+1} - R_{f,t+1}}{k \sigma_t^2} \quad (3.2)$$

Lo cual indica que la participación del activo con riesgo en el portafolio es igual a la prima por riesgo del mismo, dividida por la varianza condicional de los rendimientos del activo multiplicada por el coeficiente k de aversión a la varianza. Esta solución puede extenderse para n activos y expresarse de forma matricial.

Cuando se introduce en el planteamiento del problema de optimización del portafolio, la consideración de una función de utilidad basada en la riqueza final del inversionista con forma de potencia, y el supuesto de que los rendimientos de los activos obedecen a la distribución lognormal, la solución óptima al problema tiene la misma forma general que la de la media varianza para un periodo, con la correspondiente corrección por lognormalidad.

Los supuestos anteriores tienen como fortaleza la posibilidad de estudiar el comportamiento de los rendimientos para un conjunto de periodos sucesivos, aprovechando que el producto de variables lognormales también se distribuye lognormal y además, que una función de utilidad con forma de potencia corresponde a una aversión al riesgo relativo constante, lo cual es compatible con el hecho de que en los dos siglos anteriores se han incrementado notablemente el consumo y la riqueza per cápita y ya que los riesgos financieros son multiplicativos, entonces la escala del riesgo absoluto debe también incrementarse mientras la escala relativa permanece constante. Las tasas de interés y las primas por riesgo no muestran una tendencia evidente que las relacione en el largo plazo con el crecimiento observado (CAMPBELL & VICEIRA, 2003)

3.2.2 Portafolios miopes sin rebalanceo

Si se asume la restricción de no rebalanceo del portafolio entre periodos. La solución simple para un periodo, mencionada en el numeral anterior se aplica también cuando tratamos de maximizar la función de utilidad en forma de potencia para la riqueza al final de k periodos, para los cuales suponemos rendimientos lognormales con distribuciones de probabilidad independientes e idénticas (IID) para cada periodo, con la modificación de escalar las rentabilidades y varianzas periódicas con el factor k . La aproximación necesaria para considerar el hecho de que si el rendimiento de cada uno de un conjunto de activos es lognormal, no lo es exactamente el de un portafolio conformado con ellos, no tiene una dependencia significativa del horizonte de inversión programado (BARBERIS, 2000)

En la literatura financiera existen varios artículos de los premio nobel Samuelson (1969) y Merton, en los cuales se establece bajo cuales condiciones un inversionista para el largo plazo se comportaría como si fuera miope, escogiendo el mismo portafolio óptimo que obtendría un inversionista en el corto plazo para un solo periodo. En general existen dos conjuntos de condiciones para ello:

- El inversionista tiene una función de utilidad sobre la riqueza final W_{t+1} en forma de potencia

$$U(W_{t+1}) = (W_{t+1}^{1-\gamma} - 1)/(1 - \gamma)$$

Esta función de utilidad implica que la aversión absoluta al riesgo disminuye cuando se incrementa la riqueza, y la aversión relativa es una constante γ y los rendimientos de los activos son IID.

- El inversionista tiene una función de utilidad logarítmica

$$U(W_{t+1}) = \log (W_{t+1})$$

Para defender la mayor asignación de activos con riesgo cuando se incrementa el horizonte de inversión, se incurre en una equivocación frecuente cuando el riesgo se mide en unidades de desviación estándar y no de varianza, ocurre que con rendimientos IID, la varianza del

rendimiento acumulado es proporcional al horizonte de inversión k y la desviación estándar es proporcional a la raíz cuadrada de k , lo cual implica que el ratio de Sharpe de una inversión (La prima por riesgo promedio dividida por su desviación estándar) crece a una tasa igual a la raíz cuadrada de k , lo cual implicaría que al incrementar el horizonte de inversión se genera una diversificación temporal mejorando la relación rendimiento riesgo del portafolio. La equivocación se genera cuando se compara la ratio de Sharpe para portafolios con horizontes diferentes

También hay un error cuando se afirma que existe un único portafolio óptimo de largo plazo para todos los inversionistas, el llamado Portafolio de crecimiento óptimo, el cual maximiza el valor esperado del logaritmo del rendimiento. Cuando se incrementa el horizonte de inversión, este portafolio tiene probabilidad de superar el desempeño de cualquier otro portafolio. Esto es cierto para los inversionistas con función de utilidad logarítmica, pero aquellos con una mayor aversión al riesgo, deberían poseer portafolios más conservadores considerando los eventos correspondientes a desempeño deficiente en el largo plazo

3.2.3 Función de utilidad basada en la capacidad de consumir

Más recientemente, los Economistas financieros han planteado modelos de optimización que buscan maximizar la posibilidad de realizar consumos durante el horizonte de planeación, en lugar de la maximización de la riqueza al final del horizonte. Con este planteamiento pierde relevancia la magnitud del horizonte de planeación y la solución pasa a ser dominada por las condiciones intermedias de las variables. En este caso, cuando la relación entre la cantidad destinada al consumo por periodo, con respecto al nivel de riqueza inicial en el mismo es constante, la solución óptima obtenida corresponde con la solución miope, o sea el portafolio óptimo es el mismo que se obtiene con horizonte de un periodo.

En términos generales, cuando los inversionistas poseen sólo activos financieros y se enfrentan a oportunidades de inversión constantes, o aun cuando estas sean variables pero los inversionistas tienen una relación consumo-riqueza constante, es irrelevante la longitud del periodo de planeación y los inversionistas deberían comportarse como miopes. Si estas condiciones fallan, existen motivos para explorar alternativas para la escogencia del portafolio apropiado para un inversionista con consideración de la extensión del horizonte del mismo.

3.2.4 Consideraciones sobre la inversión en bonos para portafolios con horizonte amplio

Bajo el enfoque convencional del análisis media – varianza es difícil sustentar la alta concentración en bonos de los grandes inversionistas. Bajo este enfoque, el activo libre de riesgo se asimila a los Fondos del mercado de Dinero y los bonos se tratan como un activo con riesgo, este tratamiento tiende a producir bajas participaciones de los mismos en el portafolio óptimo, debido a que el comportamiento histórico de su prima por riesgo comparada con su volatilidad es muy inferior a la de las acciones. En el mercado americano en el periodo 1952-99, la prima por riesgo promedia para los bonos del tesoro cupón cero a diez años sobre las letras a tres meses fue de 1.2% con una desviación estándar sobre su rendimiento de 11%, lo cual arroja un ratio de Sharpe anualizado de 0.11, cuando para el mismo periodo histórico las acciones mostraron una prima por riesgo de 7.7% y una desviación estándar de 16% para una ratio de Sharpe de 0.48.

Para un horizonte de largo plazo, la situación para los bonos es diferente adquiriendo estos una mayor participación en el portafolio óptimo. Para el largo plazo los fondos de alta liquidez ya no constituyen un activo libre de riesgo, ya que al considerar la necesidad de su reinversión a las tasa del mercado, las cuales pueden disminuir de forma notable.

Para un inversionista con visión de largo plazo, los bonos indexados a la inflación son menos riesgosos que la liquidez, pues al proporcionar flujos de caja con poder adquisitivo constante soportan un nivel de vida constante para sus beneficiarios.

Modelos desarrollados recientemente y aplicados con rigor estadístico con cifras del mercado americano, concluyen que siempre que exista en el mercado la disponibilidad de bonos indexados a la inflación, los portafolios para largo plazo deberían sustituir por ellos las acciones en la medida que se incremente la aversión al riesgo de los inversionistas, y en caso de que sólo se disponga de bonos nominales, los inversionistas conservadores, que no tengan expectativas de altas variaciones en las tasas de inflación deben también tener posiciones significativas en este tipo de inversión(CAMPBELL & VICEIRA, 2003).

3.2.5 Las acciones y el largo plazo

Se ha discutido mucho en la literatura financiera sobre el hecho de si en el largo plazo, las acciones son comparativamente menos riesgosas que en el

corto plazo. El planteamiento de *Jeremy Siegel*, en su conocido texto *Stocks for the long run* (SIEGEL,1998) , ha servido de inspiración a muchas campañas publicitarias de fondos de inversión sobre la posición a tomar en acciones por parte de los inversionistas de largo plazo: “En el largo plazo los rendimientos promedio de las acciones exceden a los de los bonos, lo que es poco conocido es que en el largo plazo el riesgo de las acciones es menor que el de los bonos y letras del tesoro.

El rendimiento real de las acciones es más volátil que el de los bonos en el corto plazo, pero a medida que se incrementa el horizonte de inversión, el rango para los rendimientos de las acciones se estrecha más rápido que para los activos de renta fija. Las acciones, en contraposición a los bonos o a las letras del tesoro no han presentado nunca rendimientos reales negativos para periodos de posesión de veinte o más años. Así, aunque aparentemente es más riesgoso poseer acciones que bonos, precisamente lo cierto es lo opuesto, en el largo plazo la inversión más segura es en acciones y no en bonos”.

La medida del riesgo para Siegel, es la desviación estándar de los rendimientos anualizados, la cual debe de ser proporcional a la raíz cuadrada del horizonte si los rendimientos son IID, cualquier evidencia de que el riesgo no se escale con el horizonte de esa forma, es indicio de la predictibilidad de los rendimientos de los activos. Basados en datos empíricos que muestran que los rendimientos, en exceso del libre de riesgo, de las acciones son menos volátiles cuando se calculan para largos periodos de tenencia (CAMPELL & VICEIRA,2005),lo cual es evidencia de su reversibilidad a la media, lo cual a su vez equivale al hecho de que la prima por riesgo de las acciones es variable en el tiempo, se construyó un modelo que asume la predictibilidad de las tasa de interés y de las primas por riesgo con visión de largo plazo (CAMPELL *et al*, 2003) consideró los datos reales de los activos de la economía americana, para concluir que para grados comparables de aversión al riesgo las asignaciones relativas de acciones a los portafolios óptimos son diferentes a las recomendadas según el modelo miope de un periodo que usamos tradicionalmente. La predictibilidad hace que los inversionistas conservadores sean más entusiastas hacia la adquisición de acciones, de lo que serían si los rendimientos fuesen completamente impredecibles.

Varios estudios soportan las recomendaciones de los expertos en cuanto a la mayor asignación de renta variable para las personas con mayor horizonte de inversión entre ellos podemos citar:

Un modelo de programación dinámica para asignación de activos en tiempo continuo calibrado con el uso de datos reales de la economía americana, en el cual se comprueba la consistencia entre las recomendaciones y los resultados del modelo (MUNK. S , 2004).

Un modelo dinámico con solución analítica para un inversionista en acciones de crecimiento, acciones de valor, bonos y libre de riesgo. Se asume un modelo VAR (vectorial autorregresivo) para la dinámica de las variables (JUREK &VICERA, 2010).

Un modelo de control óptimo parametrizado con el supuesto de que los rendimientos de los activos varían aleatoriamente de acuerdo al comportamiento aleatorio de tres variables de estado (BRENNAN *et al.*, 1997)

3.2.6 Variaciones temporales en la volatilidad

La volatilidad de las acciones tiende a incrementarse cuando los precios bajan creando una demanda negativa para una cobertura intertemporal. Sin embargo, las evidencias empíricas muestran que este efecto es mínimo si se compara con la reversión a la media de los rendimientos esperados, debido a que los saltos en volatilidad suelen ser transitorios

3.2.7 Capital humano y capital financiero

Los ingresos laborales tienen un significativo efecto sobre la asignación estratégica de activos. Un flujo futuro apreciable de ingresos laborales, es equivalente a la tenencia de una apreciable cantidad del activo sin riesgo, lo cual hace que la solución óptima de inversión desplace la tenencia de activos sin riesgo hacia activos con riesgo. Solo cuando el ingreso laboral sea altamente riesgoso y correlacionado con el rendimiento de los activos con riesgo, la solución apunta a disminuir los activos con riesgo, incrementando los activos financieros de bajo riesgo. Las obligaciones a atender por parte del inversionista tienen el efecto contrario, o sea se comportan como si fuesen ingresos laborales negativos. Estos resultados tienen consecuencias sobre el comportamiento de los inversionistas durante su ciclo vital. Una persona inicia su vida laboral con poco capital financiero, de forma que cuando sus ingresos aumentan su capital humano puede superar a su capital financiero, llegando posteriormente el momento en el cual el capital financiero comienza a acumularse más rápido que el capital humano. Lo anterior implica que las persona jóvenes deben concentrar sus portafolios fundamentalmente en acciones para luego, a

medida que envejecen, desplazarlos hacia inversiones más seguras.

La teoría moderna de asignación de activos para el largo plazo sugiere que la práctica común de requerir que los fondos de pensiones mantengan una alta participación en bonos del gobierno remunerados a tasas nominales y de largo plazo, más depósitos de alta liquidez no es lo que más favorece a los partícipes del fondo, práctica que debe reconsiderarse aunque el objetivo sea suministrar a los inversionistas opciones de bajo riesgo. Los bonos de largo plazo indexados a la inflación protegen a los inversionistas de caídas en las tasas, ya que su precio se ajusta de manera inversa a los movimientos de las tasas reales (VICEIRA, 2010).

La diversificación internacional con una apropiada cobertura en las divisas, debería tener un impacto positivo en la mejora de la relación rentabilidad riesgo en la asignación de acciones. La diversificación internacional puede ser mayor para los inversionistas de los países en desarrollo ya que las acciones locales están sujetas a un alto riesgo específico del país, la mayoría se concentran en pocos sectores, lo cual puede disminuirse con diversificación internacional. Una de las decisiones a tomar cuando se opta por la diversificación internacional es la porción a cubrir de la exposición a la moneda externa. La práctica de una cobertura total sólo es óptima cuando los rendimientos en exceso de los activos internacionales no están correlacionados con los rendimientos de la moneda. Si la correlación es negativa la exposición a la tasa de cambio puede contribuir a disminuir la exposición al portafolio (VICEIRA, 2010).

Algunos autores recomiendan algunos procedimientos para sincronizarse en el largo plazo (varios años) con el mercado accionario, considerando lo “barato” o “caro” de las acciones medido con la evolución de indicadores tales como: la RPG, el yield por dividendos, el ratio de precio de mercado a valor en libros (Q de Tobin en nuestro medio) o aún el promedio móvil del precio, lo cual tiene un importante papel con respecto a la obtención de resultados superiores al promedio en términos de rendimiento sobre la inversión (STEIN & DEMUTH, 2003)

3.3 RESUMEN DE INNOVACIONES EN EL DISEÑO DE FONDOS DE PENSIONES

En el pasado reciente los inversionistas institucionales, los reguladores y los académicos han propuesto cambios para aplicar a los planes de pensiones de Contribución definida, orientados a tratar de resolver los dos problemas

principales de estos sistemas: contribuciones insuficientes y diversificación y balanceo no óptimos.

Entre las propuestas hay dos que han sido especialmente exitosas, después del establecimiento en los Estados Unidos de Norteamérica del acto para la protección de las pensiones de 2006, el cual se constituye en un soporte legal para ser acogido por los planes de pensiones de contribución definida:

Una de ellas es la adopción de cláusulas automáticas en los planes según la propuesta de Thaler y Benartzy (2004) en su programa "Save More Tomorrow". La otra es la adopción de los planes de los fondos que ofrecen a los inversionistas un rebalanceo automático con diversificación entre varias clases de activos. De estos existen dos tipos:

De estilo de vida o balanceados y los Fondos de Ciclo de vida. Los primeros son fondos que automáticamente re-balancean el portafolio apuntando a una mezcla de inversiones cuyas participaciones relativas permanecen constantes en el tiempo. Por ejemplo, en un fondo con una mezcla 60% en acciones y 40% en renta fija, periódicamente se realiza la venta parcial del activo con mejor desempeño en el periodo, los recursos obtenidos se destinan a aumentar la participación en el activo de menor desempeño, con el fin de ajustar las participaciones a su valor objetivo. Las empresas administradoras de fondos ofrecen una variedad de estos fondos, cada uno con una mezcla objetivo diferente. Los inversionistas deben escoger aquel fondo que mejor se adapte a su edad y tolerancia al riesgo (este es el caso de los multi-fondos recientemente adoptados en la normatividad colombiana).

Los fondos de ciclo de vida, también denominados TDF (Target date funds) se balancean así mismo, hacia una mezcla objetivo para los activos, la diferencia está en que la mezcla no permanece constante sino que se hace más conservadora a medida que se acerca una fecha previamente definida (target date). Por ejemplo, un fondo de ciclo de vida con fecha objetivo 2045 y un intervalo de ajuste de 5 años, podría iniciar con una mezcla objetivo de 80% en acciones y 20% en bonos. El fondo re-balancea su portafolio hacia el primer objetivo durante los primeros cinco años, al finalizar este primer periodo el nuevo objetivo cambia a 75% acciones y 25% bonos. Cada cinco años la participación objetivo en acciones decrece 5% y la de bonos se incrementa en el mismo porcentaje. En 2045 la mezcla deberá ser 45% en acciones y 55% en bonos, la cual se estabiliza de ahí en adelante. Las compañías administradoras ofrecen una variedad de fondos que difieren en su fecha objetivo, los fondos con fecha más próxima tienen objetivos de participación más conservadores. Los inversionistas deberían escoger su fondo de forma que la fecha objetivo del mismo sea lo más cercana posible a su retiro laboral. Estos fondos han sido ampliamente acogidos en los Estados Unidos, especialmente después de

que el departamento del trabajo de ese país ha calificado la adopción de estos fondos como una estrategia prudente de inversión en los planes de contribución definida. La teoría moderna de asignación de activos para el largo plazo, proporciona soporte a la práctica de las dos clases de fondos. Sin embargo, algunos autores argumentan que los fondos de ciclo de vida corresponden a una estrategia de asignación de activos más apropiada desde el punto de vista de los aportantes asalariados (VICEIRA, 2010).

3.4 ESTRATEGIAS PARA OPTIMIZAR LA VINCULACIÓN ENTRE ACTIVOS Y PASIVOS

La inmunización de un portafolio de inversiones en instrumentos de renta fija, se define con el establecimiento de una tasa mínima de rendimiento del mismo para un determinado horizonte. Alternativamente, puede establecerse la consecución de un resultado mínimo para el valor del portafolio al finalizar el horizonte establecido. La inmunización para múltiples periodos, permite fijar anticipadamente el rendimiento para un horizonte de varios periodos, tal como lo requiere el pago periódico de flujos a ser atendido por los fondos de pensiones.

La estrategia de inmunización se atribuye al actuario F.M. Reddington, quien en 1952 la definió como: “La inversión de activos de forma tal que los negocios se hagan inmunes a un cambio general en las tasa de interés”. Posteriormente, Lawrence Fisher y Roman Weil definieron de la siguiente forma a un portafolio inmunizado: “Para un determinado periodo de posesión un portafolio de inversión está inmunizado si su valor al finalizar el periodo, independientemente de la trayectoria seguida por las tasas durante el periodo, es al menos igual al que se obtendría si las tasas de interés permanecen constantes durante el periodo en cuestión. Si el rendimiento obtenido sobre la inversión es con seguridad, de al menos el obtenido con los intereses vigentes al comienzo del periodo, entonces la inversión está inmunizada. Fisher y Weil demostraron que para lograr la inmunización, la duración media ponderada del portafolio de activos debería igualarse con el horizonte de planeación y el valor de mercado de los mismos, debe ser mayor o igual que el valor presente de los pasivos descontados a la tasa de rendimiento establecida (FABOZZI, 2004).

La forma más elemental de obtener un portafolio inmunizado, sería invertir en un bono cupón cero con plazo igual al de la obligación a atender. Sin embargo, por la dificultad de obtener cupones cero con los rendimientos

suficientes para atender las obligaciones, puede intentarse la inmunización con un portafolio de bonos compuestos, en este caso se deben cumplir las siguientes condiciones (FABOZZI, 2004).

- La duración del portafolio de bonos igual al plazo de la obligación
- El valor de mercado de los activos es por lo menos igual al valor presente de la obligación
- Debido a que la escogencia del horizonte igual a la duración, sólo funciona cuando los cambios en la curva de tasas impliquen movimientos paralelos de la misma Fong y Vasiseck (1984) demostraron que el riesgo de no lograr el objetivo, se minimiza haciendo lo menor posible el valor de:

$$M^2 = \frac{\sum(t_i - D)^2 VP(FC_i)}{\sum VP(FC_i)} \quad (3.1)$$

Objetivo que puede conseguirse, planteando un programa de optimización lineal para la conformación del portafolio de bonos.

La medida anterior, se denomina dispersión de los flujos de caja y toma su valor más bajo cuando el portafolio consta de sólo un bono cupón cero, incrementándose cuando los flujos de caja del activo se encuentran más dispersos

A medida que el tiempo transcurre, el portafolio inmunizado debe rebalancearse, de forma que su duración se haga igual al plazo restante para la atención del pasivo.

El rendimiento objetivo de un portafolio inmunizado, depende del nivel de las tasas cuando se inicia el proceso, razón por la cual la estrategia debe establecerse cuando las tasas se encuentren en niveles aceptables para el portafolio pasivo.

La desviación estándar de los rendimientos de un portafolio inmunizado, será muy inferior a la de uno sin inmunización para un determinado horizonte, bien sea que las desviaciones se midan con respecto a un valor promedio o con referencia a un rendimiento mínimo requerido (FABOZZI, 2004).

3.4.1 La dedicación

Existen estrategias más refinadas que la inmunización, un ejemplo de ellas es la dedicación, la cual programa una estricta coincidencia de los flujos de caja de activos y pasivos para periodos mensuales. En general, no conviene usar para un programa de este tipo bonos con opciones incluidas de prepago o de redención anticipada. Después de determinar el plan de las obligaciones se requiere establecer restricciones para sector, calificación, emisor y monto. Cuando se presenta algún “default” en los títulos escogidos se hace necesario recomponer el portafolio. Para la determinación del portafolio óptimo se usan tres procedimientos: Paso por paso, programación lineal y programación entera, esta última es la más eficiente en la determinación de la solución apropiada. Al optimizar el portafolio se logra un bajo riesgo de reinversión y se obtiene la rentabilidad prevista en el momento de diseñar el programa de inversión, la cual debe ser superior a la tasa usada para los cálculos actuariales.

La estrategia de dedicación puede también revisarse periódicamente para determinar la posibilidad de obtener generación de caja, al conseguir disminuir el costo de la conformación del portafolio óptimo.

En la estrategia de dedicación se debe considerar una tasa de reinversión de corto plazo para los fondos sobrantes en caja, Con el paso del tiempo y el cambio consecuente en las variables del mercado, es posible que el portafolio óptimo cambie, por lo que puede ocurrir que se dé una liberación del valor invertido en el portafolio activo sin que se deteriore la dedicación. La dedicación puede acompañarse de un estrategia activa alterando la duración del portafolio en función de las expectativas sobre la variación de las tasas de interés.

3.4.2 Balanceo de portafolios para diferentes periodos

El portafolio activo debe re-balancearse cada que se viola una de las tres condiciones mencionadas anteriormente para la inmunización. En un portafolio multi-periodo, las duraciones tienden a apartarse cada que se atiende un pasivo. Un ejemplo puede ser el siguiente: Un portafolio pasivo formado por dos deudas: una deuda de 10 millones a un mes y una deuda a 10 años de 10 millones, la duración de los pasivos es 5. Dentro de un mes cuando se cancele el pasivo más próximo, la duración del pasivo será de 9 años y 11 meses alejándose de la duración del activo.

3.4.3 Aplicación de la inmunización

La inmunización multi-periodo se usa para el fondeo de un plan de desembolsos esperados, con el propósito de atender planes de beneficio definido. Haciendo coincidir la duración de un portafolio inmunizado con la de las obligaciones, es posible fijar las tasas vigentes en un momento dado en el mercado, evitando el efecto de tener que disminuir el rendimiento en los cálculos actuariales y aumentar las contribuciones cuando se presentan bajas en las tasas de interés

3.4.3.1 Modalidades de inmunización

Existen varias oportunidades para mejorar las estrategias de inmunización, tales como: Inmunización contingente, inmunización con futuros, opciones o swaps y la inmunización estocástica.

La más usada es la COMBINATION – MATCHING la cual consiste en adicionar a la inmunización convencional, la obligación de hacer corresponder los flujos de caja del activo y el pasivo para el futuro más próximo (usualmente para los próximos 5 años).

La principal ventaja de esta estrategia está en el hecho de que los cambios mayores en la curva YIELD, en cuanto a cambios bruscos en su pendiente se dan en el tramo corto de la curva, reduciendo el riesgo de las discrepancias con respecto al supuesto de cambios paralelos en la misma, implícito en la igualdad de duraciones.

Una variante a la inmunización es la inmunización contingente, la cual es una mezcla con una estrategia activa de gestión de portafolio, con un piso para el rendimiento correspondiente al horizonte definido. El piso es una tasa superior a la inmunizada y en caso de que los movimientos del mercado ocasionen la violación del rendimiento mínimo, se procede a la inmunización de inmediato con el fin de garantizar el rendimiento mínimo para el horizonte restante.

La inmunización puede conseguirse usando contratos de futuros para replicar la sensibilidad a las tasas de un portafolio inmunizado. Las opciones también pueden mejorar el desempeño de portafolios inmunizados.

Como puede concluirse de lo expuesto anteriormente, los desarrollos teóricos muestran que la estrategia apropiada a seguir, para obtener un mejor desempeño de los portafolios, debe considerar el horizonte disponible para la inversión y la presencia de activos cuya prima por riesgo para su rentabilidad se comporta con reversibilidad a la media, asignando mayor participación en dichos activos entre mayor sea el plazo de la inversión, por el hecho de que la estructura temporal de las volatilidades de tales activos resulta descendente al incrementar el horizonte. Esto favorece, como lo muestran consistentemente los autores citados, la idea de incluir una proporción alta y descendente con el tiempo de activos de renta variable en el portafolio, con el propósito de evitar el deterioro de la rentabilidad real en el largo plazo.

Adicionalmente, las estrategias de inmunización y dedicación contribuyen a la disminución de la volatilidad del portafolio y así evitar el descalce entre los rendimientos reales necesarios según los estudios de los actuarios y los efectivamente obtenidos de las inversiones.

En la actualidad se administra un sólo portafolio para el fondo con una mínima participación en activos de renta variable y sin considerar el horizonte de liquidación para cada grupo de asociados, tratando de disminuir la exposición al riesgo de tasa de interés invirtiendo en alternativas a plazos no muy largos para mantener una duración baja a cambio de menor rentabilidad de tales inversiones. Existe un control cuidadoso de cupos por emisor para dosificar el riesgo de crédito, sin embargo el riesgo de mercado tiene un control incompleto por medio de la medida del VaR, en la cual no se incluye la mayoría del portafolio por haberlo clasificado en la categoría “hasta el vencimiento”, procedimiento que pasa por alto el riesgo de reinversión. La situación actual puede ser objeto de un plan de mejoramiento con la inclusión paulatina de acciones que tengan en cuenta los conceptos expuestos anteriormente.

CAPÍTULO 4. METODOS ECONOMETRICOS

En esta sección se describe el uso de tres procedimientos econométricos para explorar el comportamiento en el tiempo del exceso de la rentabilidad real sobre la libre de riesgo, ofrecida por inversiones en acciones en Colombia. La detección de un comportamiento reversible a la media afianza la justificación para incrementar la participación de las acciones en los portafolios con horizontes de largo plazo. La reversibilidad a la media implica algún grado de predictibilidad de los rendimientos futuros con base en los valores de la rentabilidad de las mismas acciones en periodos anteriores y en los valores de otras variables de la economía que presenten algún nivel de poder de predicción para las acciones. Los modelos de predicción entre los cuales se encuentran además de los autorregresivos los de redes neuronales, suavización exponencial, etc. Pretenden en su mayoría ofrecer pautas para que los inversionistas se sincronicen con el mercado y obtengan de esta forma rendimientos superiores al del promedio de los inversionistas. En este trabajo el objetivo de la determinación del patrón de reversibilidad a la media no plantea tal objetivo. Su propósito es la determinación de una estructura temporal para la relación rentabilidad riesgo a partir de las varianzas y covarianzas condicionales de los activos de inversión, la cual puede usarse para la asignación estratégica de activos cuando el horizonte del inversionista no es de corto plazo sino que se extiende varios años hacia el futuro.

4.1 MODELOS VECTORIALES AUTORREGRESIVOS

Para esta parte del trabajo se usó como referencia el trabajo de John Campbell y Luis Viceira sobre la determinación de una estructura temporal para la relación de intercambio rentabilidad riesgo (CAMPELL & VICEIRA, 2005). Los modelos vectoriales autorregresivos (VAR), fueron adoptados en la econometría por C.A. Sims (1980), como una generalización de los modelos autorregresivos de una variable. Campbell y Viceira construyeron la estructura temporal para el intercambio rentabilidad riesgo de varios activos usando un modelo VAR (1) homocedástico. El modelo consideró el comportamiento temporal de los activos, especificando los activos bajo consideración más algunas variables que contribuyan a la formación de expectativas sobre los rendimientos futuros de tales activos. El vector columna Z_{t+1} tiene como elementos los rendimientos de los activos bajo consideración y los valores para las variables de estado en $t+1$, el vector se expresa:

$$Z_{t+1} = \begin{bmatrix} r_{0,t+1} \\ r_{t+1} - r_{0,t+1} \\ S_{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{0,t+1} \\ X_{t+1} \\ S_{t+1} \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

En donde:

$r_{0,t+1}$: es el rendimiento logarítmico (compuesto continuo) en exceso de la inflación, del activo que se usará como benchmarking.

X_{t+1} : es un vector de los rendimientos continuos en exceso sobre el benchmarking de los demás activos considerados.

S_{t+1} : es un vector con los valores realizados de las variables de estado

El supuesto fundamental de un modelo VAR(1) es el de que cada una de las variables $z_{i,t+1}$ incluida en Z_{t+1} depende linealmente de una constante, de su valor en el periodo t, del valor en t de todas las demás variables en Z_{t+1} y de un choque aleatorio $v_{i,t+1}$, o sea:

$$Z_{i,t+1} = \Phi_0 + \Phi_1 Z_{1,t} + \dots + \Phi_i Z_{i,t+1} + \dots + v_{i,t+1} \quad (4.2)$$

Colocando juntas todas las ecuaciones, el modelo VAR (1) puede expresarse:

$$Z_{t+1} = \Phi_0 + \Phi_1 Z_t + V_{t+1} \quad (4.3)$$

Con Φ_0 como vector de interceptos, Φ_1 es una matriz cuadrada formada por los coeficientes para cada variable en cada ecuación y V_{t+1} es un vector de choques con media cero y para los cuales se asume una distribución normal

$$V_{t+1} \sim^{i.i.d} N(0, \Sigma_v) \quad (4.4)$$

En donde Σ_v es la matriz de varianzas y covarianzas de los choques en cada periodo i, la cual se asume no varía con el tiempo, suposición que no afecta a los inversionistas con horizonte de largo plazo (la evidencia empírica ha establecido que los cambios en el riesgo obedecen a variaciones en el corto plazo, siendo irrelevantes en el largo plazo) Chako y Viceira (1999), Campbell y Viceira (1999).

A continuación, se presentan las expresiones para las medias condicionales y la matriz de varianza-covarianza condicional para $(Z_{t+1} + Z_{t+2} + \dots + Z_{t+k})$ y para cualquier horizonte k . Estos valores tienen importancia para el análisis de portafolios con horizonte k por ser los rendimientos de los activos un subconjunto de elementos del vector Z_{t+k} y el rendimiento continuo acumulado para k periodos es la suma de los rendimientos para cada uno de los k periodos considerados (CAMPELL & VICEIRA, 2004)

$$E_t(Z_{t+1} + Z_{t+2} + \dots + Z_{t+k}) = [\sum_{i=0}^{k-1} (k-i) \Phi_1^i] \Phi_0 + [\sum_{j=1}^k \Phi_1^j] Z_t \quad (4.4)$$

$$\begin{aligned} Var_t(Z_{t+1} + Z_{t+2} + \dots + Z_{t+k}) &= \Sigma_v + (I + \Phi_1) \Sigma_v (I + \Phi_1)' \\ &+ (I + \Phi_1 + \Phi_1 \Phi_1) \Sigma_v (I + \Phi_1 + \Phi_1 \Phi_1)' + \dots \\ &+ (I + \Phi_1 + \dots + \Phi_1^{k-1}) \Sigma_v (I + \Phi_1 + \dots + \Phi_1^{k-1})' \end{aligned} \quad (4.5)$$

Los inversionistas que usan el modelo VAR (1) para pronosticar rendimientos tienen una percepción de la relación rentabilidad riesgo diferente de la que tiene un inversionista con el enfoque tradicional para estimar la rentabilidad esperada. El inversionista con la aproximación VAR (1) tiene para cada periodo una expectativa diferente para la rentabilidad estimada, con base en el cambio de las variables de estado. Esta expectativa cambiante se denomina una “esperanza condicional”. Adicionalmente el inversionista VAR (1) mide el riesgo de cada activo por la varianza relativa a su esperanza condicional y no a la esperanza incondicional. Aun bajo el supuesto de Homocedasticidad (varianza condicional constante) como se asume en este trabajo, esta varianza es diferente de la varianza no condicional. El inversionista VAR (1) asume que una porción de la volatilidad no condicional para cada activo es predecible, y por lo tanto no cuenta como riesgo, razón por la cual la varianza condicional es menor que la incondicional

Para reproducir el modelo usado como referencia, se usó como apoyo el Software Eviews y una rutina programada en Matlab, para el cálculo de la varianza condicional para un horizonte de inversión k . Con datos del mercado americano, se obtuvo por parte de Campbell y Viceira los resultados para las siguientes seis variables usando datos trimestrales entre el primer trimestre de 1952 y el último de 2002:

Rendimiento real continuo de las letras del tesoro americano a 90 días (T-bill)
Rendimiento real continuo de un portafolio de acciones NYSE, NASDAQ y AMEX
Rendimiento real continuo de un bono del tesoro a 5 años
Rendimiento nominal continuo de las letras del tesoro a 90 días
Yield por dividendos continuo de las acciones NYSE, NASDAQ y AMEX
Spread continuo de bonos a 5 años con respecto a las T-bill a 90 días

La matriz de coeficientes o Φ_1 obtenida en el modelo VAR(1) es la siguiente:

	MATRIZ DE COEFICIENTES PARA MODELO VAR(1) CAMPBELL-VICEIRA					
	T-BILL RATE	STOCK EXCESS	BOND EXCESS	NOMINAL T-BILL	DIVIDEND YIELD	YIELD SPREAD
T-BILL RATE	0.4029	0.0009	0.0002	0.2597	-0.0013	0.3999
STOCK EXCESS	1.0536	0.0268	0.3796	-2.1044	0.0549	-0.1348
BOND EXCESS	-0.1088	-0.0568	-0.0686	0.3706	-0.0039	3.1252
NOMINAL T-BILL	-0.0023	0.005	0.0027	0.9539	0.0003	0.0961
DIVIDEND YIELD	-1.2428	-0.0157	-0.3753	1.3617	0.9613	-0.3787
YIELD SPREAD	0.0041	-0.0015	0.0029	0.0217	-0.0001	0.7596

Tabla 1 Matriz de coeficientes para modelo VAR(1) CAMPBELL-VICEIRA

La matriz de covarianza para los residuales obtenida por Campbell-Viceira es la siguiente:

	MATRIZ COVARIANZAS RESIDUALES PARA MODELO VAR(1) CAMPBELL-VICEIRA					
	T-BILL RATE	STOCK EXCESS	BOND EXCESS	NOMINAL T-BILL	DIVIDEND YIELD	YIELD SPREAD
T-BILL RATE	3.21489E-05	0.000101048	5.44305E-05	-4.98665E-06	-0.000103366	1.39459E-06
STOCK EXCESS	0.000101048	0.00650281	0.000258041	-2.05245E-05	-0.006480251	2.08051E-06
BOND EXCESS	5.44305E-05	0.000258041	0.000723072	-5.11609E-05	-0.000309954	6.79887E-06
NOMINAL T-BILL	-4.98665E-06	-2.05245E-05	-5.11609E-05	6.3504E-06	2.71933E-05	-3.26814E-06
DIVIDEND YIELD	-0.000103366	-0.006480251	-0.000309954	2.71933E-05	0.006683063	-5.90562E-06
YIELD SPREAD	1.39459E-06	2.08051E-06	6.79887E-06	-3.26814E-06	-5.90562E-06	2.9584E-06

Tabla 2 matriz covarianzas residuales para modelo VAR(1) CAMPBELL-VICEIRA

Al aplicar el modelo matricial descrito anteriormente, se obtiene la estructura temporal para el riesgo de la rentabilidad real de una inversión en T-bill, en acciones o en un bono del tesoro representada en la siguiente gráfica:

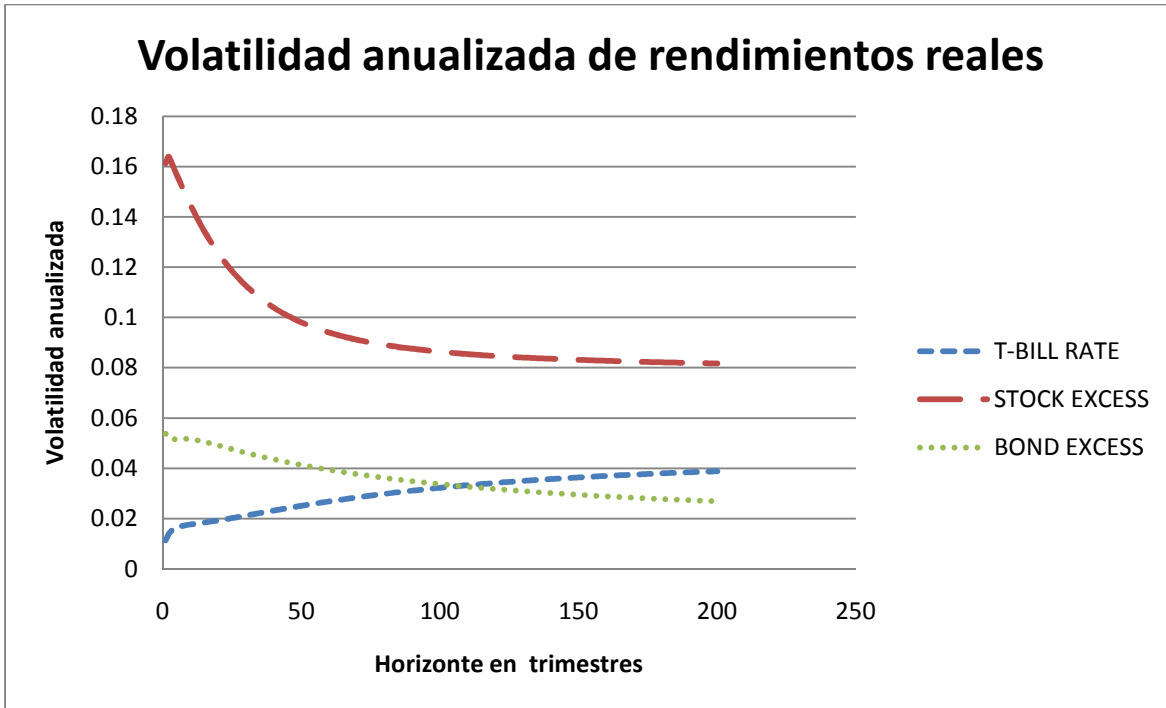


Figura 1 Volatilidad anualizada de rendimientos reales según modelo VAR(1) CAMPBELL-VICEIRA

Como puede apreciarse la volatilidad condicional de la inversión en acciones americanas disminuye desde un 16% en el corto plazo hasta prácticamente la mitad cuando el horizonte de inversión es de 25 o más años. La volatilidad condicional de la rentabilidad real de la inversión en un bono a 5 años también disminuye con el horizonte. En contraste la rentabilidad real de la inversión en letras del tesoro se hace más volátil al aumentar el horizonte de inversión.

Este resultado implica que la conformación de un portafolio óptimo para asignar activos, tendrá una proporción mayor de acciones en la medida en que el periodo de recomposición del mismo se haga mayor. La razón fundamental para esto es la reversibilidad a la media de la rentabilidad de las acciones, la cual tiene algún grado de predictibilidad usando como variables de estado la tasa nominal de interés de corto plazo, el yield por dividendos de

las acciones y el diferencial de tasas entre un bono a 5 años y una letra del tesoro a 90 días.

Para la aplicación del modelo VAR (1) al mercado colombiano no fue posible obtener el yield por dividendos histórico del IGBC para un periodo histórico que proporcione una muestra de por lo menos un plazo igual al del horizonte que se desea analizar, ni tampoco el diferencial de tasas entre la de corto plazo y la de un bono a 5 años, lo cual hubiese permitido chequear las cifras en el mercado colombiano.

De todas maneras el modelo se usó para tres conjuntos de datos históricos en el mercado Colombiano, sin haber obtenido resultados satisfactorios en cuanto a la determinación de la estructura temporal de la volatilidad para diferentes activos del mercado colombiano. A continuación se presentan los resultados de cada uno con un breve análisis de los mismos:

4.1.1 Conjunto de datos 1

Se estudiaron las siguientes variables, a partir de una muestra de datos mensuales obtenidos desde enero de 1988 hasta junio de 2010:

El rendimiento real continuo de la tasa DTF

El rendimiento continuo en exceso sobre la DTF real continua del índice IGBC¹

La tasa continua nominal DTF

La tasa nominal continua del índice S&P-500 convertida a pesos colombianos con la tasa TRM

La tasa nominal continua del rendimiento del oro convertida a pesos con la TRM

Los resultados obtenidos para el modelo VAR(1) se presentan a continuación:

¹ Para el periodo anterior a julio de 2001 se usó la rentabilidad del índice de la Bolsa de Medellín

Vector Autoregression Estimates					
	Date: 08/04/10 Time: 10:28				
	Sample (adjusted): 1988M02 2010M06				
	Included observations: 269 after adjustments				
	Standard errors in () & t-statistics in []				
	DTFREAL	EXCESOIGBC	DTFNOMINAL	SPNOMINAL	ORONOMINAL
DTFREAL(-1)	0.629545	0.253315	-0.01521	0.107762	0.539773
	-0.04616	-0.69588	-0.00629	-0.41436	-0.42413
	[13.6395]	[0.36402]	[-2.41742]	[0.26007]	[1.27266]
EXCESOIGBC(-1)	-0.012575	0.292115	-0.002017	-0.04666	-0.030584
	-0.00391	-0.0589	-0.00053	-0.03507	-0.0359
	[-3.21893]	[4.95962]	[-3.78657]	[-1.33043]	[-0.85196]
DTFNOMINAL(-1)	0.083495	-0.598297	0.999717	1.692655	0.02197
	-0.04297	-0.64786	-0.00586	-0.38577	-0.39486
	[1.94306]	[-0.92350]	[170.667]	[4.38774]	[0.05564]
SPNOMINAL(-1)	-0.002971	0.22941	0.00065	-0.113239	-0.176903
	-0.00699	-0.1054	-0.00095	-0.06276	-0.06424
	[-0.42497]	[2.17661]	[0.68161]	[-1.80432]	[-2.75382]
ORONOMINAL(-1)	0.00171	-0.241234	0.000463	0.089569	-0.007661
	-0.00676	-0.10191	-0.00092	-0.06068	-0.06211
	[0.25298]	[-2.36723]	[0.50286]	[1.47609]	[-0.12334]
C	0.000373	0.018234	3.83E-06	-0.01219	0.011458
	-0.0007	-0.01053	-9.50E-05	-0.00627	-0.00642
	[0.53446]	[1.73087]	[0.04018]	[-1.94330]	[1.78458]
R-squared	0.481136	0.109394	0.992144	0.086161	0.038535
Adj. R-squared	0.471271	0.092462	0.991995	0.068787	0.020256
Sum sq. resids	0.007584	1.723945	0.000141	0.61125	0.640409
S.E. equation	0.00537	0.080962	0.000732	0.048209	0.049346
F-statistic	48.77527	6.460919	6642.798	4.959349	2.108188
Log likelihood	1027.38	297.5435	1563.435	437.0017	430.7339
Akaike AIC	-7.593903	-2.167609	-11.57944	-3.204474	-3.157873
Schwarz SC	-7.513724	-2.08743	-11.49926	-3.124294	-3.077694
Mean dependent	0.003762	0.014851	0.014842	0.012311	0.011028
S.D. dependent	0.007385	0.084987	0.008182	0.049958	0.049853

Tabla 3 Parámetros del modelo VAR(1) para el conjunto de datos 1

Covarianza residuales					
	DTFREAL	EXCESOIGBC	DTFNOMINAL	SPNOMINAL	ORONOMINAL
DTFREAL	2.88E-05	-4.36E-05	8.03E-07	-8.73E-06	-1.68E-05
EXCESOIGBC	-4.36E-05	6.55E-03	-8.15E-06	-1.94E-04	-1.50E-05
DTFNOMINAL	8.03E-07	-8.15E-06	5.36E-07	-3.20E-06	5.83E-07
SPNOMINAL	-8.73E-06	-1.94E-04	-3.20E-06	0.002324145	0.000535402
ORONOMINAL	-1.68E-05	-1.50E-05	5.83E-07	0.000535402	0.002435015

Tabla 4 Covarianzas de residuales para modelo VAR(1) del conjunto de datos 1

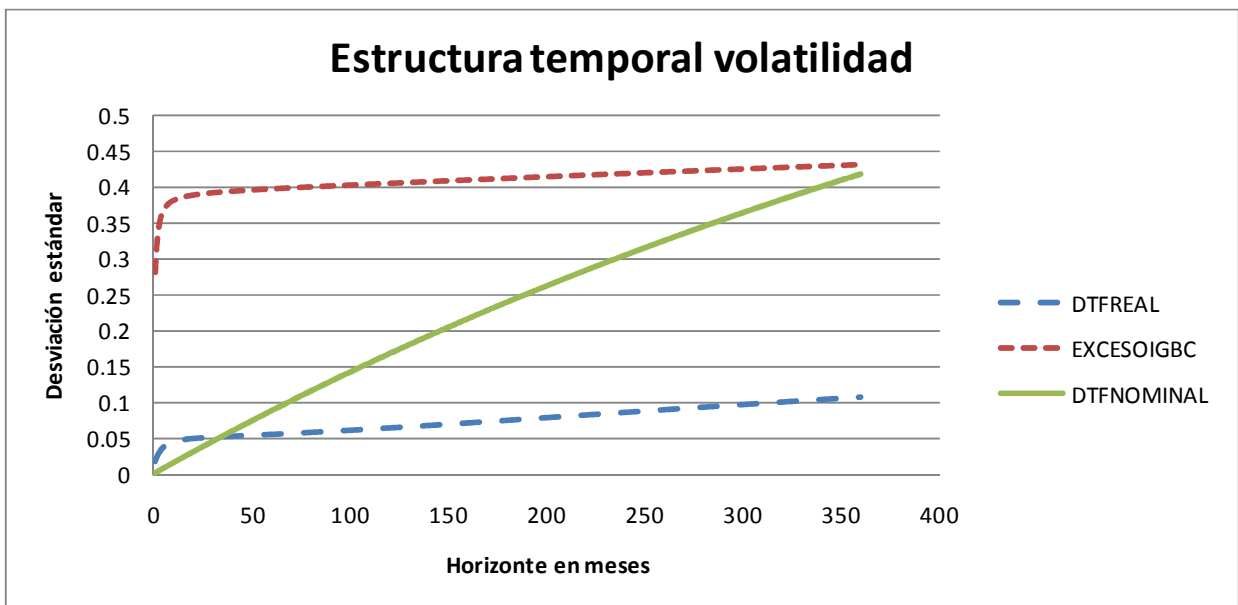


Figura 2 Estructura temporal para volatilidades para modelo VAR(1) del conjunto de datos 1

De la información anterior, se concluye que las variables de estado escogidas para obtener algún grado de predicción del valor de las rentabilidades en el mercado colombiano muestran un bajo nivel de significancia y producen sobre la volatilidad un incremento con el horizonte de tiempo, indicando aversión a la media de las rentabilidades, en lugar de la esperada reversión que se observa para las acciones y los bonos en el mercado norteamericano

4.1.2 Conjunto de datos 2

Se estudiaron las siguientes variables, a partir de una muestra de datos mensuales obtenidos desde junio de 2001 hasta junio de 2010:

El rendimiento real continuo de la tasa DTF

El rendimiento continuo en exceso sobre la DTF real continua del índice IGBC

El rendimiento continuo en exceso sobre la DTF real continua del índice IDP²

La tasa continua nominal DTF

La tasa nominal continua del índice S&P-500 convertida a pesos colombianos con la tasa TRM

La tasa nominal continua del rendimiento del oro convertida a pesos con la TRM

Los resultados del modelo VAR (1) se presentan a continuación:

² El índice de deuda pública de la Corporación Financiera Colombiana

Vector Autoregression Estimates						
Date: 08/06/10 Time: 14:56						
Sample (adjusted): 2001M06 2010M06						
Included observations: 109 after adjustments						
Standard errors in () & t-statistics in []						
	DTFREAL	EXCESOIGBC	EXCESOIDP	DTFNOMINAL	SPNOMINAL	ORONOMINAL
DTFREAL(-1)	0.65385	0.284341	0.186739	-0.003256	-0.341753	2.705804
	-0.07482	-1.86218	-0.57061	-0.00527	-1.33546	-1.48252
	[8.73950]	[0.15269]	[0.32726]	[-0.61766]	[-0.25591]	[1.82514]
EXCESOIGBC(-1)	0.000739	0.080781	0.004021	-0.000256	0.008522	0.005813
	-0.00376	-0.09365	-0.02869	-0.00027	-0.06716	-0.07455
	[0.19653]	[0.86263]	[0.14013]	[-0.96621]	[0.12689]	[0.07797]
EXCESOIDP(-1)	0.005624	0.800475	0.170749	-0.003479	-0.005626	-0.164755
	-0.01389	-0.34579	-0.10596	-0.00098	-0.24798	-0.27529
	[0.40479]	[2.31493]	[1.61150]	[-3.55464]	[-0.02269]	[-0.59848]
DTFNOMINAL(-1)	0.219837	-3.403255	1.971299	0.989724	-4.76132	-1.98293
	-0.19234	-4.78739	-1.46695	-0.01355	-3.43328	-3.81135
	[1.14296]	[-0.71088]	[1.34380]	[73.0408]	[-1.38682]	[-0.52027]
SPNOMINAL(-1)	0.007123	0.496698	0.113861	-0.000173	-0.138765	-0.310185
	-0.00582	-0.14495	-0.04442	-0.00041	-0.10395	-0.1154
	[1.22311]	[3.42658]	[2.56346]	[-0.42257]	[-1.33487]	[-2.68787]
ORONOMINAL(-1)	-0.003581	-0.441751	-0.066396	-0.000404	0.11012	-0.001293
	-0.00487	-0.12122	-0.03714	-0.00034	-0.08693	-0.09651
	[-0.73520]	[-3.64415]	[-1.78749]	[-1.17604]	[1.26670]	[-0.01339]
C	-0.000722	0.040399	-0.004053	4.80E-05	0.025289	0.019672
	-0.00122	-0.03028	-0.00928	-8.60E-05	-0.02171	-0.0241
	[-0.59338]	[1.33438]	[-0.43686]	[0.55960]	[1.16473]	[0.81617]
R-squared	0.462441	0.224401	0.103864	0.982979	0.044876	0.098462
Adj. R-squared	0.43082	0.178777	0.051151	0.981978	-0.011308	0.04543
Sum sq. resids	0.000856	0.530355	0.049797	4.25E-06	0.272764	0.336146
S.E. equation	0.002897	0.072108	0.022095	0.000204	0.051712	0.057407
F-statistic	14.62446	4.918537	1.970345	981.7908	0.798729	1.856667
Log likelihood	485.9564	135.5785	264.5035	775.1178	171.8178	160.4307
Akaike AIC	-8.788191	-2.359239	-4.724835	-14.09391	-3.024181	-2.815242
Schwarz SC	-8.615353	-2.1864	-4.551996	-13.92107	-2.851342	-2.642403
Mean dependent	0.001978	0.021465	0.009154	0.006227	-0.003382	0.012328
S.D. dependent	0.00384	0.079571	0.022683	0.00152	0.051422	0.058757

Tabla 5 Parámetros del modelo VAR(1) para el conjunto de datos 2

	MATRIZ DE COVARIANZAS DE LOS RESIDUALES					
	DTFREAL	EXCESOIGBC	EXCESOIDP	DTFNOMINAL	SPNOMINAL	ORONOMINAL
DTFREAL	8.39E-06	-1.71E-05	-1.01E-05	-1.74E-08	4.71E-06	-9.18E-06
EXCESOIGBC	-1.71E-05	0.005199558	0.00047233	-1.06E-07	-0.000420289	0.000268757
EXCESOIDP	-1.01E-05	0.00047233	0.000488204	-3.44E-07	-0.000312509	-0.000152956
DTFNOMINAL	-1.74E-08	-1.06E-07	-3.44E-07	4.17E-08	-5.63E-07	-3.38E-07
SPNOMINAL	4.71E-06	-0.000420289	-0.000312509	-5.63E-07	0.002674152	0.000489615
ORONOMINAL	-9.18E-06	0.000268757	-0.000152956	-3.38E-07	0.000489615	0.003295544

Tabla 6 Covarianzas de residuales para modelo VAR(1) del conjunto de datos 2

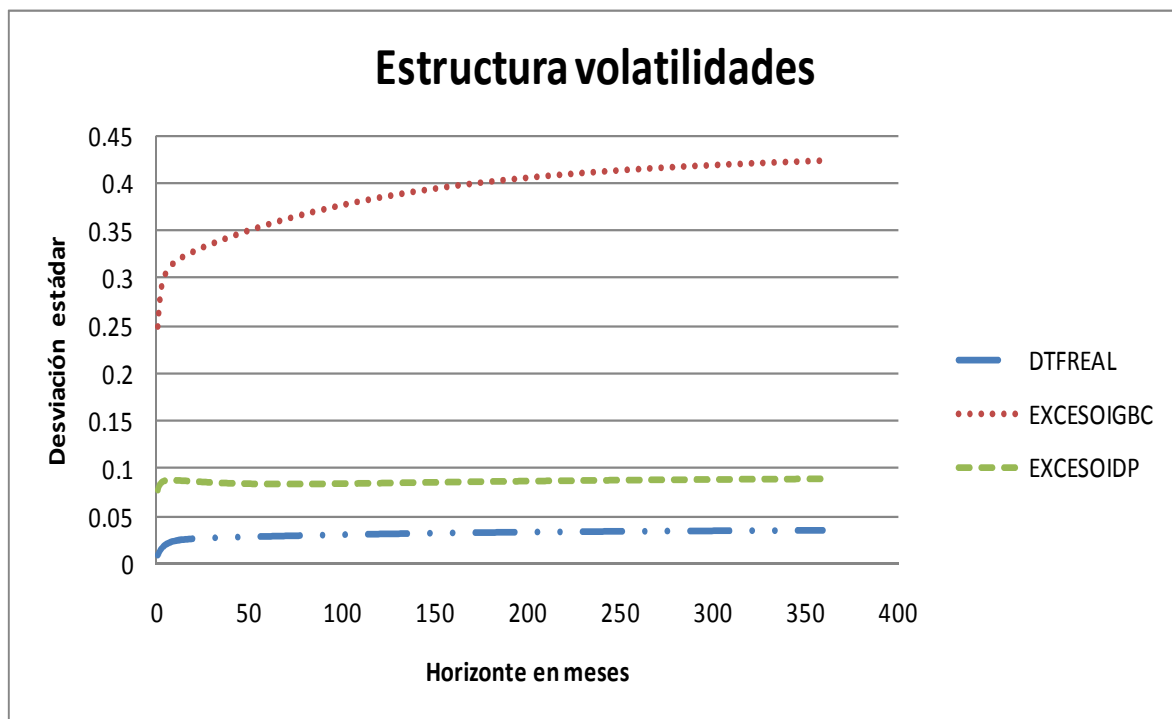


Figura 3 Estructura temporal para volatilidades para modelo VAR(1) del conjunto de datos 2

Este conjunto de variables no presenta tampoco un buen nivel de significancia para la predicción de las rentabilidades. Notándose también que la volatilidad del exceso de rentabilidad del IGBC se incrementa con el horizonte como si hubiera aversión a la media para esta variable.

4.1.3 Conjunto de datos 3

Se estudiaron las siguientes variables, a partir de una muestra de datos mensuales obtenidos desde junio de 2001 hasta junio de 2010:

El rendimiento real continuo de la tasa DTF

El rendimiento continuo en exceso sobre la DTF real continua del índice IGBC

El rendimiento continuo en exceso sobre la DTF real continua del índice IDP

La tasa continua nominal DTF

La tasa nominal continua del índice S&P-500 convertida a pesos colombianos con la tasa TRM

La tasa nominal continua del rendimiento del oro convertida a pesos con la TRM

El yield continuo por dividendos del último año para el IGBC³

Los resultados del modelo VAR(1) se presentan a continuación:

³ Los datos para este indicador solo están disponibles a partir de mayo de 2003 en el servicio pago académico de Bloomberg

Vector Autoregression Estimates							
Date: 04/20/11 Time: 17:42							
Sample (adjusted): 2003M05 2010M06							
Included observations: 86 after adjustments							
Standard errors in () & t-statistics in []							
	DTF_REAL_CONTINUA	REND_IGBC_EXCESO	IDEP_EXCESO	DTF_NOMINAL	ORO_CONTINUO	S_P_CONTINUO	YIELD_IGBC_CONT_
DTF_REAL_CONTINUA(-1)	0.614442	-1.260123	0.305995	-0.000708	2.745775	-0.959185	0.053398
	-0.08476	-2.19653	-0.51431	-0.00563	-1.86389	-1.5173	-0.09822
	[7.24886]	[-0.57369]	[0.59496]	[-0.12577]	[1.47314]	[-0.63216]	[0.54366]
REND_IGBC_EXCESO(-1)	0.004255	-0.02147	0.005758	-0.000244	-3.82E-05	0.01286	-0.006164
	-0.00411	-0.10638	-0.02491	-0.00027	-0.09027	-0.07349	-0.00476
	[1.03647]	[-0.20182]	[0.23117]	[-0.89526]	[-0.00042]	[0.17500]	[-1.29581]
IDEP_EXCESO(-1)	-0.00574	1.669201	0.069531	-0.003568	-0.206812	-0.007545	-0.009122
	-0.01977	-0.51227	-0.11995	-0.00131	-0.43469	-0.35386	-0.02291
	[-0.29035]	[3.25846]	[0.57968]	[-2.71660]	[-0.47577]	[-0.02132]	[-0.39825]
DTF_NOMINAL(-1)	0.287456	-5.118802	2.860671	1.013003	-1.60737	-4.549498	0.334528
	-0.25407	-6.58387	-1.54161	-0.01688	-5.58683	-4.54796	-0.2944
	[1.13140]	[-0.77748]	[1.85564]	[60.0067]	[-0.28771]	[-1.00034]	[1.13629]
ORO_CONTINUO(-1)	-0.002892	-0.452064	-0.081021	-0.000302	-0.033763	0.12156	0.012312
	-0.00511	-0.13236	-0.03099	-0.00034	-0.11232	-0.09143	-0.00592
	[-0.56615]	[-3.41538]	[-2.61423]	[-0.88946]	[-0.30060]	[1.32952]	[2.08017]
S_P_CONTINUO(-1)	0.008899	0.55177	0.058111	-0.000197	-0.259333	-0.132856	-0.0082
	-0.00663	-0.1719	-0.04025	-0.00044	-0.14587	-0.11874	-0.00769
	[1.34151]	[3.20982]	[1.44373]	[-0.44680]	[-1.77786]	[-1.11885]	[-1.06682]
YIELD_IGBC_CONT_(-1)	0.029739	0.594613	0.420105	-0.006888	-0.355295	0.498767	0.936507
	-0.03052	-0.791	-0.18521	-0.00203	-0.67121	-0.5464	-0.03537
	[0.97428]	[0.75172]	[2.26824]	[-3.39625]	[-0.52933]	[0.91282]	[26.4772]
c	-0.001683	0.028839	-0.019307	0.000116	0.023486	0.006967	-0.000529
	-0.00182	-0.04705	-0.01102	-0.00012	-0.03993	-0.0325	-0.0021
	[-0.92667]	[0.61291]	[-1.75236]	[0.95738]	[0.58822]	[0.21436]	[-0.25142]
R-squared	0.441134	0.304455	0.201752	0.981188	0.076743	0.054137	0.909799
Adj. R-squared	0.39098	0.242034	0.130115	0.9795	-0.006113	-0.030748	0.901704
Sum sq. resids	0.000608	0.408415	0.022392	2.69E-06	0.294083	0.194882	0.000817
S.E. equation	0.002792	0.072361	0.016943	0.000186	0.061403	0.049985	0.003236
F-statistic	8.795485	4.877459	2.816293	581.1832	0.926219	0.637764	112.391
Log likelihood	387.9231	108.0134	232.8682	621.1032	122.1356	139.8287	375.252
Akaike AIC	-8.83542	-2.325894	-5.229492	-14.25821	-2.654316	-3.065783	-8.540743
Schwarz SC	-8.607109	-2.097583	-5.001181	-14.0299	-2.426005	-2.837471	-8.312432
Mean dependent	0.001927	0.021117	0.009401	0.005842	0.0085	-0.00595	0.027162
S.D. dependent	0.003578	0.083115	0.018166	0.001296	0.061216	0.049234	0.01032

Tabla 7 Parámetros del modelo VAR(1) para el conjunto de datos 3

COVARIANZAS RESIDUALES							
	DTF_REAL_CONTINUA	REND_IGBC_EXCESO	IDEP_EXCESO	DTF_NOMINAL	ORO_CONTINUO	S_P_CONTINUO	YIELD_IGBC_CONT_
DTF_REAL_CONTINUA	7.80E-06	-1.71E-05	-7.04E-06	1.25E-08	-1.30E-05	3.58E-06	1.10E-06
REND_IGBC_EXCESO	-1.71E-05	0.005236	0.000429	7.85E-07	0.000289	-0.000418	-0.000117
IDEP_EXCESO	-7.04E-06	0.000429	0.000287	-2.60E-07	-8.79E-05	-0.000195	-7.58E-06
DTF_NOMINAL	1.25E-08	7.85E-07	-2.60E-07	3.44E-08	1.77E-07	-1.10E-07	-9.93E-08
ORO_CONTINUO	-1.30E-05	0.000289	-8.79E-05	1.77E-07	0.00377	0.000706	-2.28E-05
S_P_CONTINUO	3.58E-06	-0.000418	-0.000195	-1.10E-07	0.000706	0.002498	7.04E-06
YIELD_IGBC_CONT_	1.10E-06	-0.000117	-7.58E-06	-9.93E-08	-2.28E-05	7.04E-06	1.05E-05

Tabla 8 Covarianzas de residuales para modelo VAR(1) del conjunto de datos 3

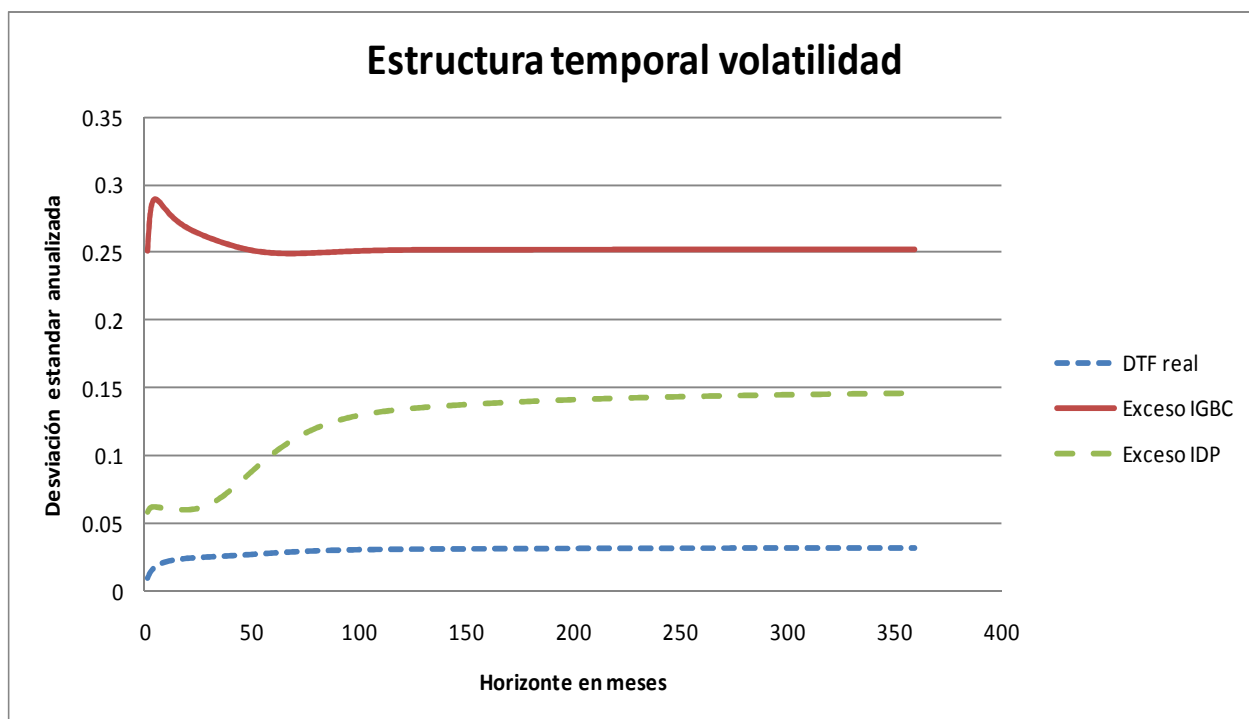


Figura 4 Estructura temporal para volatilidades para modelo VAR(1) del conjunto de datos 3

Al disponer de sólo 86 meses de historia para la variable yield por dividendos del IGBC la cual introduce algún grado de predictibilidad para el rendimiento del IGBC para plazos hasta de cinco años. Para horizontes

mayores las volatilidades se comportan como si las variables siguieran una caminata aleatoria de forma que la varianza condicional anualizada es independiente del horizonte de inversión

4.2 TEST DE RATIO VARIANZA

El asunto de si los rendimientos de los activos son en alguna forma predecibles, ha sido ampliamente estudiado por los economistas financieros, uno de los métodos usados para resolver el interrogante es el test de Lo y Mackinlay (1988,1989), el cual examina la predictibilidad a partir de los datos de una serie temporal, comparando las varianzas de sus rendimientos para diferentes intervalos. Si se asume que los datos siguen una caminata aleatoria, la varianza del rendimiento para q periodos debe ser q veces la varianza del rendimiento para un periodo. El test para el RATIO VARIANZA valida la evidencia empírica de este hecho.

Suponiendo la serie temporal:

$$\{Y_t\} = (Y_0, Y_1, Y_2, \dots, Y_T) \text{ con } \Delta Y_t = \mu + \varepsilon_t$$

Siendo μ un parámetro arbitrario de desviación.

Las propiedades fundamentales de una caminata aleatoria que se desea chequear son:

$$E(\varepsilon_t) = 0 \text{ para todo } t \quad \text{y} \quad E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-j}) = 0 \text{ para todo } j > 0$$

Lo y Mackinlay diseñaron dos estadísticos para diferentes suposiciones sobre ε_t :

- La primera es que las ε_t tienen i.i.d. Gaussiana con varianza σ^2 , a esta prueba se le denomina “caminata aleatoria homocedástica” (también se denomina i.i.d. nula)
- La segunda prueba establece como hipótesis la presencia de una “caminata aleatoria heterocedástica” la cual elimina la suposición de i.i.d. y acepta formas de heterocedasticidad y dependencia. A esta hipótesis se le denomina “la martingala nula” ya que ofrece un conjunto de condiciones suficientes pero no necesarias para que ε_t sea una martingala de diferencias secuenciales (m.d.s.).

El estimador para la media de la primera diferencia es:

$$\hat{\mu} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t - Y_{t-1}) \quad (4.6)$$

La varianza escalada de la q -ésima diferencia es:

$$\hat{\sigma}^2(q) = \frac{1}{Tq} \sum_{t=1}^T (Y_t - Y_{t-q} - q\hat{\mu})^2 \quad (4.7)$$

La RATIO VARIANZA es:

$$VR(q) = \hat{\sigma}^2(q) / \hat{\sigma}^2(1) \quad (4.8)$$

Lo y Mackinlay demostraron que el estadístico z para la ratio de varianza

$$z(q) = (VR(q) - 1) [\hat{\sigma}^2(q)]^{-1/2} \quad (4.9)$$

Se distribuye asintóticamente $N(0,1)$ si se escoge apropiadamente el estimador $\hat{\sigma}^2(q)$

Bajo la hipótesis i.i.d. el estimador es:

$$\hat{\sigma}^2(q) = \frac{2(2q-1)(q-1)}{3qT} \quad (4.10)$$

Bajo la suposición m.d.s. se usa el estimador:

$$\hat{\sigma}^2(q) = \sum_{j=1}^{q-1} \left(\frac{2(q-j)}{q} \right)^2 \hat{\delta}_j \quad \text{Con} \quad \hat{\delta}_j = \frac{\sum_{t=j+1}^T (y_{t-j} - \hat{\mu})^2 (y_t - \hat{\mu})^2}{\left[\sum_{t=j+1}^T (y_{t-j} - \hat{\mu})^2 \right]^2} \quad (4.11)$$

4.2.1 Prueba conjunta de Ratio Varianza

Debido a que la restricción del ratio varianza se mantiene para cualquier diferencia $q > 1$, es de uso común evaluar el estadístico para varios valores de q . Para controlar el tamaño del test conjunto Chow y Demming (1993) propusieron un estadístico para una prueba conservadora, la cual examina el máximo valor absoluto de un conjunto de varios estadísticos de varianza ratio.

El valor \underline{p} para el estadístico Chow-Demming, usando el estadístico del ratio varianza para \underline{m} está limitado por encima por la probabilidad del Módulo máximo studentizado (SMM) con parámetro \underline{m} y T grados de libertad. Siguiendo a Chow y a Demming este límite se aproxima usando la distribución de SMM para $T = \infty$.

Kim (2006) propuso un método para mejorar los resultados del test de ratio varianza con muestras pequeñas. El método se apoya en el procedimiento estadístico BOOTSTRAP, con el cual se calculan los estadísticos de Lo y Mackinlay y de Chow-Demming para muestras de T observaciones formadas ponderando los datos originales con variables aleatorias con media cero y varianza 1 y luego, con los datos resultantes formar distribuciones para los estadísticos de prueba. Los valores de \underline{p} se calculan de la fracción de los resultados de las repeticiones que caen afuera de los límites definidos por los estadísticos de estimación

Tomando la serie valores del índice IGBC desde enero de 1988 a junio de 2010 (para valores anteriores a julio de 2001) se convirtieron los datos del IBOMED) se hizo la prueba de varianza ratio con el software Eviews, obteniendo los siguientes resultados:

Null Hypothesis: Log IGBC is a random walk				
Date: 05/04/11 Time: 11:13				
Sample: 1988M01 2010M06				
Included observations: 269 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Lags specified as grid: min=12, max=96, step=12				
Joint Tests		Value	df	Probability
Max z (at period 48)*		5.388051	269	0
Wald (Chi-Square)		132.7195	8	0
Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
12	2.012045	0.228585	4.427433	0
24	2.470805	0.334107	4.4022	0
36	3.205323	0.413609	5.331901	0
48	3.587021	0.480141	5.388051	0
60	3.462231	0.53852	4.572215	0
72	3.39847	0.591166	4.057188	0
84	3.030007	0.639493	3.174399	0.0015
96	2.567481	0.684417	2.290242	0.022
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom				
Test Details (Mean = 0.0185896665008)				
Period	Variance	Var. Ratio	Obs.	
1	0.00712	--	269	
12	0.01432	2.01204	258	
24	0.01758	2.47081	246	
36	0.02281	3.20532	234	
48	0.02552	3.58702	222	
60	0.02464	3.46223	210	
72	0.02418	3.39847	198	
84	0.02156	3.03001	186	
96	0.01827	2.56748	174	

Tabla 9 Prueba sobre caminata aleatoria con el método de Chow-Demming

Null Hypothesis: Log IGBC is a random walk				
Date: 05/04/11 Time: 11:17				
Sample: 1988M01 2010M06				
Included observations: 269 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Lags specified as grid: min=12, max=96, step=12				
Test probabilities computed using wild bootstrap: dist=twopoint, reps=1000, rng=kn, seed=500				
Joint Tests		Value	df	Probability
Max z (at period 48)		5.388051	269	0.008
Wald (Chi-Square)		132.7195	8	0.005
Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
12	2.012045	0.228585	4.427433	0.008
24	2.470805	0.334107	4.4022	0.009
36	3.205323	0.413609	5.331901	0.003
48	3.587021	0.480141	5.388051	0.004
60	3.462231	0.53852	4.572215	0.008
72	3.39847	0.591166	4.057188	0.016
84	3.030007	0.639493	3.174399	0.027
96	2.567481	0.684417	2.290242	0.046
Test Details (Mean = 0.0185896665008)				
Period	Variance	Var. Ratio	Obs.	
1	0.00712	--	269	
12	0.01432	2.01204	258	
24	0.01758	2.47081	246	
36	0.02281	3.20532	234	
48	0.02552	3.58702	222	
60	0.02464	3.46223	210	
72	0.02418	3.39847	198	
84	0.02156	3.03001	186	
96	0.01827	2.56748	174	

Tabla 10 Prueba sobre caminata aleatoria con el método de Kim

Null Hypothesis: Log IGBC is a martingale				
Date: 05/04/11 Time: 11:23				
Sample: 1988M01 2010M06				
Included observations: 269 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Lags specified as grid: min=12, max=96, step=12				
Joint Tests		Value	df	Probability
Max z (at period 48)*		5.027243	269	0
Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
12	2.012045	0.299795	3.375795	0.0007
24	2.470805	0.393169	3.740894	0.0002
36	3.205323	0.459306	4.801425	0
48	3.587021	0.5146	5.027243	0
60	3.462231	0.562834	4.374701	0
72	3.39847	0.605609	3.96043	0.0001
84	3.030007	0.644245	3.150984	0.0016
96	2.567481	0.680553	2.303246	0.0213
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom				
Test Details (Mean = 0.0185896665008)				
Period	Variance	Var. Ratio	Obs.	
1	0.00712	--	269	
12	0.01432	2.01204	258	
24	0.01758	2.47081	246	
36	0.02281	3.20532	234	
48	0.02552	3.58702	222	
60	0.02464	3.46223	210	
72	0.02418	3.39847	198	
84	0.02156	3.03001	186	
96	0.01827	2.56748	174	

Tabla 11 Prueba de martingala heterocedástica

Para las dos pruebas sobre caminata aleatoria (la primera con el método de Chow-Demming y la segunda con el de Kim), debemos rechazar la hipótesis nula, o sea no se acepta que los datos muestrales correspondan a una caminata aleatoria homocedástica. Tampoco existe, según los resultados de la tercera prueba, evidencia empírica de la presencia de una martingala heterocedástica. En otras palabras, su comportamiento es consistente con la hipótesis de que existe algún grado de predictibilidad de las rentabilidades del índice accionario IGBC. La principal dificultad para construir un modelo que permita anticipar movimientos de esta variable en el largo plazo, está en la carencia de series estadísticas bien conformadas y con tamaño suficiente para la elaboración de estudios similares a los ya mencionados y elaborados con las series disponibles para el mercado de los países desarrollados.

4.3 USO DE LA METODOLOGÍA BOOTSTRAP PARA EL ESTUDIO DE PROPIEDADES DE SERIES TEMPORALES.

El método fue propuesto por Kunsch en 1989

Sí $Z = \{Z_t : t = 1, \dots, T\}$ es una serie temporal estacionaria, la serie se divide en $(T-b+1)$ bloques solapados de igual tamaño b :

$$Y_t = (Z_t, Z_{t+1}, \dots, Z_{t+b}) \text{ para } t = 1, 2, \dots, (T-b)$$

Aplicando el método al rendimiento continuo real mensual del índice accionario colombiano, se estima su distribución obteniendo 1000 muestras independientes con reemplazo de bloques de 120 meses de rendimientos continuos, obtenidos a partir de los rendimientos mensuales reales desde enero de 1988 hasta junio de 2010. El logaritmo natural de $(1 + \text{rendimiento real mensual})$ del índice accionario se suma para periodos anuales comprendidos entre 1 y 10 años. El impacto del incremento en el periodo de inversión sobre el rendimiento y el riesgo se observa calculando la media de los rendimientos, la desviación estándar de los rendimientos, los coeficientes de variación y los ratios de varianza para periodos de inversión entre 1 y 10 años.

Para probar la reversión a la media, los primeros 5 años del bloque de 10 se consideran previos y los últimos 5 los subsiguientes. La reversión a la media es equivalente a la existencia de estacionalidad en la media, los choques de los precios son temporales y los rendimientos tienen correlaciones negativas

para algunos horizontes, implicando algún grado de predictibilidad, usando desplazamiento en rendimiento de los precios para periodos anteriores.

El modelo de regresión para el rendimiento de periodos de k meses es:

$$R_{t,t+k} = \alpha_k + \beta_k R_{t-k,t} + \varepsilon_{t,t+k} \quad (4.12)$$

En donde $R_{t,t+k}$ y $R_{t-k,t}$ son los rendimientos reales mensuales compuestos continuamente para los años t a $t+k$ y $t-k$ hasta t respectivamente, α_k es el intercepto y β_k es la autocorrelación de primer orden para el rendimiento de k años y $\varepsilon_{t,t+k}$ es el termino de los errores en la regresión. Se efectuaron las cinco regresiones siguientes con los datos del remuestreo realizado con la ayuda de un modelo en EXCEL procesado con el software Crystalball:

<u>Variable dependiente</u>	<u>Variable independiente</u>
Rendimiento año 6	Rendimiento año 5
Rendimiento acumulado años 6 y 7	Rendimiento acumulado años 4 y 5
Rendimiento acumulado años 6 a 8	Rendimiento acumulado años 3 a 5
Rendimiento acumulado años 6 a 9	Rendimiento acumulado años 2 a 5
Rendimiento acumulado años 6 a 10	Rendimiento acumulado años 1 a 5

Tabla 12 Parejas de variables analizadas en casa una de las regresiones

Resultados:

Resultados de bootstrap por bloques con la rentabilidad continua real de la valorización del índice IGBC en Colombia							
Horizonte en meses	Media	Varianza	Ratio varianza	Desviación estándar	Varianza anualizada	Desviación estándar anualizada	Coefficiente de variación
1	0.00%	0.77%	1.00	8.77%			18,907.8
12	0.34%	19.29%	2.09	43.93%	19.29%	43.93%	128.0
24	2.40%	35.72%	1.94	59.76%	17.86%	42.26%	24.9
36	6.32%	63.77%	2.30	79.85%	21.26%	46.10%	12.6
48	12.47%	89.42%	2.42	94.56%	22.36%	47.28%	7.6
60	13.27%	101.92%	2.21	100.95%	20.38%	45.15%	7.6
72	20.23%	124.12%	2.24	111.41%	20.69%	45.48%	5.5
84	25.35%	128.31%	1.99	113.27%	18.33%	42.81%	4.5
96	32.39%	118.27%	1.60	108.75%	14.78%	38.45%	3.4
108	39.55%	96.69%	1.16	98.33%	10.74%	32.78%	2.5
120	48.57%	75.83%	0.82	87.08%	7.58%	27.54%	1.8

Tabla 13 Parámetros calculados con los resultados de la simulación en Crystaball

En la **Tabla 14** se muestra resultados consistentes con la hipótesis de que existe algún grado de predictibilidad del rendimiento real de las acciones en el largo plazo. Se nota que al incrementar el plazo durante el cual se mantiene la inversión en un portafolio representativo del índice, la volatilidad anualizada se hace menor. Como ya se ha comentado anteriormente, estos resultados ratifican la reversibilidad a la media en el largo plazo, lo cual a su vez apoya la inclusión de una mayor proporción de acciones en cualquier proceso de optimización de acción de activos con horizonte de largo plazo.

Con los resultados de la simulación por bloques (mil repeticiones), se realizaron cinco regresiones lineales simples, para contrastar el comportamiento del rendimiento continuo real para periodos consecutivos de

duración un año, dos años, tres años, cuatro años y cinco años. A continuación se presentan los resultados:

Resultados de la regresión de los rendimientos entre periodos subsiguientes con diferente duración			
Número de años	Intercepto estadístico-t	Pendiente estadístico-t	R cuadrado ajustado
1	0.0671	0.2759	6.22%
	5.48	8.20	
2	0.0847	0.4957	20.90%
	4.70	16.28	
3	0.1775	0.1070	0.92%
	6.53	3.20	
4	0.3112	-0.3701	11.51%
	9.96	-11.44	
5	0.4568	-0.8051	47.69%
	16.84	-30.19	

Tabla 15 Resultados de regresión de los rendimientos entre periodos subsiguientes con diferente periodo de tenencia

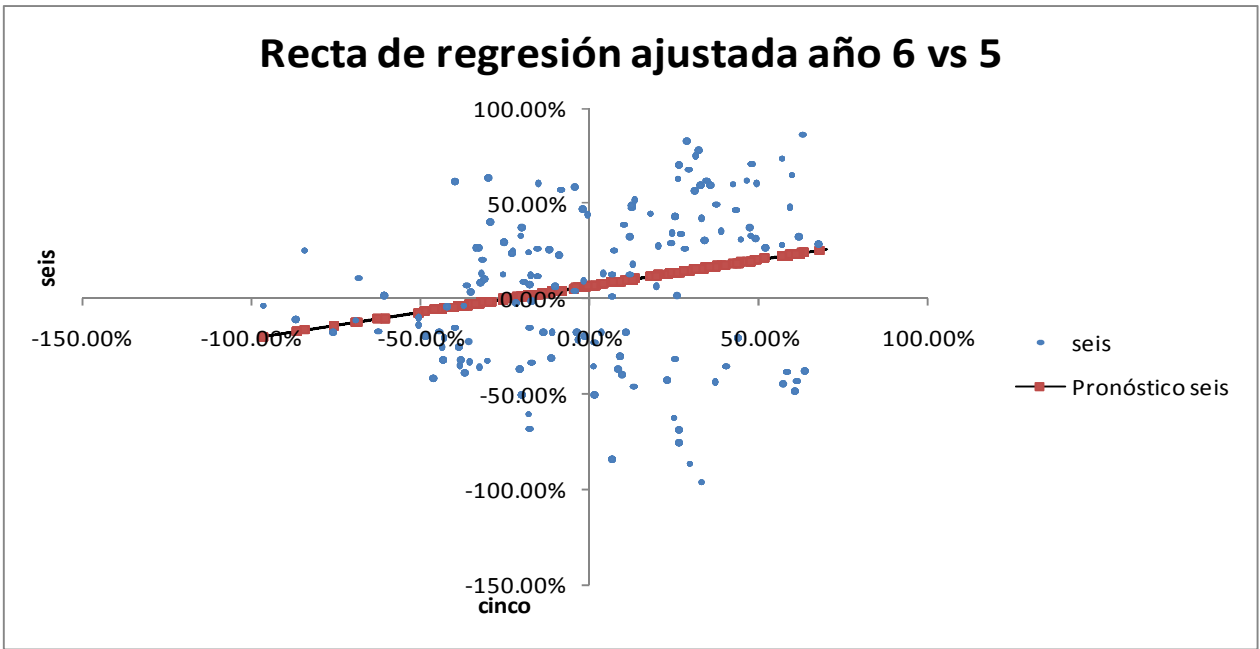


Figura 5 Recta de regresión ajustada año 6 Vs 5

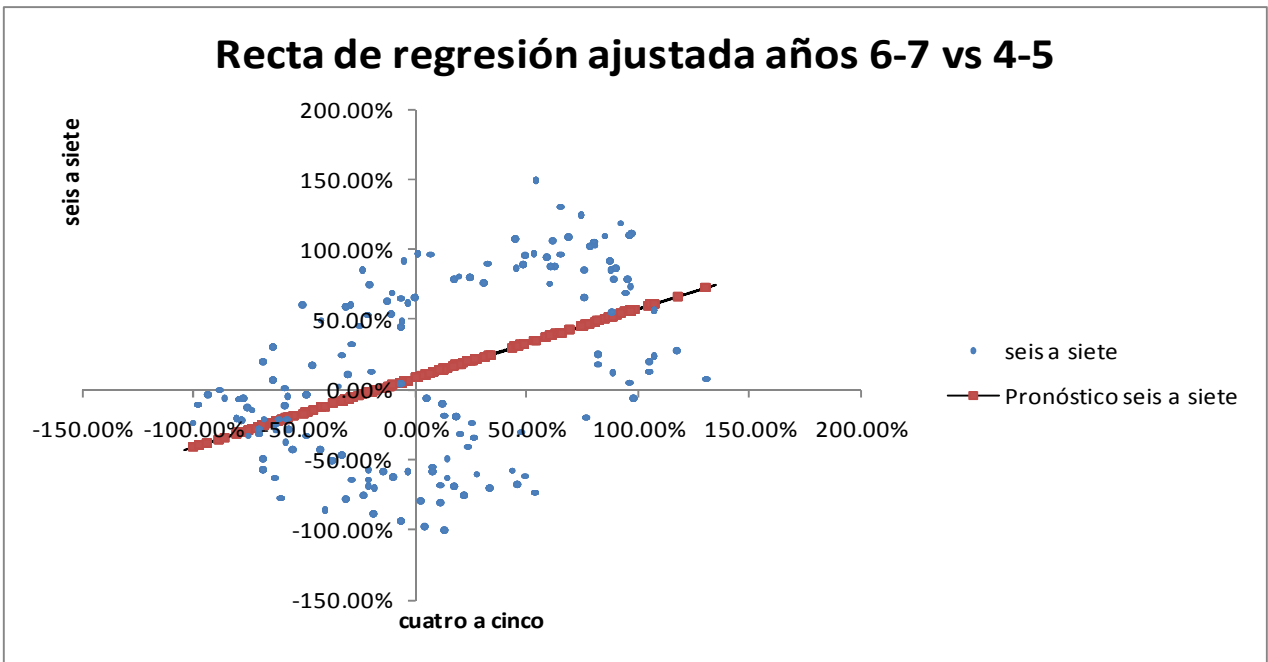


Figura 6 Recta de regresión ajustada año 6-7 Vs 4-5

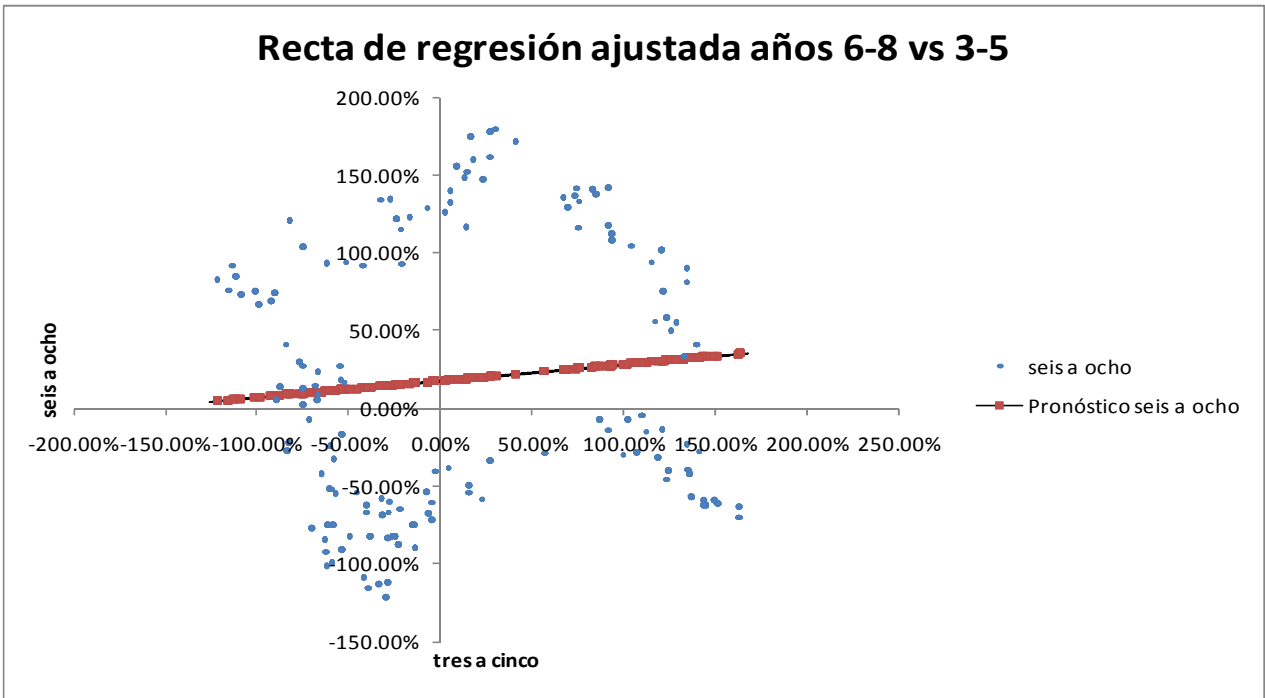


Figura 7 Recta de regresión ajustada año 6-8 Vs 3-5

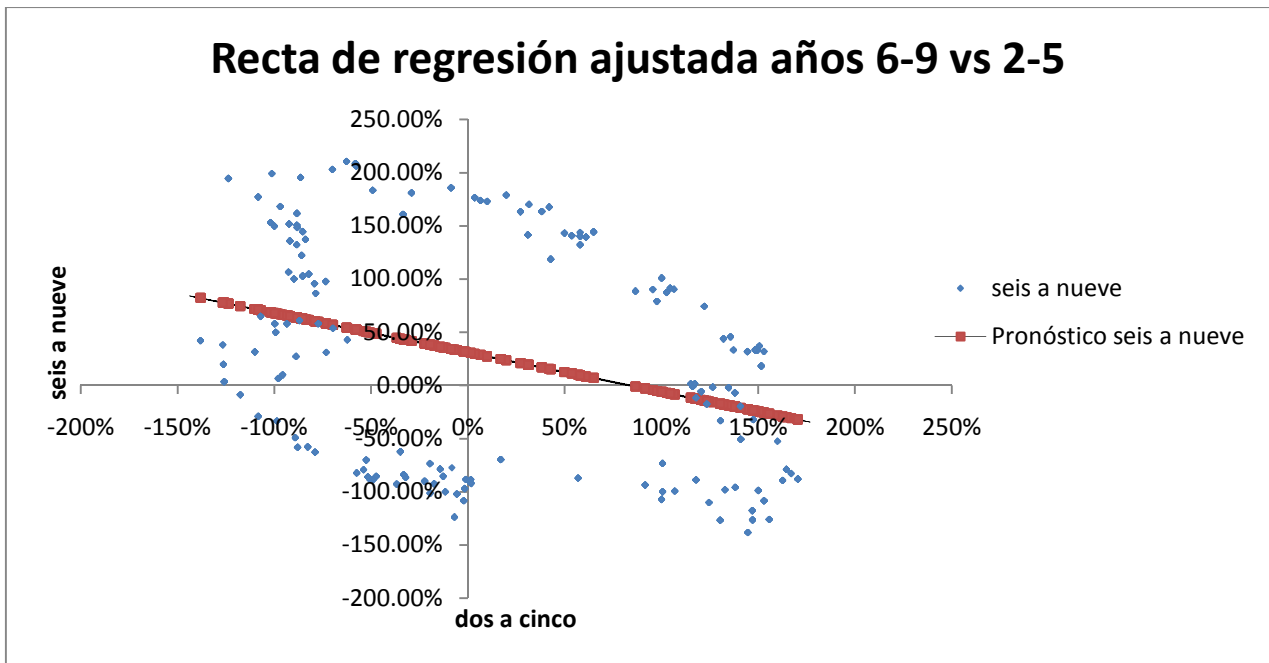


Figura 8 Recta de regresión ajustada año 6-9 Vs 2-5

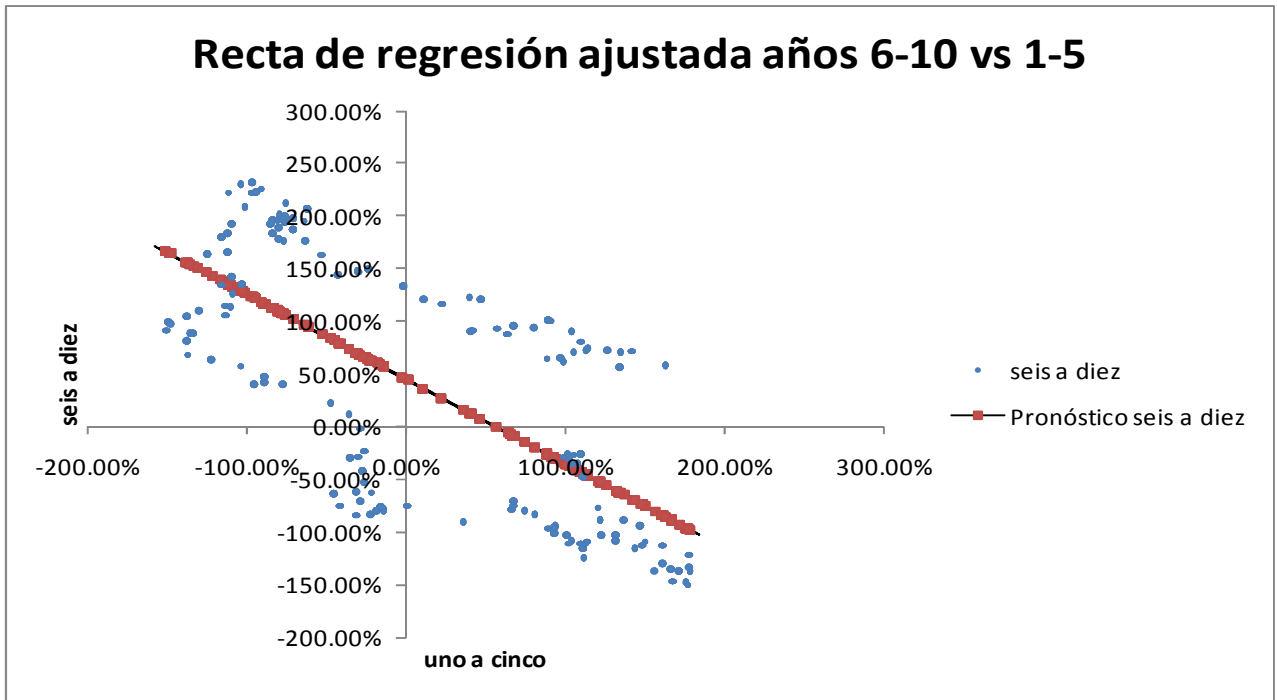


Figura 9 Recta de regresión ajustada año 6-10 Vs 1-5

Como puede apreciarse en los gráficos de regresión anteriores, la reversibilidad a la media se manifiesta claramente cuando se contrastan los rendimientos para periodos consecutivos de cinco años, es decir, a un quinquenio de buena rentabilidad le sigue uno malo y viceversa. Como lo muestra la **Tabla 16**, la significancia estadística de los coeficientes de la regresión es muy buena. Es apreciable la forma como el efecto de la reversibilidad, que no se aprecia cuando se comparan los rendimientos obtenidos para horizontes anuales consecutivos se hace evidente cuando los periodos consecutivos comparados tienen una duración de cuatro y cinco años.

No existen en los informes sobre investigaciones realizadas con datos del mercado Colombiano de acciones, estudios sobre su grado de reversibilidad a la media. En esta sección del trabajo se usaron los datos disponibles sobre el rendimiento mensual real en exceso sobre la inversión sin riesgo de un portafolio bien diversificado de acciones Colombianas, representado por el índice accionario y se probaron tres procedimientos, ampliamente divulgados en la literatura académica mundial, para chequear el posible grado de reversibilidad a la media de la serie de datos.

El primero, fue el modelo vectorial autorregresivo, para el cual no fue posible obtener para Colombia las series de datos sobre variables de estado que han presentado un grado aceptable de significancia para la predicción del comportamiento de las acciones en el mercado norteamericano. El modelo se probó con datos de otras series disponibles sin obtener indicios claros de la reversibilidad. Se probó también la medida estadística denominada Varianza Ratio, con la cual se obtuvieron resultados altamente significativos de la reversión a la media. Finalmente, con la ayuda del procedimiento denominado Bootstrap por bloques se obtuvieron muestras de 1000 bloques, con los cuales se realizaron regresiones lineales que muestran la presencia de la reversibilidad cuando se contrastan rentabilidades reales, en exceso de la libre de riesgo, para periodos de tenencia consecutivos de cinco años.

Estos resultados nos permiten recomendar la adopción de una estrategia de asignación de activos que no descarte la participación de las acciones en los portafolios de largo plazo del Fondo de Solidaridad de Coomeva, siendo consistentes con los resultados de estudios similares adelantados en otros países del mundo.

CAPÍTULO 5. APLICACIONES AL CASO FONDO COOMEVA

5.1 APLICACIÓN DE LOS DESARROLLOS TEÓRICOS AL MEJORAMIENTO DE LA CONFORMACIÓN DEL PORTAFOLIO DEL FONDO DE SOLIDARIDAD

En la actualidad el Consejo de administración de la cooperativa aplica su facultad discrecional para determinar que el porcentaje de incremento en las cuotas de aporte mensual sea superior al porcentaje de incremento en los montos de las coberturas para cada asociado. Este procedimiento es equivalente a disminuir las coberturas en función del resultado obtenido en la rentabilidad de las inversiones del fondo, lo cual lo asimila más a un fondo de contribución definida que a uno de prima media con prestación definida.

5.1.1 Inversión en acciones de parte de los recursos del fondo de solidaridad

Recientemente se ha planteado la problemática de cuál debería ser la porción de los recursos del fondo de solidaridad para de invertir en títulos de renta variable. Al respecto y como consecuencia de la revisión de los resultados de investigaciones recientes, podemos afirmar:

El fondo de solidaridad que originalmente se diseñó como un fondo de prima media con prestación definida, se ha transformado en un fondo de cuenta individual con contribución definida debido a la aplicación reiterada, por parte del Consejo de Administración de la Cooperativa, de la facultad de ajustar anualmente las contribuciones con la tasa de inflación del año anterior y la protecciones con una tasa inferior a la anterior en varios puntos porcentuales. Es claro entonces, que este procedimiento de ajuste se podría hacer menos necesario en la medida en la cual se controlen las desviaciones entre la tasa de rendimiento real obtenida del portafolio activo del fondo y la tasa técnica usada para el cálculo de su reserva actuarial.

Para las nuevas cohortes de asociados no se usa aún este mecanismo, lo cual no descarta su potencial aplicación en el caso de que la rentabilidad real del portafolio activo no iguale como mínimo al interés técnico de los estudios actuariales, el cual es de un 4% real, con la tendencia a pasarla a un 3% según lo manifestado en los informes actuariales del fondo. En la

siguiente tabla se muestra la evolución de los ajustes para los asociados vinculados al Fondo de Solidaridad antes del año 2000:

Incrementos diferenciales de cuotas y protecciones asociados anteriores a año 2000				
Año	Incremento valor protección	Incremento valor contribución	Incremento acumulado valor protección	Incremento acumulado valor contribución
2001	4%	7%	104.0%	107.0%
2002	4%	7%	108.2%	114.5%
2003	4%	7.52%	112.5%	123.1%
2004	3.20%	6.29%	116.1%	130.8%
2005	2.82%	5.81%	119.4%	138.4%
2006	5.10%	5.10%	125.4%	145.5%
2007	4%	4.50%	130.5%	152.1%
2008	3.50%	5%	135.0%	159.7%
2009	4%	6%	140.4%	169.2%
2010	1%	3%	141.8%	174.3%
Acumulado			41.8%	74.3%
Incremento cuotas/Incremento protección				77.6%

Tabla 17 incrementos diferenciales entre cuotas y protecciones

La política actual de tener la mayoría de los recursos invertidos en un portafolio de bajo riesgo (TES y Bonos Corporativos) produce una continua transferencia de valor de los asociados jóvenes hacia los de mayor edad (HOEVENAARS & PONDS, 2008).

La existencia de un aporte obligatorio al fondo de solidaridad por parte de un asociado joven (menor de 30 años), durante un periodo de por lo menos 30 años para alcanzar la perseverancia a tasas reales estimadas entre el 3% y el 4% anual, contradice toda la evidencia empírica y estudios teóricos de reciente publicación en los cuales se demuestra que siempre un inversionista con horizonte de largo plazo debe tener una participación importante de acciones en su portafolio. En la actualidad, en los mercados financieros de países desarrollados son comunes los TDF (Target Date Funds), también denominados Fondos de Ciclo de Vida. Los TDF son fondos que invierten en portafolios diversificados en acciones, bonos y

fondos de alta liquidez, con la característica de que la proporción invertida en acciones se hace menor con el transcurso del tiempo (se acorta el horizonte del beneficiario del fondo). Zvi Bodie ha demostrado que una inversión inmunizada a la fecha objetivo, sólo es óptima para un inversionista con extremadamente alta aversión al riesgo (perfil no aplicable a la mayoría de personas jóvenes) y enfatiza como, apoyándose en la evidencia empírica y desarrollos teóricos, en el año 2006 el Departamento del Trabajo de los Estados Unidos recomendó el uso de los TDF como un “refugio seguro” para invertir los recursos de los empleados cubiertos por planes de contribución definida (BODIE & TREUSSARD, 2007)

La media y la varianza de los rendimientos de los activos no permanecen constantes sino que cambian en función de los ciclos económicos. Los inversionistas deben modificar su asignación de media varianza para cubrirse en el cambio de oportunidades.

El portafolio óptimo estará formado por una componente de la optimización de media varianza y de una componente que suministre cobertura para las fluctuaciones en los momentos de los rendimientos. En los modelos de selección de portafolios se debe distinguir entre el horizonte de planeación y el de decisión, el primero se refiere al plazo total para el cual se hace la planeación y el segundo al lapso que transcurre entre sucesivas revisiones del portafolio. Robert Merton ha establecido que la cobertura es tan importante como la diversificación para determinar la demanda de los activos de inversión (BODIE, 1998).

Los estudios presentados en la Sección 2 coinciden en la demostración de que siempre que exista algún grado de predictibilidad en la prima por riesgo de los activos de renta variable, aunque esta sea débil para usarla como medio para determinar los precios exactos de los valores, la asignación en un portafolio óptimo de tales inversiones debe ser relativamente mayor entre mayor sea el horizonte de inversión, aun en el caso de asumir una estrategia de recomposición determinada y acorde con el plazo restante para el retiro del inversionista.

En la Capítulo 4 de este documento se comprueba que en Colombia la rentabilidad de la inversión en el índice accionario presenta un marcado nivel de reversión a la media, lo que nos permite concluir que para las personas con horizontes extensos para su perseverancia (los asociados jóvenes) el portafolio actual con una baja participación en acciones está alejado de asimilarse a los óptimos determinados en los estudios resumidos en el capítulo 3 de este documento

Consecuente con lo anterior la recomendación es la de establecer directrices que permitan separar los recursos del Fondo de Solidaridad en portafolios diferentes, orientados a atender los compromisos del Fondo de una manera consecuente con su horizonte temporal. Así por ejemplo podría tenerse:

Un portafolio de corto plazo para atender contingencias sobre incapacidades, vida y perseverancia con un horizonte renovable de dos años y recomposición semestral; un portafolio de mediano plazo (cuatro años) para atender los compromisos de perseverancia el cual debe inmunizarse inicialmente y recomponerse anualmente y finalmente, agrupando a los asociados por rangos de cinco años en el plazo pendiente para su perseverancia, establecer seis portafolios de Ciclo de Vida con horizonte igual al tiempo restante para la perseverancia de las cohortes a las cuales aplica y con participaciones relativas de los activos consecuentes con el mismo. Cada uno de estos portafolios, deberá tener unos objetivos de rentabilidad y riesgo medible y consecuente con las necesidades y características de la población objetivo que debe atenderse.

Estos portafolios tendrán una asignación de activos similar a la recomendada para los denominados Fondos de Ciclo de Vida ya mencionados, los cuales aunque no se ajustan perfectamente al estado de desarrollo académico de la economía financiera, si corresponden a la mejor aproximación práctica de la misma.(VICEIRA,2009)

Los principales aspectos a considerar para estos fondos son los siguientes:

Los activos de renta fija de largo plazo en moneda local, deben ser bonos indexados a la inflación, tales como los TES con tasa expresada en función del incremento en el IPC o los TES en UVR, así mismo con los bonos de deuda privada (debemos celebrar que este proceso se ha iniciado con algunas emisiones de deuda realizadas por la Cooperativa Financiera y adquiridas por el fondo). Para el efecto son también apropiados los TIPS generados por las titularizaciones hipotecarias.

La estrategia dominante en la actualidad de continua reinversión en títulos de corto plazo, no garantiza la permanencia del poder adquisitivo de los recursos invertidos. Cabe anotar que la estrategia de inversión en títulos del tesoro colombianos emitidos a tasa fija en el mercado local sólo será segura en épocas como la actual con tasa de inflación controlada. En este punto se hace necesario ser conscientes de que la directriz de las entidades supervisoras, sobre invertir en alternativas que conserven al capital nominal

no son seguras en el largo plazo cuando se requiere la conservación del poder adquisitivo del mismo.

La evidencia empírica plenamente sustentada con datos de los mercados norteamericano e inglés y las aproximaciones en otros mercados muestran que la volatilidad de la rentabilidad de la inversión en portafolios indexados de acciones con horizontes de diez o más años es menor en la medida en la cual aumente el horizonte. Lo que determina que la asignación en acciones debe ser mayor entre mayor sea el horizonte, aún en los casos en los cuales la estrategia sea la de permanecer sin la recomposición táctica del portafolio.

La introducción del concepto de Capital Humano (valor presente de los ingresos laborales futuros de una persona) refuerza la anterior recomendación, ya que para el caso de los partícipes del Fondo de Solidaridad, la consideración es la de que el capital humano es un activo libre de riesgo, al no aceptarse según la normatividad del mismo la disminución o eliminación temporal de las contribuciones por parte de los aportantes al fondo. Esta situación implica que las personas jóvenes ya tienen una gran asignación de sus recursos en renta fija y requieren balancearse con mayor participación en renta variable.

Para atender los compromisos adquiridos con las protecciones adicionales por perseverancia es especialmente apropiada la estrategia de inmunización descrita en la parte correspondiente a la revisión del estado del arte. Con esta estrategia es posible garantizar una rentabilidad para cada uno de los vencimientos contratados para el servicio.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

Con respecto al estado actual del desarrollo teórico sobre la gestión de portafolios con horizonte de largo plazo, tales como los gestionados por las Administradoras de Fondos de Pensiones, las Compañías de Seguros o el Fondo de Solidaridad de Coomeva en sus componentes Vida y perseverancia, podemos resaltar los siguientes puntos:

- Para el largo plazo las inversiones en activos de renta fija, corto plazo y alta liquidez no protegen a los inversionistas del riesgo de inflación. Si el horizonte es de largo plazo las inversiones en renta fija deben hacerse en títulos indexados a la inflación en la medida de lo posible.
- La asignación de activos debe considerar el horizonte del inversionista, de forma que la mezcla entre renta fija y variable deberá recomponerse con el transcurso del tiempo para cada cohorte de partícipes en un Fondo (Fondos de Ciclo de Vida)
- La evidencia empírica, ampliamente comprobada en el mercado americano sobre la reversibilidad a la media para la rentabilidad en el largo plazo del mercado accionario y comprobada en este estudio para el mercado colombiano, obliga a los administradores de portafolios con horizonte de largo plazo a considerar la inclusión en los mismos participaciones amplias de este tipo de activos y a recomponerlas a la baja a medida que se acerca el vencimiento de las obligaciones amparadas por las inversiones
- En las fuentes de información disponibles sobre series financieras, no disponemos aun de cifras sobre el mercado Colombiano que permitan realizar estudios sobre sistemas autorregresivos con la inclusión de variables de estado que permitan predecir con mejor nivel de certeza el comportamiento cíclico de las rentabilidades reales en exceso en nuestro medio con el fin de aprovechar este conocimiento para realizar una mejor recomposición dinámica de los portafolios
- De todas formas, debemos resaltar que independientemente de que se adopte una estrategia de recomposición dinámica de los portafolios, o estos se establezcan sobre una base estática para el largo plazo, la presencia reversibilidad a la media siempre favorece el incremento de la participación de el activo con esa característica por tener una estructura temporal descendente para la volatilidad de sus rendimientos con mejores primas reales por riesgo.

- La aplicación de procedimientos para la inmunización y dedicación en la parte correspondiente a renta fija no se aprovecha suficientemente en nuestro medio, una justificación para no hacerlo ha sido las bajas duraciones de los instrumentos disponibles. Esta situación ha comenzado a cambiar con las emisiones en el pasado reciente de instrumentos con plazo hasta de treinta años en nuestro mercado, además del creciente volumen en la negociación de futuros sobre TES

CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFIA

BARBERIS, N. C. (2000). Investing for the long run when returns are predictable. *Journal of Finance* (55), 225-264.

BODIE Zvi, K. A. (2004). *Principios de Inversiones* (Quinta ed.). McGraw Hill.

BODIE, Z. (23 de octubre de 1998). Investment Management and Technology: Past, Present, and Future. (B. W. sector", Ed.)

BODIE, Z. (2003). Thoughts on the future: Life-cycle Investing in Theory and Practice. *Financial Analysts Journal* (59), 24-29.

BODIE, Z., & TREUSSARD, J. (21 de January de 2007). Making investments choices as simple as possible: An analysis of target date retirement funds.

BRENNAN, M. J., SWARTZ, E. S., & LAGNADO, R. (1997). Strategic Asset Allocation *Journal of Economic Dynamics and Control. Journal of Economic Dynamics and Control* (21), 1377-1403.

BROOKS, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance* (Second edition ed.). Cambridge University Press.

CAMPBELL, J. Y., & VICEIRA, L. M. (2004). Long - Horizon Mean - Variance Analysis: A User Guide. (H. University, Ed.) 6-8.

CAMPBELL, J. Y., & VICEIRA, L. M. (2003). *Strategic Asset Allocation*. Oxford University Press.

CAMPBELL, J. Y., & VICEIRA, L. M. (2005). The term structure of the Risk-Return trade off. (C. Institute, Ed.) *Financial Analysts Journal* , 61 (1).

CAMPBELL, J. Y., CHAN, Y. L., & M., L. (2003). A multivariate model of strategic asset allocation. *Journal of financial economics* (67), 41-80.

CAMPBELL, J. Y., LO, A. W., & MACKINLAY, A. C. (1997). *The Econometrics of Financial Markets*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

DETEMPLE, J. G. (2005). Intertemporal asset allocation: A comparison of methods. *Journal of Banking & Finance* (29), 2821-2848.

FABOZZI, F. J. (2004). *Bond markets, analysis and strategies* (5th ed. ed.). New Jersey: Prentice Hall.

FABOZZI, F. J., & MANN, S. V. (2005). *The handbook of fixed income securities* (Seventh Edition ed.). McGraw-Hill.

FONG, H. G., & VASISECK, O. A. (1984). A risk minimizing strategy for portfolio immunization. *The Journal of finance* , XXXIX (5), 1541, 1546.

HANSSON, B. P. (2000). Time diversification and estimation risk. *Financial Analysts Journal* (55), 55-62.

HERSCOVISH, H. V. (24 de noviembre de 2003). La utilización de multifondos en el sistema de pensiones chileno - El caso CUPRUM. (U. d. Andres, Ed.) *Tesis de Maestría en Finanzas* .

HOEVENAARS, R. P., & PONDS, E. H. (2008). Valuation of intergenerational transfers in funded collective pension schemes. *INSURANCE Mathematics & Economics* (42), 578-593.

JUREK, J. W., & VICEIRA, L. M. (2010). *Optimal value and growth tilts in long horizon portfolios*. Boston: Draft.

LASERNA J., J. M. (mayo de 2008). *Una propuesta para mejorar el manejo del riesgo, la diversificación y la eficiencia de los portafolios de los fondos de pensiones obligatorias*. Recuperado el 27 de mayo de 2008

LUENBERGER, D. G. (1998). *Investment Science*. Oxford University Press.

MUNK, C. S. (2004). Dynamic Asset allocation under mean-reverting returns, stochastic interest rates, and inflation uncertainty:. *International Reviw of Economics and Finance* (13), 141-166.

MUNK, C. S. (2004). Dynamic asset allocation under mean-reverting returns, stochastic interest rates, and inflation uncertainty: Are popular recommendations consistent with rational behavior? *International Review of Economics and Finance* (13), 141-166.

MURKHERJI, S. (2010). Are stock returns mean reverting? *Review of Financial Economics* .

Quantitative Micro Software, LLC. (2009). *Eviews 7 User´s Guide II*.

REVEIZ, A., LEÖN, C., LASERNA, J. M., & MARTINEZ, I. (2088). Recomendaciones para la modificación del régimen de pensiones obligatorias de Colombia. (B. d. República, Ed.) *Ensayos sobre política económica* , 26 (56), 78-113.

SAMUELSON, P. A. (1969). Lifetime Portfolio selection by Dinamyc Stichastic Programing. *Review of Economics and Statistics* (51), 239-246.

- SIEGEL, J. J. (1998). *Stocks for the long run*. New York: McGraw Hill.
- SOTO, G. M. (2004). Duration models and IRR management: A question of dimensions? *Journal of Banking & Finance* (28), 1089-1110.
- STEIN, B., & DEMUTH, P. (2003). *Yes, You can time the market*. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons. INC.
- Tesoreria de Coomeva, U. d. (Abril de 2010). Presentación al comité de inversiones.
- THALER, R. H., & BERNARTZ, S. (2004). Save More Tomorrow. Using Behavioral Economics and Increase Employee Savings. *Journal of Political Economy* , 112 (1), 164-187.
- VICEIRA, L. M. (2009). Life - Cycle Funds In Overcomming the saving slump: How increase the efectiveness of financial education and saving programs. En A. M. Lusardi. University of Chicago Press.
- VICEIRA, L. M. (2009). Life- Cycle Funds In Overcoming the saving slump: How increase the efectiveness of financial education and saving programs. En A. M. LUSARDI. Univrsity of Chicago Press.
- VICEIRA, L. M. (2010). Pension Fund Design in Developing Economies. (H. B. School, Ed.)