

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**¿HAN AFECTADO LOS CAMBIOS DE LÍMITES DE INVERSIÓN DE LOS FONDOS
DE PENSIONES LA VOLATILIDAD DE MERCADO?**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

CAMILO FELIPE VIO GARAY

**PROFESOR GUÍA:
FRANCISCO ERRANDONEA TERAN**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
RODRIGO ARAVENA GONZALEZ
RODRIGO ALFARO ARANCIBIA**

**SANTIAGO DE CHILE
ENERO 2009**

RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL
POR : CAMILO VIO GARAY
FECHA : 14/04/2009
PROF. GUIA : SR. FRANCISCO ERRANDONEA

**¿HAN AFECTADO LOS CAMBIOS DE LÍMITES DE INVERSIÓN DE
LOS FONDOS DE PENSIONES LA VOLATILIDAD DE MERCADO?**

El presente trabajo de título tiene por objetivo estudiar si los cambios de límites de inversión de los fondos de pensiones han afectado la volatilidad del mercado bursátil chileno, específicamente sobre los retornos del IPSA. Para desarrollar el análisis se utiliza la serie de datos comprendida entre enero de 2000 y octubre de 2008 del índice IPSA, el cual agrupa las 40 acciones más transadas del mercado nacional.

Para realizar un estudio acabado, en primer lugar se realiza un análisis gráfico, utilizando la serie del VIX para representar la volatilidad internacional, analizando ventanas de un año centrado en el momento en que ocurre el evento, caracterizando cada uno de ellos. Posteriormente, se realiza un análisis econométrico fundamentado en un modelo general basado en un GARCH(1,1) asimétrico, utilizando toda la muestra. Así, se estima un modelo que incluye el efecto día de la semana, otro que posee un término no lineal (GARCH *in mean*) y finalmente se estima uno con intercepto sin el término lineal. Luego se analizan los eventos por separado, mediante un modelo de corto plazo, utilizando ventanas de un año centradas en el día en que ocurre el evento, con el objetivo de capturar efectos transitorios en la volatilidad.

Los resultados indican que en el modelo general, el evento de marzo de 2004, produce una estabilización estadísticamente significativa de los precios de mercado, debido a que existía sólo una pequeña holgura (de inversión extranjera y de renta variable) previo al aumento de límite. Además, los eventos de diciembre de 2007 y octubre de 2002 poseen efectos transitorios, produciendo el primero una desestabilización de los precios, justificada principalmente por la publicación del Oficio Bernstein, donde la inversión extranjera disminuyó su participación, mientras que el segundo estabiliza los precios, disminuyendo la volatilidad del mercado chileno luego de producido el episodio debido a una reasignación del portafolio del Fondo C hacia los de los nuevos fondos (B y D).

A mi familia

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a todos los que han influido de una u otra manera en mi formación como persona y como profesional, y a todos los que me apoyaron durante el desarrollo de este trabajo.

En especial, en primer lugar agradecer a la Universidad y los profesores de toda mi carrera universitaria, quienes siempre me dejaron algo más que los contenidos de un ramo particular. Entre ellos, los profesores guías, Francisco Errandonea, Rodrigo Aravena y Rodrigo Alfaro, que fueron pilar fundamental para la realización de este trabajo de título, así como también a William Baeza por sus comentarios durante las presentaciones previas. Además agradecer al Banco Central de Chile, por permitirme utilizar sus recursos humanos, discutiendo algunos temas del trabajo, en especial con Carmen Gloria Silva.

Por otro lado, agradecer al Colegio Verbo Divino, especialmente a su cuerpo docente, por haberme formado como persona íntegra, y darme las herramientas para cursar una adecuada carrera universitaria.

También agradecer a mis amigos, tanto del Colegio como de la Universidad, que me apoyaron durante todo este tiempo, además de entregarme momentos de distensión y entretenimiento, muchos de los cuales son difíciles de olvidar. Agradecer a María José y Javiera por su apoyo, especialmente en los momentos más difíciles.

Agradezco también a toda mi familia, por su apoyo y comprensión durante todo este tiempo, y por entregarme cariño y amor.

Finalmente, agradecer a Dios, por guiarme durante toda la carrera, y haberme dado la posibilidad de vivir este proceso a full, sin desaprovechar ningún momento.

ÍNDICE

I.	Introducción.....	1
II.	Motivación.....	5
III.	Objetivos.....	9
III.1	Objetivo general.....	9
III.2	Objetivos específicos.....	9
III.3	Alcances.....	9
IV.	Las AFP en el mercado chileno.....	10
IV.1	Sistema previsional chileno de reparto.....	10
IV.2	Sistema de capitalización individual.....	11
IV.3	Regulaciones.....	13
IV.4	Reforma previsional.....	15
V.	Marco conceptual.....	16
V.1	Volatilidad. Definición.....	16
V.2	Medidas de volatilidad.....	16
V.2.1	Volatilidad histórica.....	16
V.2.2	Volatilidad condicional.....	17
V.2.3	Volatilidad estocástica.....	17
V.2.4	Volatilidad implícita.....	18
V.3	Modelos ARCH.....	18
V.3.1	Introducción.....	18
V.3.2	ARCH(1).....	19
V.3.3	GARCH(1,1).....	19
V.3.4	Modelos asimétricos de volatilidad.....	21
V.3.4.1	GJR-GARCH(1,1).....	21
V.3.5	GARCH <i>in mean</i>	22
V.4	Método BHHH (Bernd-Hall-Hall-Hausman).....	22
VI.	Metodología.....	24
VI.1	Contextualización.....	24
VI.2	Recopilación de datos.....	24
VI.3	Trabajo de datos.....	25

VI.4	Análisis de los eventos.....	25
VI.5	Análisis econométrico.....	26
VII.	Descripción de eventos.....	26
VII.1	Evento 1: 1 de Marzo de 2002.....	27
VII.2	Evento 2: 29 de Mayo de 2003.....	28
VII.3	Evento 3: 1 de Marzo de 2004.....	29
VII.4	Evento 4: 9 de Agosto de 2007.....	30
VII.5	Evento 5: 18 de Diciembre de 2007.....	31
VII.6	Evento 6: 24 de Abril de 2008.....	32
VII.7	Evento 7: Asignación etaria I: 27 de Octubre de 2002.....	33
VII.8	Evento 8: Asignación etaria II: 27 de Octubre de 2003.....	34
VIII.	Descripción de los datos y modelo a estimar.....	35
VIII.1	Modelo general.....	36
VIII.2	Modelo de corto plazo.....	38
IX	Resultados.....	38
X	Conclusiones.....	39
XI	Bibliografía.....	42
XII	Anexos.....	45
	Anexo 1: Descripción de los límites y cambios de regulación.....	45
	Anexo 2: Fusiones de AFP.....	48
	Anexo 3: Límites máximos de inversión.....	49
	Anexo 4: Descripción de los datos.....	50
	Anexo 5: Resultados estimación.....	52

I. INTRODUCCIÓN

Las regulaciones a las cuales están sometidas las AFP's son fiscalizadas desde su creación por la Superintendencia de AFP (SAFP)¹ y han ido cambiando de acuerdo al desarrollo que ha tenido el mercado financiero chileno (Anexo 1). Tanto los límites para invertir en ciertos activos, como aquellos para invertir en mercados extranjeros, que han sido relajados en el tiempo, principalmente con el objetivo de aumentar la diversificación de los portafolios; la creación de los multifondos a partir de agosto de 2002, permitiendo la elección por parte del afiliado de un nivel de riesgo al cual será sometido su fondo (con repercusiones por cierto en el retorno del mismo), y también la aparición de los aportes voluntarios (APV), con incentivos tributarios, son algunos de los cambios regulatorios que han ocurrido en la historia del presente sistema de pensiones chileno.

En el último tiempo (último semestre de 2007), los cambios regulatorios coincidieron con fuertes turbulencias en los mercados internacionales, principalmente por consecuencias de la aparición de los primeros antecedentes de la crisis subprime, sumado a otras circunstancias como el Oficio Bernstein (27 de octubre de 2007), por lo que pudo haber efectos producto de estos cambios en los límites de inversión en instrumentos extranjeros, en la bolsa chilena, estabilizando o desestabilizando el mercado.

Los últimos episodios de cambios de límites extranjeros, ocurren el 9 de agosto, 18 de diciembre de 2007, el 24 de abril de 2008 y el 1 de octubre de 2008. En el primero se pasa de un 30% a un 35% máximo de inversión extranjera, mientras que en el de diciembre se llega a un 40% permitido. En el aumento de abril de 2008, se cambia el límite agregado de inversión extranjera a un 45%, manteniéndose en el último cambio de octubre, anunciado el 8 de septiembre de 2008, sin embargo, en el cual se modifican los límites máximos permitidos por tipo de instrumento.² Las series del IPSA y de BOVESPA para el período desde enero de 2007 hasta el 30 de octubre de 2008 se ven en el Gráfico 1.

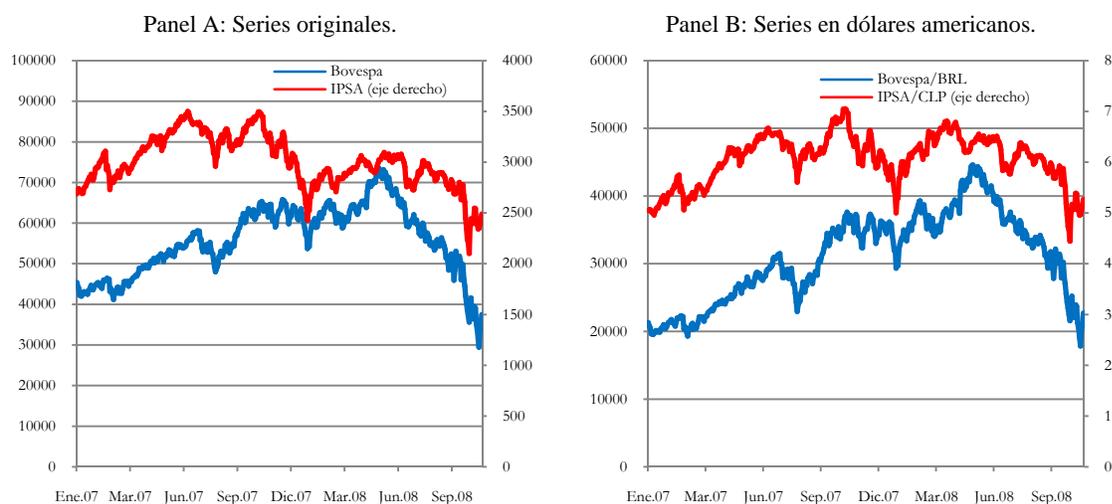
¹ Hoy en día, luego de la Reforma Previsional, pasa a llamarse Superintendencia de Pensiones (SP).

² En este cambio se modifican los límites máximos de inversión en el extranjero por fondo, además de los límites máximos de inversión en moneda extranjera sin cobertura cambiaria por fondo.

Gráfico 1

Serie IPSA y BOVESPA

1 Enero 2007 a 30 Octubre 2008



Fuente: Elaboración propia basado en datos de Bloomberg.

Se puede ver a simple vista, que existen distintas reacciones entre uno y otro índice para el mismo momento. Esto se traduce en que existen efectos internos de cada mercado, sin producir shock alguno en los mercados internacionales. Dado que los cambios de límites afectan sólo al mercado interno, considerando que el mercado chileno es relativamente pequeño con respecto a otros, se estudiará sólo los efectos en el IPSA de ellos. Otros índices internacionales para comparar, como el DOW JONES o S&P500, pueden tener incluido el efecto de la crisis subprime, más directamente que en los mercados chileno y brasilero. Esto se comprueba al calcular la correlación que existe entre los retornos del período enero de 2007 a octubre de 2008 entre ambos índices y el IPSA. La correlación entre los retornos del BOVESPA y el IPSA para el período entre Enero 2007 y Octubre 2008 es de un 65%, y la de los retornos del DOW JONES y el IPSA alcanza el 54%; para el período entre enero de 2000 y diciembre de 2006, es de un 40% y 37% respectivamente. La misma medida, para toda la muestra, es de 50% entre los retornos del BOVESPA y el IPSA y 44% para los del IPSA y DOW JONES.

El Índice de Precios Selectivo de Acciones (IPSA) agrupa las 40 acciones con mayor presencia bursátil (más transadas) en el año anterior, y representa el 70% del patrimonio bursátil

agregado³. Por otro lado, la proporción de activos transados por todo el sistema de pensiones para datos mensuales entre 1997 y 2006, considerando el promedio de activos transados en los períodos, por todas las AFPs asciende a un 11.5%. Dentro de todos los activos domésticos, los más transados son las acciones, con un 56,7% (Tabla 1). En los activos extranjeros, las Inversiones y Fondos Mutuos llegan a un 58,1%.

Tabla 1
Porcentaje de Activos Transados por AFPs
Promedios mensuales. Enero 1997 a Diciembre 2005

Todas las clases de Activos	11.5%
Activos Domésticos	
Bonos de Reconocimiento	7.1%
Bonos Corporativos	17.7%
Instituciones Financieras	32.1%
Papeles Gubernamentales	21.3%
Inversiones y Fdos. Mutuos	19.4%
Acciones	56.7%
Letras Hipotecarias	13.5%
Activos Extranjeros	
Renta Fija	30.8%
Inversiones y Fdos. Mutuos	58.1%
Acciones	28.2%

Fuente: Raddatz y Schmukler (2008).

Las inversiones en acciones domésticas, a octubre de 2008, llegan a un 14,4% de los Fondos de Pensiones, algo menor que el promedio del año 2007, donde representaban un 17,4% del total.⁴ Esta diferencia se puede deber a algún cambio transitorio en las inversiones, debido al momento delicado en que se encuentran los mercados mundiales.

Por otra parte, según lo expresado en Silva (2007), para el período entre enero de 1995 y septiembre de 2006, el promedio de las compras netas mensuales de acciones que han realizado los Fondos de Pensiones alcanzan los \$20 mil millones, donde entre 2003 y 2004 se

³ Ver Silva (2007) para más detalles.

⁴ Ver Informe Mensual AFPs. Departamento de Estudios. Banchile Inversiones. 22 de Octubre de 2008.

realizan las compras más grandes. Además históricamente las transacciones de los Fondos de Pensiones representaron entre un 20% y 30% del monto total de acciones transadas, llegando a su *peak* de un 80% a fines de 2001, sin embargo, entre 2004 y 2006, la participación relativa alcanzó a un 9%, inferior al promedio histórico de 21%.

Es por esto, que es relevante identificar si los episodios de anuncios o cambios de límites, entre otros, han producido un efecto en volatilidad en el retorno de la bolsa chilena, medido por el IPSA.

Silva (2007) realiza un estudio sobre los efectos de las transacciones de los fondos de pensiones en el retorno del IPSA (primer momento) y, utilizando datos mensuales entre 1997 y 2006, no encuentra evidencia de que las transacciones de los fondos de pensiones impactan el retorno accionario agregado en Chile.

Por otro lado, Cowan, Rappoport y Selaive (2008) evalúan cuantitativamente el efecto de los aumentos en los límites de inversión en el extranjero de los Fondos de Pensiones, en la paridad peso-dólar, encontrando que, en promedio, aumentos en los límites de inversión a los Fondos de Pensiones chilenos estarían asociados con leves depreciaciones del peso respecto del dólar americano, sugiriendo que los Fondos de Pensiones, vía efectos de portafolio, afectan el tipo de cambio.

Así también, en Selaive y Silva (2008) se examina la relación entre las tasa de interés de los papeles emitidos por el Banco Central y la inversión realizada por los Fondos de Pensiones en esos instrumentos, encontrando que los efectos sobre las tasas locales de papeles reajustables y no reajustables del Banco Central son acotados. Aumentos de un 5% en los límites de inversión en el extranjero, se asocian a incrementos de aproximadamente un punto base en las tasas de interés locales reales, y de la misma magnitud se encuentran utilizando papeles estatales por parte de los Fondos de Pensiones.

El efecto que se produce en la volatilidad de mercado de la bolsa chilena, durante marcados eventos de cambios de regulaciones no ha sido investigado en Chile, y el determinar si existe

algún efecto positivo o negativo, permitirá más adelante realizar decisiones con una mayor información.

La estructura del trabajo se compone de un capítulo de motivación, continuando con la definición de los objetivos del trabajo. La parte IV corresponde a una descripción de las AFPs en el mercado chileno, luego se presentan el marco teórico y la metodología. Posteriormente se realiza un análisis de los eventos a estudiar, para en el capítulo VIII desarrollar la descripción de los datos y del modelo a desarrollar, finalizando con el análisis de resultados y las conclusiones.

II. MOTIVACIÓN

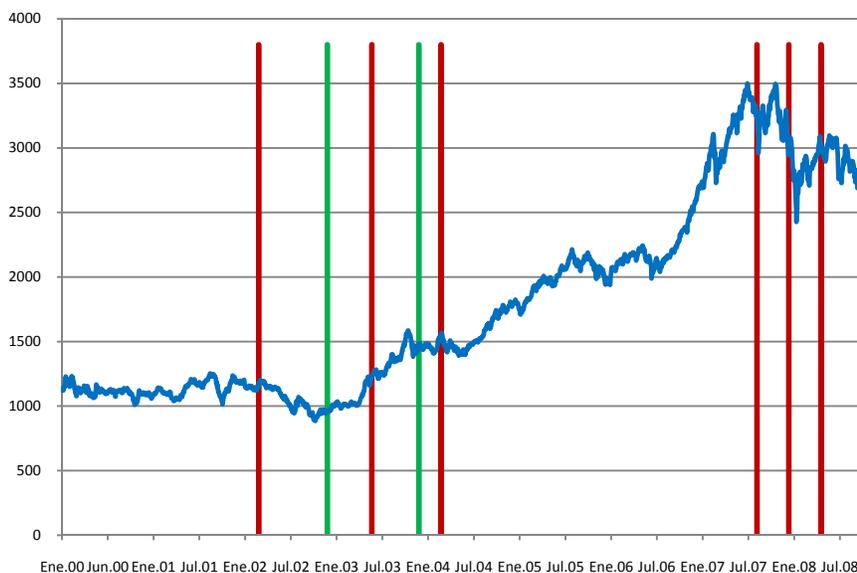
Diariamente existen cambios en las inversiones que realizan las AFPs en sus carteras. Por esto, para verificar que cumplan con los límites establecidos deben reportar día a día las transacciones realizadas a la SP. Una de las regulaciones que justifica este acto, es la que se refiere a que la rentabilidad de los fondos debe ubicarse dentro de una banda, que depende de las rentabilidades históricas y de las rentabilidades de las demás AFPs. Esto podría producir “*herding*” o efecto manada entre las administradoras, teniendo un líder y seguidores. Para el período entre 1997 y 2006, considerando datos mensuales, se encuentra evidencia de que existe *herding* en el sistema⁵. Todo esto produce un efecto en el mercado chileno, que podría hacer tanto que se desestabilicen como que se estabilicen los precios de las acciones (aumentando o disminuyendo la volatilidad de los retornos respectivamente).⁶

Desde el año 1997 a la fecha, el IPSA ha tenido una tendencia al alza (Gráfico 2). Además se aprecian los eventos de cambios de límites, representados con la barra roja, así como también los momentos en que se produjo la recomposición de los fondos de pensiones por variables etarias, denotados por la barra verde.

⁵ Raddatz y Schmukler (2008) encuentran evidencia empírica de *herding* en los FP para ese período, utilizando el criterio de Lakonishok.

⁶ Ver Bohl y Brezeszczyński (2005) para más detalles.

Gráfico 2
 IPSA
 1 Enero 2000 a 30 Octubre 2008



Fuente: Elaboración propia en base a Bloomberg y SP.

Desde enero de 2002, y hasta mediados de 2008, han ocurrido seis eventos en los cuales se cambia el límite máximo de inversión extranjera. Cada cambio de límite tiene sus propias características, habiendo por ejemplo algunos cuyo anuncio ocurrió previo al cambio efectivo, y otros en los cuales fue sorpresivo. Debido a esto, es de esperar que las administradoras se comportasen de formas distintas, ya que al saber con certeza cuándo y cómo se producirá el cambio pueden anticipar compras de títulos más líquidos, como depósitos a corto plazo, previo al cambio, de manera de que una vez que se pueda invertir más en el exterior, realizarlo sin problemas.

Otra decisión relevante, fue durante el cambio al sistema de multifondos, donde los fondos 1 y 2 (poco antes se había creado el fondo 2) pasaban ahora a ser el C y el E respectivamente. Los afiliados podían decidir en qué fondo estar (con ciertas restricciones para aquellos de mayor edad, de invertir en los fondos más riesgosos), pero aquellos que hicieron el trámite fueron muy pocos. Por esto, la SAFP decidió categorizar por edad, y de acuerdo a esto incluir a los afiliados a un fondo particular (los más jóvenes en un fondo más riesgoso (B) y aquellos que

estaban cerca de la edad de jubilación a fondos más seguros). Sin embargo, para que no se produjera un impacto tan grande, se decidió realizarlo en dos etapas, primero una mitad y luego la siguiente. Esto se produce el 27 de octubre de 2002 para la primera mitad y un año después, 27 de octubre de 2003, la siguiente mitad.

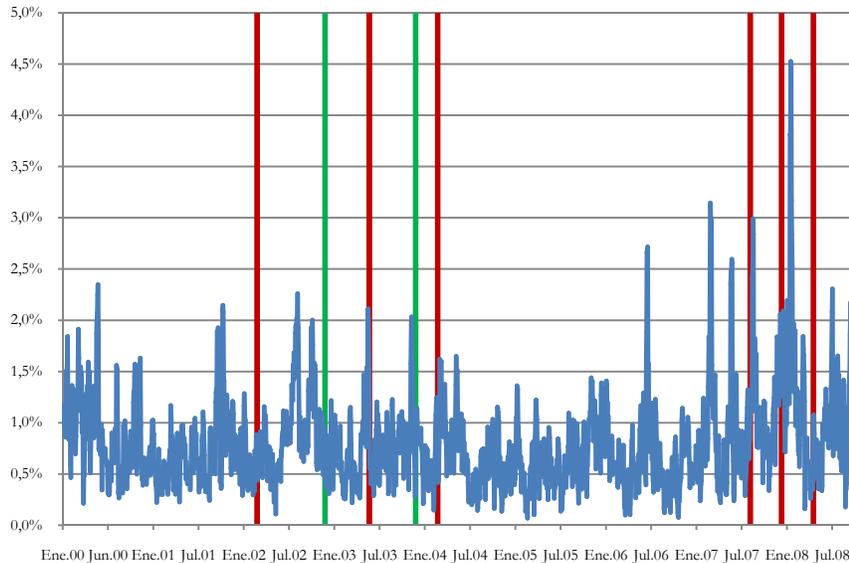
Otro episodio que ocurre durante este período es la creación del APV, con incentivos tributarios, donde el afiliado puede hacer aportes voluntarios. Este se inicia en marzo de 2002, en conjunto con el inicio del sistema de multifondos.

Calculando una medida tradicional de volatilidad, que consiste en obtener la volatilidad móvil de los retornos logarítmicos del IPSA de los últimos cinco días, permitiendo ver una volatilidad más bien de corto plazo, se aprecia que ha habido grandes cambios en la volatilidad, los que pueden ser explicados por la historia financiera mundial y del país (Gráfico 3).

En este gráfico, se aprecia que existen ciclos en que la volatilidad de mercado crece. Así también, se puede ver que durante los episodios marcados, hubo algún efecto transitorio en aumentos de volatilidad, sin embargo, no se ven efectos más a largo plazo.

Siendo más específicos, con el inicio de los multifondos, en marzo de 2002, disminuye la volatilidad en los momentos siguientes, hasta un tiempo antes de la recomposición de carteras mediante variables etarias. Posteriormente disminuye la volatilidad hasta el siguiente cambio de límite, donde pasa de un 20% a un 25% la máxima inversión que una administradora puede realizar en instrumentos extranjeros, esto es a fines de mayo de 2003. El mismo efecto se produce en la siguiente y última recomposición de carteras por parte de la SAFP. Hay un aumento previo al hecho, pero que posteriormente disminuye considerablemente.

Gráfico 3
Volatilidad del IPSA
Volatilidad histórica para 5 días⁷



Fuente: Elaboración propia en base a Bloomberg y SP.

Luego del aumento de límite producido en 2004, existe un período en que la volatilidad es baja, algo que se quiebra a mediados del 2006, efecto que para el total de la muestra es bastante significativo. Pasado el 9 de agosto de 2007, se aprecia un alza en la volatilidad, que luego del siguiente cambio de límite en diciembre del mismo año, tiende a disminuir hasta el cambio del 24 de abril de 2008, donde nuevamente hay un alza en la tendencia de la volatilidad del IPSA.

¿Existen, estadísticamente hablando, efectos producidos por los eventos mencionados anteriormente en la volatilidad del mercado chileno?

⁷ La volatilidad corresponde a la medida tradicional, con una ventana de los cinco últimos períodos, utilizando para ello retornos logarítmicos.

III. OBJETIVOS

III.1 Objetivo general

Determinar si han existido efectos directos en la volatilidad de mercado, que puedan ser atribuidos a cambios en los límites de las inversiones de las Administradoras de Fondos de Pensiones.

III.2 Objetivos específicos

Identificar los eventos en que ha habido cambios en la regulación de los Fondos de Pensiones.

Evaluar efectos externos a los cambios en regulación, que pudieron afectar los períodos a estudiar.

Analizar un posible quiebre estructural en la volatilidad de mercado en los períodos en que se produjeron cambios regulatorios.

Caracterizar los eventos a estudiar, identificando qué factores influyen en los resultados obtenidos.

III.3 Alcances

El presente trabajo estudia los eventos correspondientes a los seis cambios de límites, desde el de marzo de 2002 al de abril de 2008, dejando fuera de estudio al último evento, correspondiente a la Reforma Previsional, que se llevó a cabo el 1 de octubre de 2008. Además se analizarán los dos episodios de asignación etaria posterior a los multifondos. Se dejan afuera las fusiones de AFPs debido a que no es un hecho que corresponda al sistema como un todo, sino que en particular a las administradoras involucradas en la fusión.

IV. LAS AFP EN EL MERCADO CHILENO

IV.1 Sistema previsional chileno de reparto

El sistema previsional chileno de reparto, comienza a operar en 1924. Las contribuciones las realizaban los trabajadores activos, y se formaba un fondo colectivo el cual tenía administración estatal. En sus primeros años, las contribuciones excedían los pagos de pensión. Posteriormente, el programa fue modificado, emergiendo distintos esquemas para diferentes grupos de trabajadores. Existían diversos requerimientos para recibir una pensión, como por ejemplo, sexo, edad y años de trabajo. En este contexto, se disponía de más de 100 diferentes sistemas de retiro.⁸ Además, había una gran cantidad de instituciones con regímenes diferenciados de acuerdo a si el trabajador era obrero o empleado, área de pertenencia, institución empleadora, etc. El sistema comenzó a entrar en crisis antes de la década de los 80, requiriendo de manera creciente aportes estatales para poder financiar los pagos a los pensionados, que en ese entonces superaban los fondos provistos por los imponentes activos y los aportes de los empleadores. Dentro de los problemas del sistema, estaba el que se fijaban las pensiones en base al promedio de las últimas remuneraciones ganadas por el beneficiario al momento de pensionarse, no teniendo incentivo de aumentar los aportes, sino sólo de cumplir con el número de cotizaciones mensuales que los regímenes previsionales exigían.⁹

El Instituto de Normalización Previsional (INP) se constituye mediante la fusión de las antiguas Cajas de Previsión, finalizando este proceso hacia 1988. El INP es el actual administrador de las instituciones antes mencionadas y regula los fondos con los que el Estado debe suplementar los déficit que se producen desde el comienzo del nuevo sistema de capitalización individual. Este nuevo sistema permitió que los afiliados al antiguo sistema se incorporaran voluntariamente, además de obligar a aquellos que ingresaban a la fuerza laboral a partir de 1983.

⁸ Ver Raddatz y Schmukler (2008) para más detalles.

⁹ Ver Liendo y Walker (2002) para más detalles.

IV.2 Sistema de capitalización individual

A fines del año 1980, cuando se promulgó el D.L. N° 3.500, que reformó el Sistema Previsional del país, se pasa de un sistema basado en fondos de capitalización colectiva a otro de capitalización particular, con administración de los fondos por parte de instituciones privadas. Comenzaba en el mercado chileno a existir un actor fundamental, por los niveles de inversión que manejarían. Es el comienzo de las Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP) cuyo objetivo fundamental es administrar las cotizaciones de los trabajadores con el fin de asegurar un ingreso estable cuando hayan concluido su vida laboral.¹⁰

Este sistema tenía el objetivo de superar el déficit fiscal heredado del antiguo régimen de pensiones, disminuyendo el rol del sector público, reduciendo impuestos y promoviendo el desarrollo del mercado de capitales.¹¹

Los cambios de mayor impacto en el sistema previsional aparecen en el año 2002, donde en enero se crea el Fondo 2, que posee como característica el tener portafolios de instrumentos con menor riesgo. En agosto del mismo año, entran en vigencia los Multifondos, donde se crearon cinco fondos, con distinto nivel de riesgo. El fondo original (Fondo 1) pasó a ser el Fondo C, y el Fondo 2, el E. Además se creaban los fondos A, B y D, siendo el A, el con un portafolio con mayor nivel de riesgo, y el E el menos riesgoso.

A partir de este momento, los afiliados pueden elegir a qué fondo pertenecer, sin embargo, un bajo porcentaje de ellos realizó el cambio. Por esto, la SAFP se vio en la obligación de reubicar a los afiliados que no habían pronunciado su posición, en los fondos según características etarias. Así permitía que no existiera una diferencia tan grande entre el valor patrimonial del Fondo C y los demás fondos. La clasificación se realizó de acuerdo a un criterio basado en la edad del pensionado. En una primera etapa se cambió a la mitad de los afiliados, y luego de un año, se cambió la otra mitad (Tabla 2). Posterior a este cambio, han

¹⁰ Ver SAFP (2008) para detalles.

¹¹ Ver Raddatz y Schmukler (2008) para más detalles.

existido aumentos en los límites de inversión a los cuales están regidas las administradoras para cada tipo de instrumento.

Tabla 2

Asignación por tramo etario si el afiliado no ejerce derecho de opción.

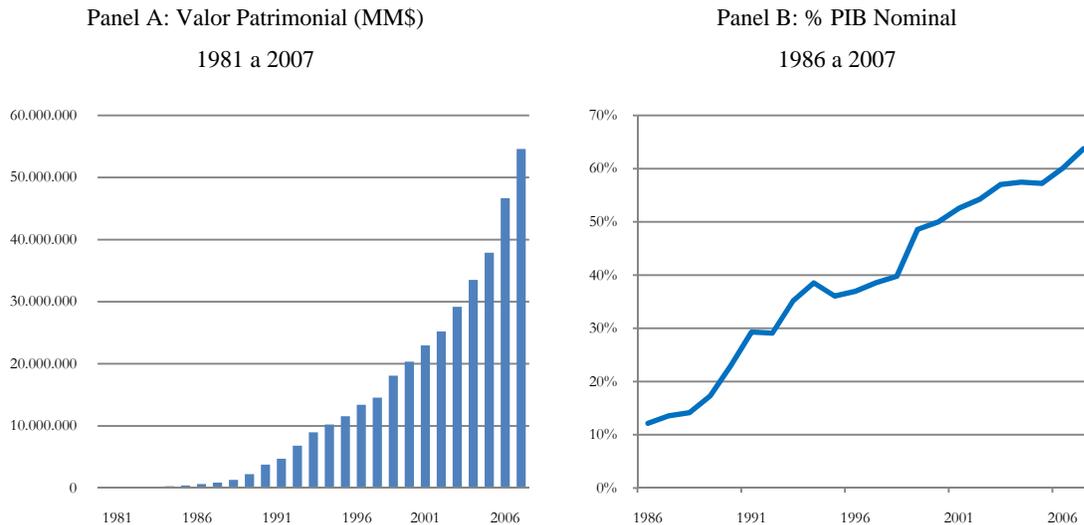
	Hombres hasta 35 años. Mujeres hasta 35 años.	Hombres desde 36 hasta 55 años. Mujeres desde 36 hasta 50 años.	Hombres desde 56 años. Mujeres desde 51 años.
Fondo A			
Fondo B			
Fondo C			
Fondo D			
Fondo E			

Fuente: Liendo y Walker (2002)

Junto con los años, los fondos de pensiones han ido ganando en desarrollo, y además han crecido en cuanto a su valor patrimonial, llegando a los MM\$54.598.968,88 en el año 2007 (Gráfico 4, Panel A).

Gráfico 4

Evolución de los Fondos de Pensiones



Fuente: SAFP y Banco Central de Chile.

Como porcentaje del PIB del país, también en los Fondos de Pensiones han evolucionado de forma creciente. En 2007, el porcentaje de los Fondos de Pensiones sobre el PIB llegó a un 63,7% (Gráfico 4, Panel B).

Es importante mencionar que las administradoras han tenido un proceso de aprendizaje importante durante todo el tiempo que han cumplido su labor. Esto ha ido permitiendo que a través del tiempo se relajen algunas restricciones a la inversión, permitiendo acceder a mercados internacionales, más desarrollados que el chileno, y logrando diversificar más los portafolios de los Fondos de Pensiones.

IV.3 Regulaciones

Las inversiones que realizan las AFPs con el dinero de los fondos, están reguladas. Estas regulaciones están definidas por ley y son fiscalizadas por la Superintendencia de AFP (SAFP), y han cambiado de acuerdo al desarrollo que ha tenido el mercado chileno (Anexo 1). Existen regulaciones sobre cuánto están permitidas a invertir y en qué tipo de instrumentos. Los fondos de pensiones sólo pueden invertir en instrumentos transados en mercados públicos. Además, dentro de las bandas establecidas en la ley, diferentes límites son impuestos para cada tipo de fondo, dado el nivel de riesgo objetivo del fondo. Estos límites se han modificado con el tiempo, incorporando cambios conceptuales y cuantitativos. Además se definen en varias dimensiones, por instrumento, por emisor, por grupo de instrumentos y por emisor relacionado con la AFP.¹²

Adicionalmente, los fondos están sujetos a una regulación de retorno mínimo, que establece que el administrador es responsable de asegurar una tasa promedio de retorno real sobre los últimos 36 meses, que excede el promedio de retorno real de todos los fondos menos dos puntos porcentuales para los Fondos C, D y E, y menos cuatro puntos porcentuales para los Fondos A y B, o el 50% del promedio del retorno real de todos los fondos, cuando es menor.

¹² Ver Raddatz y Schmukler (2008) para más detalles.

Luego de la introducción del sistema de multifondos en agosto de 2002, los límites por tipo de activos no fueron relajados sino hasta la entrada en vigencia de la Reforma Previsional, en octubre de 2008. Sólo se modificó el límite de inversión extranjera agregada (Tabla 3 y Anexo 1).

Tabla 3a

Límite de Inversión Máximo y Mínimo en Instrumentos de Renta Variable.
Período agosto 2002 a septiembre 2008.

	Límite Máximo Permitido	Límite Mínimo Permitido
Fondo A	80%	40%
Fondo B	60%	25%
Fondo C	40%	15%
Fondo D	20%	5%
Fondo E	0%	0%

Fuente: Elaboración Propia y Liendo y Walker (2002)

Tabla 3b

Límite de Inversión Máximo y Mínimo en Instrumentos de Renta Variable.
Período octubre 2008 a la fecha.

	Límite Máximo Permitido	Límite Mínimo Permitido
Fondo A	80%	40%
Fondo B	60%	25%
Fondo C	40%	15%
Fondo D	20%	5%
Fondo E	5%	0%

Fuente: SP y Liendo y Walker (2002).

Estas restricciones se aplican a cada fondo, mientras que la de inversión extranjera se aplica a la AFP, o sea al agregado de todos los fondos que posee la administradora.

IV.4 Reforma previsional ¹³

La ley de Reforma al Sistema Previsional publicada en el Diario Oficial de fecha 17 de marzo de 2008, introdujo modificaciones al DL 3.500, orientadas a perfeccionar y flexibilizar la legislación referida a las inversiones de los Fondos de Pensiones, definiendo además ciertas medidas que serían reguladas por un texto complementario denominado Régimen de Inversión de los Fondos de Pensiones. Además se crea un Consejo Técnico de Inversiones (CTI) compuesto por cinco miembros, el cual tiene por objeto efectuar informes, propuestas y pronunciamientos respecto del Régimen de Inversión.

La ley establece cinco límites por instrumentos, de los cuales cuatro serán fijados por el Banco Central de Chile. Se establece un rango para la inversión de cada tipo de fondo en instrumentos estatales, se establece un aumento gradual del límite global de inversión de los Fondos de Pensiones en el extranjero, así como también límites individuales para cada tipo de fondo, siendo aplicable el mayor valor que resulte de ambos, se amplían los límites máximos de inversión sin cobertura cambiaria, se establece un rango por tipo de fondo para la inversión en instrumentos de mayor riesgo relativo, y por último se fijan límites máximos para la inversión en instrumentos de renta variable nacionales y extranjeros por tipo de fondo (Anexo 3).

Otros límites establecidos por ley tienen referencia a límites por emisor, con el objetivo de evitar que los Fondos tengan un peso relativo significativo en las decisiones del emisor, permitiendo resguardar una adecuada formación de precios en el mercado. Así mismo, el Régimen de Inversión establecerá otros límites por instrumentos, grupos de instrumentos y por emisor cuyo fin sea la diversificación de los Fondos.

Otras disposiciones tienen referencia a otorgar una mayor responsabilidad a las AFPs respecto de su gestión de inversión. Existe la obligación de diseñar e implementar políticas de inversión y de solución de conflictos de interés para sus Fondos de Pensiones, informando tanto a la SP

¹³ Ver Informe de Estabilidad Financiera. Primer Semestre 2008. Banco Central de Chile e Inversiones en los Fondos de Pensiones. Serie de Documentos “El Nuevo Sistema de Pensiones”. Capítulo V. Superintendencia de Pensiones (2008) para más detalles.

como al público de éstas. Además, deben crear un Comité de Inversión al interior de sus directorios, el que deberá supervisar las políticas de inversión.

V. MARCO CONCEPTUAL

V.1 Volatilidad. Definición

La volatilidad es una medida de variación del retorno sobre un período de tiempo. También, se puede decir que la volatilidad es la desviación estándar de cambio logarítmico, o bien porcentual, de un precio o índice para algún período de tiempo.

La volatilidad se denota por σ , y para retornos compuestos continuamente, la desviación estándar durante cualquier período de T años es $\sigma\sqrt{T}$, asumiendo que el precio sigue un movimiento Browniano Geométrico, con errores normales, y volatilidad constante.

El supuesto de movimiento browniano geométrico es irreal cuando se describen precios de mercado porque la variación de precios futuros depende de la historia reciente de precios. Sin embargo, es una buena aproximación para otros propósitos, por ejemplo como parámetro para determinar el precio de una opción.

V.2 Medidas de volatilidad

V.2.1 Volatilidad histórica: Se define como la desviación estándar de una serie de retornos previos. Tomando N períodos anteriores (en los cuales existen transacciones), y retornos denotados por r_{t-N}, \dots, r_{t-1} , donde el promedio aritmético de ellos es \bar{r} , la desviación estándar histórica está dada por

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (r_{t-i} - \bar{r})^2} \quad 5.2.1$$

con

$$\bar{r} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_{t-i} \quad 5.2.2$$

y entrega una estimación simple de la desviación estándar para el período t.

Esta medida se puede fácilmente transformar en términos anuales, asumiendo que los retornos son de frecuencia diaria y aproximadamente existen 250 días de transacción en un año, haciendo

$$s_{250} = s \times \sqrt{250} \quad 5.2.3$$

V.2.2 Volatilidad condicional: Es la desviación estándar de un retorno futuro que depende de información conocida, como la historia de retornos previos. Utilizando modelos de series de tiempo se calcula la volatilidad esperada, siendo ellos estimados utilizando datos apropiados.

Los modelos ARCH proveen ecuaciones adecuadas para expectativas de volatilidad. Estos modelos autorregresivos y heterocedásticos especifican la varianza condicional del retorno en t, h_t utilizando información previa. Un ejemplo es una suma ponderada del cuadrado del exceso de retorno, definido por la ecuación

$$h_t = \omega + \alpha(r_{t-1} - \mu)^2 + \beta h_{t-1} \quad 5.2.4$$

donde r_{t-1} es el retorno observado en t-1, μ es el valor esperado del retorno, h_{t-1} es la volatilidad estimada en t-1, y ω, α y β son parámetros estimados desde una serie de tiempo larga de retornos.

V.2.3 Volatilidad estocástica: Se basan en el hecho de que la volatilidad no es constante, y dado esto, es interesante determinar cómo cambia la volatilidad a través del tiempo. Los modelos discretos típicos suponen que la volatilidad es no observable, luego sus propiedades estocásticas pueden ser inferidas desde retornos absolutos o cuadrados.

Los modelos a tiempo continuo son utilizados para valorizar opciones cuando el supuesto de volatilidad constante es relajado.

V.2.4 Volatilidad implícita: Es un valor calculado de un precio de una opción.

El modelo Black-Scholes provee precios teóricos para opciones call europeas, asumiendo que el precio del activo sigue un proceso Browniano Geométrico, con varianza anual σ^2 .

Como el precio de una call, $c(\sigma)$, es una función creciente en σ , para cada precio de mercado entre el menor y mayor límite que excluye ganancias por arbitraje, existe una única solución a la ecuación $c_M = c(\sigma)$ que define la volatilidad implícita. Esta medida de volatilidad depende del tiempo de expiración y del precio de ejercicio de la opción.

Las distintas medidas de volatilidad son diferentes en cualquier momento, debido a que poseen distintos datos y supuestos al ser calculadas.

V.3 Modelos ARCH

V.3.1 Introducción: ARCH se deriva de *autorregresive conditional heteroskedasticity*. Los cambios en la varianza o desviación estándar está dado por la heterocedasticidad (*heteroskedasticity*). La varianza de un retorno, condicional en la información de retornos anteriores, se encuentra cuando no hay independencia entre la variable y esta información. Existen muchas funciones que definen una varianza condicional de una variable en t, como función de la información conocida en t-1. Cualquier modelo de este tipo, será un proceso estocástico llamado modelo ARCH.

Hay diversos tipos de modelos ARCH. Algunos de los más conocidos son el GARCH (ARCH generalizado) de Bollerslev (1986) y el EGARCH (ARCH generalizado exponencial) de Nelson (1991). La popularidad de ellos puede ser explicada por su compatibilidad con la mayoría de los hechos estilizados para los retornos de activos, por eficiencia en la estimación de los parámetros del modelo y por la disponibilidad de útiles pronósticos de volatilidad. La especificación de densidades condicionales provee la función de verosimilitud para los datos, que puede ser maximizada para obtener la estimación de parámetros óptimos. Muchos

paquetes de software, pueden maximizar una función de verosimilitud y así realizar una estimación de un modelo ARCH.

V.3.2 ARCH(1): El ejemplo más simple de un proceso ARCH, es el ARCH(1). La distribución de retorno para t, condicional en todos los retornos anteriores, es normal con media μ y varianza condicional dependiendo del tiempo h_t definido por

$$r_t | r_{t-1}, r_{t-2}, \dots \sim N(\mu, h_t) \quad 5.3.1$$

y

$$h_t = \omega + \alpha(r_{t-1} - \mu)^2 \quad 5.3.2$$

Los parámetros de la volatilidad son $\omega > 0$ y $\alpha \geq 0$. La volatilidad de los retornos en el período t, luego depende únicamente del retorno previo.

Los residuos en t son

$$e_t = r_t - \mu \quad 5.3.3$$

y el error estimado cuando los cuadrados de los residuos son predichos,

$$v_t = e_t^2 - E[e_t^2 | r_{t-1}, \dots] = e_t^2 - h_t \quad 5.3.4$$

Estos errores no están correlacionados. Reemplazando

$$e_t^2 = \omega + \alpha e_{t-1}^2 + v_t \quad 5.3.5$$

siguiendo los cuadrados de los residuos, un proceso autorregresivo AR(1). Esto explica la parte AR de la sigla ARCH.

La condición de estacionario del modelo ARCH(1), está dado por la condición $\alpha < 1$. Si no se produce esto, el modelo explota, divergiendo la serie.

V.3.3 GARCH(1,1): El modelo GARCH(1,1) con distribución normal condicional es el más popular ARCH en resultados empíricos, para modelar retornos diarios. La letra G aparece en la sigla debido a la generalización del modelo ARCH, incluyendo un término rezagado en la ecuación de varianza condicional.

La distribución de los retornos para el período t, condicional en todos los retornos previos, está definida por

$$r_t | r_{t-1}, r_{t-2}, \dots \sim N(\mu, h_t) \quad 5.3.6$$

con

$$h_t = \omega + \alpha(r_{t-1} - \mu)^2 + \beta h_{t-1} \quad 5.3.7$$

Son cuatro los parámetros que definen la volatilidad, a saber μ, α, β y ω . Las restricciones $\omega \geq 0, \alpha \geq 0$ y $\beta \geq 0$, son requeridas para asegurar que la varianza condicional nunca es negativa. La posibilidad $\alpha = 0$ no es de interés, por lo que se asume que es positivo. El modelo se denomina GARCH(1,1) porque la varianza condicional en t es definida por sólo un error cuadrado previo y un solo rezago en la varianza condicional. El proceso es estacionario si $\alpha + \beta < 1$ y en ese caso se tienen las siguientes propiedades:

- La varianza incondicional es finita.
- La curtosis incondicional siempre excede tres y puede ser infinita.
- La correlación entre los retornos r_t y $r_{t+\tau}$ es cero para todo $\tau > 0$.
- La correlación entre los cuadrados de los residuos $s_t = (r_t - \mu)^2$ y $s_{t+\tau}$ es positiva para todo $\tau > 0$.

Los errores del proceso son

$$e_t = r_t - \mu \quad 5.3.8$$

y los errores estandarizados están definidos como

$$z_t = \frac{r_t - \mu}{\sqrt{h_t}} = \frac{e_t}{\sqrt{h_t}} \quad 5.3.9$$

Así, la distribución de z_t condicional en retornos anteriores, es

$$z_t | r_{t-1}, r_{t-2}, \dots \sim N(0, 1) \quad 5.3.10$$

y así, no depende de la historia de los retornos. Se dice que los z_t son independientes e idénticamente distribuidos (i.i.d). Basado en esto, el modelo se escribe:

$$r_t = \mu + h_t^{1/2} z_t \quad 5.3.11$$

$$z_t \sim \text{i. i. d. } N(0, 1) \quad 5.3.12$$

Y

$$h_t = \omega + \alpha(r_{t-1} - \mu)^2 + \beta h_{t-1} \quad 5.3.13$$

De las ecuaciones anteriores,

$$h_t = \omega + (\alpha z_{t-1}^2 + \beta)h_{t-1} \quad 5.3.14$$

y además,

$$E[h_t] = \omega + (\alpha + \beta)E[h_{t-1}] \quad 5.3.15$$

por independencia entre las variables z_t y h_t . Además, se obtiene que

$$E[h_t] = \frac{\omega}{1 - (\alpha + \beta)} \quad 5.3.16$$

Luego, el proceso queda bien definido si y sólo si, $\alpha + \beta < 1$ y además $\omega > 0$

V.3.4 Modelos asimétricos de volatilidad: La varianza condicional de un precio futuro de un activo no es una función simétrica de los precios en algunos mercados, especialmente en renta variable. Un aumento de x% en el precio hoy, tiene diferente impacto en la futura volatilidad que una disminución de x% en el precio de hoy. Nelson (1991) muestra que en mercado accionario de EE.UU. una caída tiene mucho mayor impacto en la volatilidad del siguiente día que un aumento de la misma magnitud. Para controlar este efecto, los estudios se focalizan en el signo del residuo e_{t-1} . Con esto, se produce un variable, definida como

$$S_{t-1} = \begin{cases} 1 & \text{si } e_{t-1} < 0 \\ 0 & \text{si } e_{t-1} \geq 0 \end{cases} \quad 5.3.17$$

V.3.4.1 GJR-GARCH(1,1): Es una variación del modelo GARCH(1,1), que contiene el término de asimetría. Así,

$$h_t = \omega + \alpha e_{t-1}^2 + \alpha^- S_{t-1} e_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} \quad 5.3.18$$

Este es un sencillo modelo con asimetría, llamado GJR(1,1), siguiendo el trabajo realizado por Glosten, Jagannathan y Runkle (1993). Los residuos cuadrados son multiplicados por $\alpha + \alpha^-$ cuando el retorno está bajo el valor condicional esperado (o bien, $S_{t-1} = 1$) y por α cuando los retornos son mayores o iguales al valor esperado. Los parámetros están, usualmente, restringidos por que $\omega \geq 0$, $\alpha \geq 0$, $\alpha + \alpha^- \geq 0$, y $\beta \geq 0$.

Generalizando el modelo, GJR(p,q) se define agregando p términos en lo que corresponde al rezago de los errores cuadráticos, y q rezagos en la varianza condicional. Así,

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^p (\alpha_i + \alpha_i^- S_{t-1}) e_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j} \quad 5.3.19$$

V.3.5 GARCH-*in mean*: Este modelo fue desarrollado por Engle, Lilien y Robbins (1987) y entre otros, empleado por French, Schwert y Stambaught (1987) para modelar la volatilidad de los retornos de acciones. En este modelo, se relaciona los retornos con un término de la volatilidad esperada. Así, para el caso de GARCH-M(1,1), el modelo a estimar es el siguiente:

$$r_t = \gamma_0 + \gamma_1 r_{t-1} + \gamma_2 \sqrt{h_t} + \epsilon_t \quad 5.3.20$$

$$h_t = \omega + \alpha e_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} \quad 5.3.21$$

La estimación se realiza por máxima verosimilitud, usando un algoritmo de optimización, llamado BHHH (Bernd-Hall-Hall-Hausman (1974)).

V.4 Método BHHH (Bernd-Hall-Hall-Hausman)¹⁴:

Bernd, Hall, Hall y Hausman computan un algoritmo para estimar los parámetros de un modelo que puede ser no lineal, utilizando máxima verosimilitud. Hasta ese entonces los problemas de estimación e inferencia estaban bien entendidos para máxima verosimilitud, sin embargo el estimador había recibido poco uso en trabajos econométricos por su aparente complejidad en el cálculo. Eisenpress y Greenstadt(1966) y Chow(1973) no emplean un método numérico de maximización que garantice convergencia. Utilizan el método de Newton, el cual requiere un enorme número de terceras derivadas del modelo, restringiéndolo a modelos pequeños.

El modelo a estimar tiene la siguiente forma:

$$F_t(\mathbf{y}_t, \boldsymbol{\beta}) = \boldsymbol{\epsilon}_t \quad 5.4.1$$

Donde \mathbf{y}_t es un vector fila de $I \times M$ de variables dependientes, F_t es una función dos veces diferenciable cuyo valor es un vector de $I \times M$, y $\boldsymbol{\epsilon}_t$ es un vector de error aleatori, asumiendo que están distribuidos de acuerdo a una distribución normal multivariada, con esperanza cero y

¹⁴ Ver Bernd Hall Hall Hausman (1974) para más detalles.

matriz varianza-covarianza Σ . El modelo puede incluir variables exógenas. Incluye un vector $K \times 1$ de parámetros desconocidos, β . Se asume que β es identificable.

Se necesita maximizar el logaritmo de la función de verosimilitud de los coeficientes, β :

$$L(\beta) = k + \sum_t \log|\det J_t| - \frac{1}{2} \log \det F'F \quad 5.4.2$$

Donde k es una constante innecesaria, y J_t es el Jacobiano de la transformación de los errores sobre las variables observadas, y_t

$$J_t = \frac{\partial F_t(y_t, \beta)}{\partial y_t} \quad 5.4.3$$

El gradiente es

$$\frac{\partial L}{\partial \beta} = \sum_t \frac{\partial}{\partial \beta} \log|\det J_t| - \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial \beta} \log \det \sum_t F_t' F_t = p - q. \quad 5.4.4$$

Por otro lado, se define

$$p_t = \frac{\partial}{\partial \beta} \log|\det J_t| \quad 5.4.5$$

$$p_t = \sum_k \sum_l (J_t')_{k,l}^{-1} \frac{\partial J_{t,k,l}}{\partial \beta}$$

Además

$$q_t = \left(\frac{\partial F_t}{\partial \beta} \right) \left(\sum_\tau F_\tau' F_\tau \right)^{-1} F_t' \quad 5.4.6$$

Luego, definimos R_T como

$$R_T = T \sum_t (p_t - q_t) (p_t - q_t)' \quad 5.4.7$$

La iteración es la siguiente:

$$\beta^{(i+1)} = \beta^{(i)} + \lambda^{(i)} \left(R_T^{(i)} \right)^{-1} (p^{(i)} - q^{(i)}) \quad 5.4.8$$

Donde $\lambda^{(i)}$ es computada mediante el método del gradiente, $R_T^{(i)}$ mediante la ecuación (5.4.7) y $p^{(i)}$ y $q^{(i)}$ desde la ecuación (5.4.4)

Finalmente, el algoritmo consiste en:

1. Computar la matriz varianza-covarianza de los residuos desde la ecuación (5.4.1) usando los valores de los parámetros estimados en la iteración previa. Para la primera iteración, valores iniciales arbitrarios pueden usarse.
2. Para cada observación, computar el término del Jacobiano, \mathbf{p}_t y el término “suma de los cuadrados” \mathbf{q}_t . Actualizar \mathbf{R} , \mathbf{p} y \mathbf{q} .
3. Calcular el nuevo vector de dirección, $\mathbf{d} = \mathbf{R}^{-1}(\mathbf{p} - \mathbf{q})$.
4. Chequear la convergencia, definida por

$$\max_i \frac{|\mathbf{d}_i|}{\max(1, |\beta_i|)} < \text{tolerancia elegida} \quad 5.4.9$$

5. Buscar λ y actualizar β usando la ecuación (5.4.2) y (5.4.8). Volver al paso 1.
6. Reportar β y su matriz varianza-covarianza estimada, $(\mathbf{1}/T)\mathbf{R}^{-1}$.

VI. METODOLOGÍA

VI.1 Contextualización

La primera etapa de la investigación consiste en realizar una búsqueda bibliográfica relacionada, tanto para conocer el contexto en que se realiza el trabajo, el cual se basa en el Sistema Previsional chileno, y también para conocer qué estudios relacionados se han realizados a través del tiempo. Esto además permitirá para definir algunos modelos a utilizar y el tipo de datos que será necesario para llevar a cabo el trabajo.

VI.2 Recopilación de datos

La serie de datos principal para el trabajo es la serie de precios del IPSA, utilizando los precios de cierre diarios, para el período comprendido entre el 1 de enero de 2000 y 30 de octubre de 2008. Para tener un control sobre efectos externos en el modelo, se utilizará el índice de Morgan Stanley para Latinoamérica, MSCI, el cual se compone por compañías del mercado

latinoamericano.¹⁵ Por otro lado, se utilizarán series de DOW JONES y BOVESPA para desarrollar algunos antecedentes, y la del VIX para análisis gráfico, sin embargo no serán utilizadas en el modelo. Estos datos son obtenidos desde la base de datos de Bloomberg.

Para obtener la información de los episodios en que ocurren eventos se procederá a realizar una investigación a través de la SAFP y el Banco Central de Chile, identificando inicialmente las fechas de cada evento, y posteriormente las características que tiene cada uno.

VI.3 Trabajo de datos

Previo a la estimación del modelo, es necesario realizar un trabajo de datos. En primer lugar, se realizará una revisión visual de las series por posibles inconsistencias, así como también graficarlas para ver si existen discontinuidades, y realizar un histograma tanto para las series como para los retornos de éstas. Posteriormente se realizara un filtrado considerando sólo los días hábiles, eliminando los datos que son días festivos. Esto se realiza porque esos datos no reflejan un comportamiento del mercado, sino que se repite el mismo índice del día anterior, existiendo un retorno cero, que no es real.

Finalmente, se obtendrán retornos logarítmicos, los cuales tienen la ventaja de que si se quiere obtener un retorno con periodicidad mayor, basta con sumarlos. Además, se utiliza esta medida de retornos en Bohl et. al. (2005), Cowan et al. (2008) y Silva (2007), tanto para trabajos en el mercado chileno como extranjeros.

VI.4 Análisis de los eventos

Dentro de los eventos a estudiar, desde el de marzo de 2002 al de abril de 2008, existen muchas diferencias entre ellos, desde el que sean anunciados o sorpresivos, como también el momento en que ocurren.¹⁶ Mediante la caracterización de cada uno de ellos, será posible analizar las diferencias de acuerdo a los resultados obtenidos.

¹⁵ Ver Bloomberg, ticker MSELEGFL Index para más detalles.

¹⁶ Opazo y Vio (2008) muestran que en el evento de diciembre de 2007, pese a que aumenta el límite de inversión extranjera, esta disminuye, debido al escenario mundial de crisis que existía.

VI.5 Análisis econométrico:

Para el análisis econométrico es necesario realizar diferentes estimaciones, con modelos con cambios sutiles, para que los resultados sean robustos. En un principio, se utilizará un modelo más general, basado en un GARCH(1,1) de acuerdo a Bohl et. al. (2005), utilizando dummies para los días de la semana para capturar este efecto. Posteriormente se modificará levemente este modelo, incluyendo un intercepto sin las dummies de los días de la semana, y con un término no lineal en la ecuación del retorno. Luego se analizará un modelo con intercepto sin el término no lineal. Todos los modelos presentan el término de asimetría en la ecuación de la varianza. Además de esto se realizarán modificaciones al modelo GARCH(1,1), analizando un modelo con diferentes rezagos.

Luego se utilizará un modelo de corto plazo para estimar efectos de la volatilidad con una ventana de un año centrada en el evento, para cada uno de ellos. Esto permitirá analizar si alguno existió algún efecto significativo pero transitorio en la volatilidad de mercado.

VII. DESCRIPCIÓN DE EVENTOS

Los aumentos de límites de la inversión extranjera para los fondos de pensiones ha tenido un aumento paulatino desde el 2002 a la fecha. Los aumentos se producen mediante modificaciones en la ley, y es el Banco Central de Chile, quien determina la periodicidad y magnitud de éstos.

Recientemente fue publicada, por parte de la institución antes mencionada, la fecha y la magnitud de los siguientes cuatro aumentos de límites al exterior, incluida en la Reforma Previsional. Globalmente se aumenta desde un 45% (límite que rige a la fecha) hasta un 60% en una primera etapa¹⁷, como el total de la inversión extranjera que puede existir por el fondo agregado de cada administradora. Así también se definieron los cambios en los límites de inversión extranjera por tipo de fondo, límites máximos de inversión sin cobertura cambiaria

¹⁷ En una segunda etapa, se aumentará hasta un 80%.

por tipo de fondo, y límites máximos de inversión por tipo de fondo en instrumentos de mayor riesgo relativo.¹⁸

En los cambios de límite en estudio, se procedió a aumentar en cinco puntos porcentuales el límite máximo de inversión extranjera global, salvo en el primer evento, donde el aumento fue de un 4%. Con esto, se puede inferir que los eventos fueron bastante homogéneos, por lo menos en su génesis, de modo que las comparaciones sobre los efectos que poseen ellos en la volatilidad de mercado, son lógicas de estudiar, basándose principalmente en que debido a la homogeneidad de ellos, los comportamientos de los inversionistas institucionales, en este caso las AFPs, no debe variar mucho.

Por otro lado, otros eventos a estudiar, serán los momentos en que ocurren los cambios etarios por parte de las administradoras, con el ingreso del sistema de multifondos, donde aquellos afiliados que no eligieron a qué fondo pertenecer, fueron asignados de acuerdo al tramo de edad en que se encontraban.

VII.1 Evento 1: 1 de Marzo de 2002

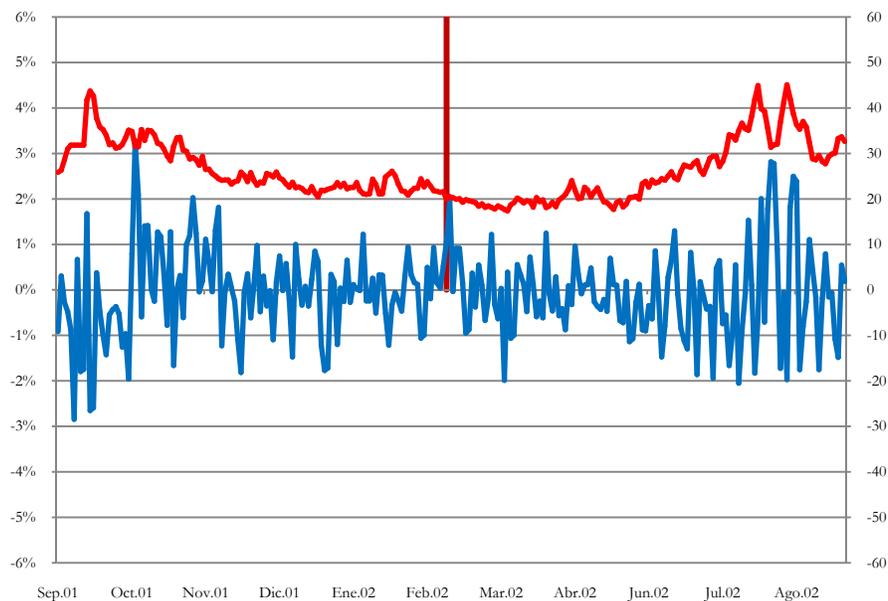
En este primer evento, se aumenta de un 16% a un 20% el límite de la inversión extranjera agregada. Durante este período no existían los multifondos, sólo había un Fondo 1, el cual era el de mayor exposición al riesgo, y el Fondo 2, que era menos riesgoso. Este último no poseía inversión en instrumentos de renta variable.

Por otro lado, en este evento el anuncio antecede al cambio de límite. Cowan, Rappoport y Selaive (2008) encuentran efecto positivo aunque muy leve en el tipo de cambio para este límite. Opazo y Vio (2008) muestran que la inversión extranjera promedio de las carteras de las AFPs para dos meses antes y después pasa de un 13,6% a un 14%.

¹⁸ Comunicado de Prensa. 8 de septiembre de 2008. Banco Central de Chile.

Al analizar la serie de los retornos del IPSA y el VIX en una ventana de un año centrada en el aumento de límite, existen cambios en la volatilidad, sin embargo se mueve directamente relacionado al VIX, estableciendo un efecto externo más que doméstico (Gráfico 5).

Gráfico 5
Retorno del IPSA y VIX
Evento 1: 1 Marzo 2002



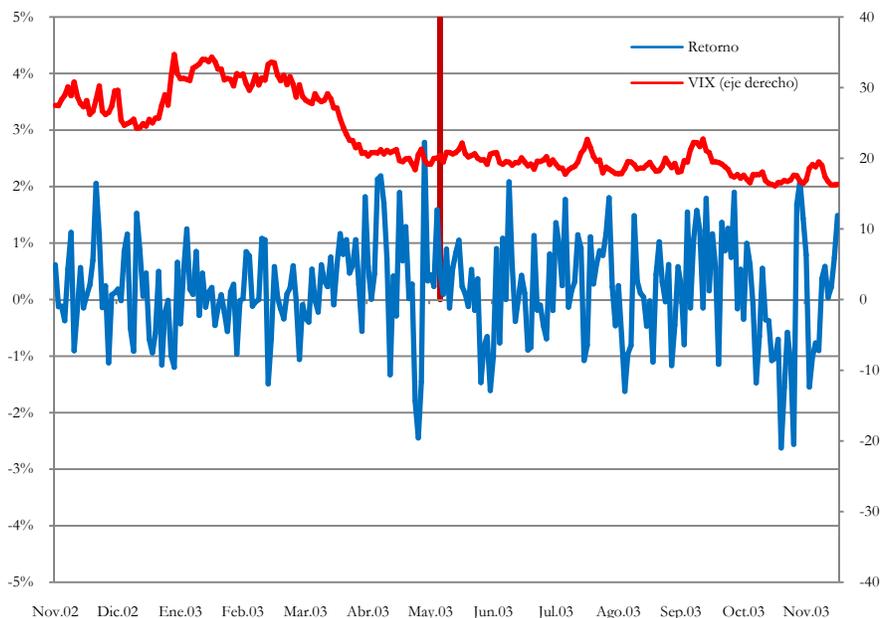
Fuente: Elaboración propia en base a Bloomberg.

VII.2 Evento 2: 29 de Mayo de 2003

En este evento, el aumento del límite de la inversión extranjera es de un 5%, llegando a 25% de la cartera total de la administradora. Además, su anuncio coincide con el cambio de límite. En este momento ya funcionan los multifondos. Opazo y Vio (2008) muestran que el porcentaje promedio de inversión extranjera pasa de un 17% a un 19% luego del aumento, considerando dos meses antes y después de éste. Además el portafolio de los Fondos de Pensiones modifica su participación de acciones domésticas en 1,21% (pasa de 10,55% a 11,77%).

En el retorno, durante la ventana de 1 año, se produce un aumento previo al evento, en marzo de 2003 que coincide con una disminución en el VIX, sin embargo pasado el aumento no se aprecian cambios significativos. Lo mismo ocurre con el VIX, que se mantiene en un nivel (Gráfico 6).

Gráfico 6
Retorno del IPSA y VIX
Evento 2: 29 Mayo 2003



Fuente: Elaboración propia en base a Bloomberg.

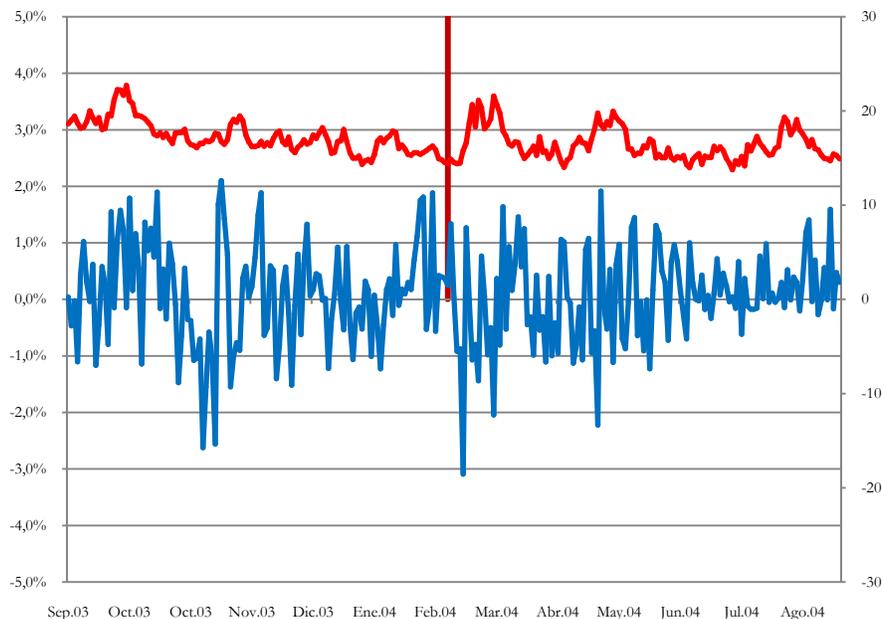
VII.3 Evento 3: 1 de Marzo de 2004

Este aumento de límite se anuncia el 16 de diciembre de 2003, antecediendo al cambio de límite, pudiendo las administradoras invertir hasta un 30% de la cartera total en instrumentos extranjeros, luego de producido el evento. Cowan, Rappoport y Selaive (2008) encuentran que existe depreciación transitoria del peso con respecto al dólar por efecto de este cambio. Opazo y Vio (2008) postulan que la inversión extranjera promedio antes del evento fue de un 23,6% del portafolio, mientras que después llega a un 26%. Además, previo al aumento de límite, las administradoras tenían holgura¹⁹ muy ajustada en instrumentos extranjeros.

¹⁹ Se define la holgura como la diferencia entre el límite máximo de inversión y la inversión real del portafolio.

En la serie de retornos, se puede apreciar que existe una mayor volatilidad al inicio de la muestra, que disminuye al acercarse al evento y aumenta pasado éste, sin embargo también aumenta el VIX. Luego, en junio de 2004 se aprecia una disminución significativa en la volatilidad de los retornos, mientras que el VIX sigue en su nivel (Gráfico 7).

Gráfico 7
Retorno del IPSA y VIX
Evento 3: 1 Marzo 2004



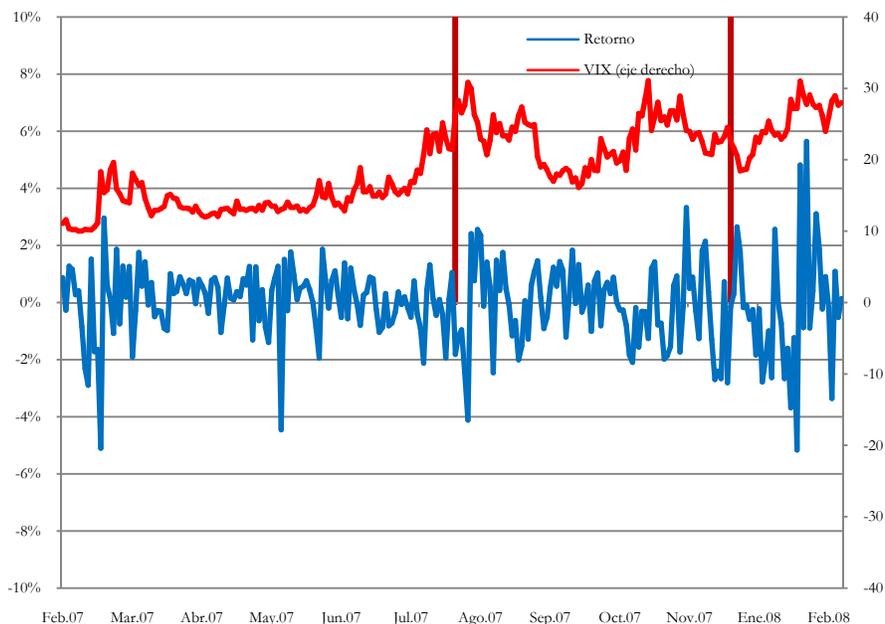
Fuente: Elaboración propia en base a Bloomberg.

VII.4 Evento 4: 9 de Agosto de 2007

Este aumento se produce cuando ya los administradores han ganado y demostrado un alza en la experiencia para manejar las carteras. Es anunciada previamente, aumentando de un 30% a un 35% el límite de inversión extranjera. Opazo y Vio (2008) encuentran que la inversión extranjera promedio antes del período llega a 32,8%, pasando a un 34,1% después del evento. Se aprecia claramente que previo al cambio no existe holgura. Además, se encuentra que en el límite de Renta Variable por fondo tampoco hay, exceptuando el fondo A, el cual tenía holgura positiva.

En los retornos, se aprecia un aumento leve de volatilidad pasado el episodio, que viene también aparejado con un aumento en el VIX. Se aprecia a lo largo de la muestra, que los aumentos están bastante correlacionados con aumentos en el VIX (Gráfico 8).

Gráfico 8
Retorno del IPSA y VIX
Evento 4: 9 Agosto 2007



Fuente: Elaboración propia en base a Bloomberg.

VII.5 Evento 5: 18 de Diciembre de 2007

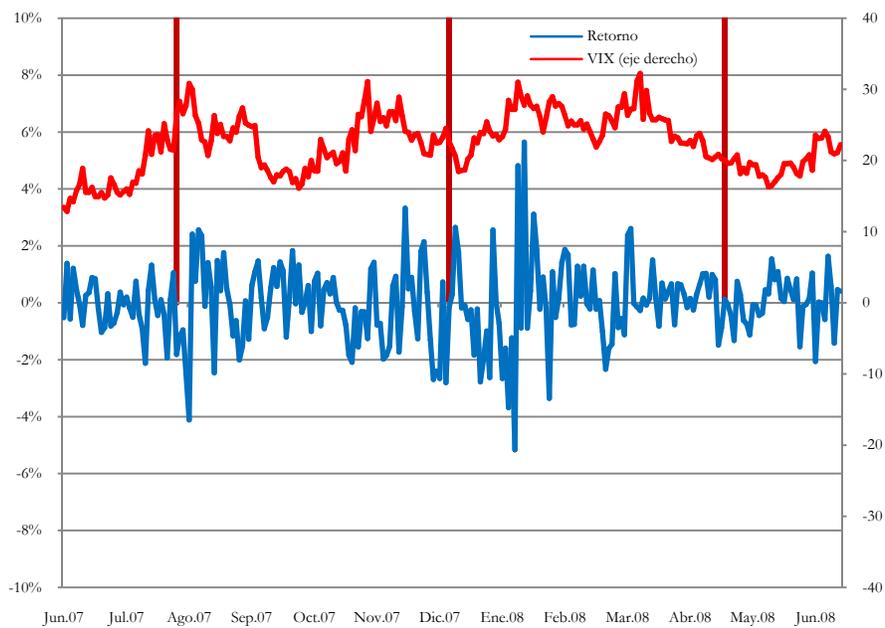
En este aumento de límite se pasa de un máximo de 35% a un 40% para invertir en activos extranjeros. Previo a él, se publica el Oficio Bernstein, el 27 de octubre de 2007, con el objetivo de eliminar los excesos de inversión en el plazo de un año. Además, el escenario externo tenía una gran incertidumbre por los efectos de la Crisis Subprime. Por otro lado, estudios señalan que los porcentajes de inversión durante este período disminuyen, sin que las AFPs utilicen la mayor holgura que poseen para su inversión externa, dado principalmente por el escenario de la economía global que se estaba viviendo.²⁰ En este mismo sentido, Opazo y

²⁰ Ver Opazo, L. y Vio, C. (2008) para más detalles.

Vio (2008) encuentran que antes del aumento de límite el promedio de inversión extranjera de las carteras de las AFPs es de un 35,4%, mientras que pasado el aumento, baja a un 33,2%. Así mismo, señalan que no existe holgura en inversión extranjera antes del aumento, como tampoco en renta variable por fondo, exceptuando el fondo A.

En el retorno de mercado, se aprecian aumentos leves previos al evento, coincidiendo con aumentos en el VIX. A fines de octubre, también aumenta la volatilidad en conjunto con el VIX, y en magnitudes similares a agosto. Sin embargo, pasado diciembre, se aprecia un aumento considerable en la volatilidad, que no se explica por un aumento en el VIX, y que es transitorio, disminuyendo en marzo de 2008 (Gráfico 9).

Gráfico 9
Retorno del IPSA y VIX
Evento 5: 18 Diciembre 2007



Fuente: Elaboración propia en base a Bloomberg.

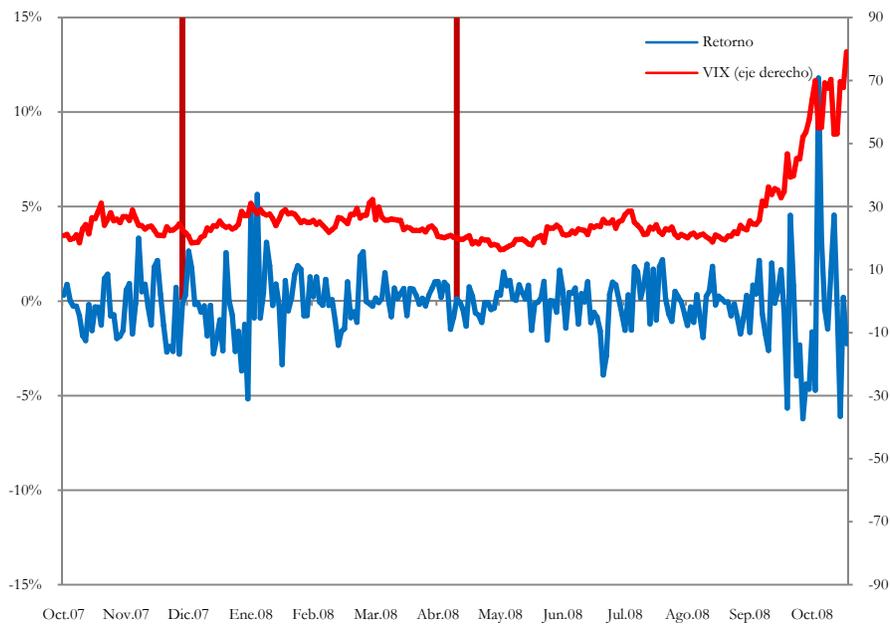
VII.6 Evento 6: 24 de Abril de 2008

Este último evento de estudio también es un anunciado con anticipación. Se pasa de un 40% a un 45% como límite agregado de inversión extranjera. Opazo y Vio (2008) muestran que el

promedio de inversión extranjera pasa de un 31,1% antes del evento a un 34,6% después. No hay problemas de holgura en esta restricción.

En los retornos no se ve un cambio en la volatilidad que haya sido producido por el aumento de límite. Ésta aumenta considerablemente a fines de agosto de 2008, sin embargo se refleja un efecto externo al crecer drásticamente la serie del VIX. En este momento se está en plena Crisis Subprime, desatada con la quiebra del banco de inversiones Lehman Brothers, el 15 de septiembre de 2008 (Gráfico 10).

Gráfico 10
Retorno del IPSA y VIX
Evento 6: 24 Abril 2008



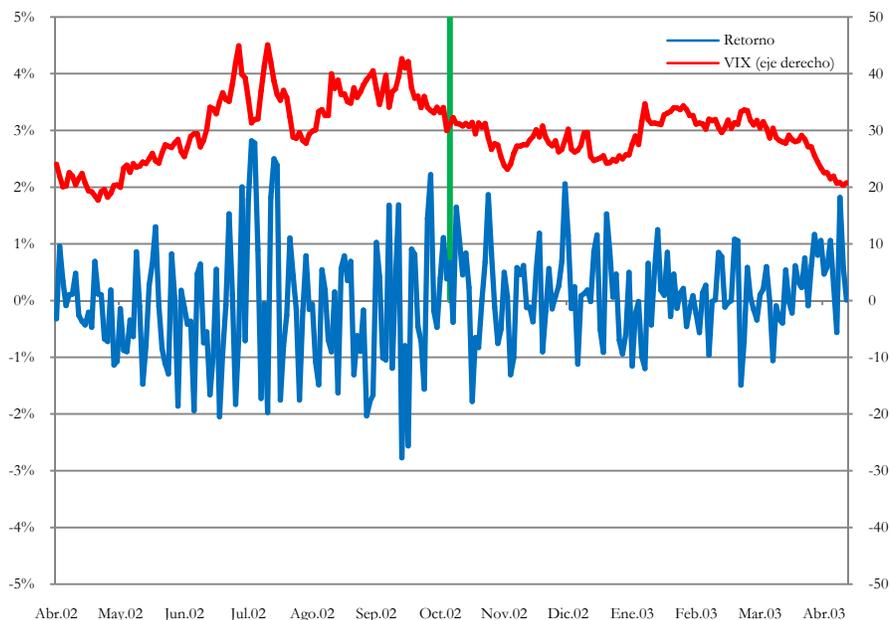
Fuente: Elaboración propia en base a Bloomberg.

VII.7 Evento 7: Asignación etaria I. 27 de Octubre de 2002

Este evento es anunciado, no como un cambio de límite, sino que como el plazo final para que los afiliados ejercieran su opción de elegir el fondo al cual querían pertenecer. Luego de esto, las administradoras debían reasignar la primera mitad de los fondos de acuerdo al tramo etario del afiliado.

En los retornos se puede ver una baja en la volatilidad pasado el evento, la que pese a que el VIX desciende su nivel en los primeros meses, pasado enero de 2003 aumenta sin que lo haga la volatilidad de los retornos del IPSA.

Gráfico 11
Retorno del IPSA y VIX
Evento 7: 27 Octubre 2002



Fuente: Elaboración propia en base a Bloomberg.

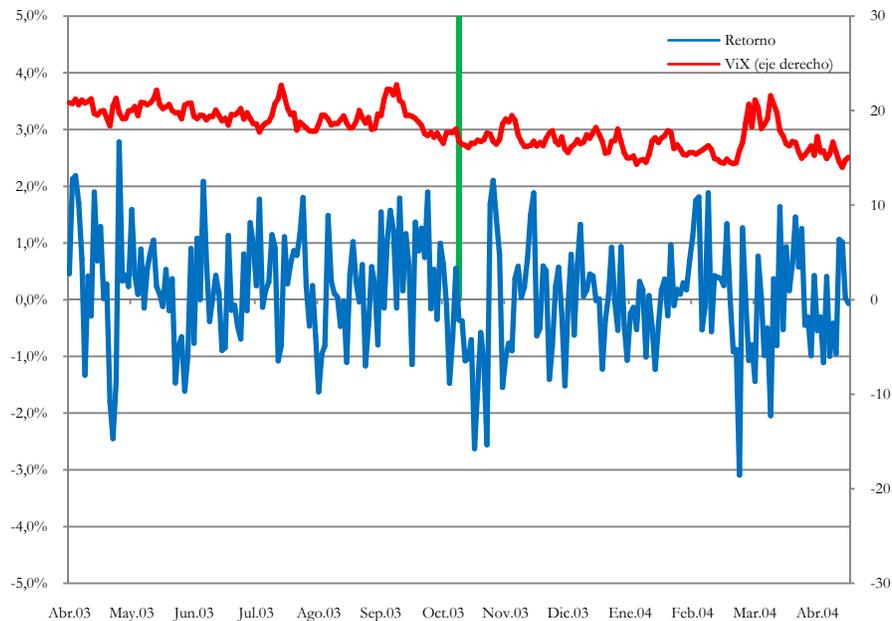
VII.8 Evento 8: Asignación etaria II. 27 de Octubre de 2003

La última mitad de los fondos asignados mediante el rango etario ocurre un año después del cambio anterior. Este proceso posee menor incertidumbre, ya que se conoce la cantidad de afiliados que no realizaron su opción, como también se puede estimar los montos a transar y los fondos a los cuales irán esos capitales.

Los retornos no muestran diferencias significativas entre antes y después de reasignar los fondos. El VIX también se mantiene en un nivel constante, con cierto ruido, y cuando existe un aumento considerable en este último, también lo hace la volatilidad de los retornos del

IPSA, hacia marzo de 2004. En general los movimientos están bastante alineados con el VIX, por lo que serían efectos externos los que inciden en la volatilidad del mercado chileno.

Gráfico 12
Retorno del IPSA y VIX
Evento 8: 27 Octubre 2003



Fuente: Elaboración propia en base a Bloomberg.

VIII. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS Y MODELO A ESTIMAR

Los datos a utilizar corresponden a las series del IPSA, obtenidas a través de la plataforma Bloomberg, desde el 1 de enero de 2000, hasta el 30 de octubre de 2008. Las series corresponden a los cierres diarios del índice, calculando los retornos mediante la diferencia de los logaritmos. Por otro lado, como un índice internacional se utilizó el MSCI para Latinoamérica, correspondiente a Morgan Stanley.

La base de datos constituye un panel, e inicialmente posee 2203 observaciones y 3 variables (fecha, IPSA y MSCI) (Anexo 4). Luego, se realiza un trabajo con los datos para obtener variables de retornos, las *dummies* de los días de la semana, y también las referentes a los

eventos a estudiar. Adicionalmente se realiza un test de significancia conjunta del efecto día de la semana, con un Test de Wald, en el modelo que incluye este efecto.

La estimación se realizará mediante el software Stata 9.0, y debido a que se realiza a través del método de máxima verosimilitud, se reportará el estadístico del criterio de información de Akaike y Schwartz.

Se realizarán dos tipos de estimaciones. En primer lugar, se analizarán todos los eventos en una estimación correspondiente a toda la muestra, obteniendo aquellos que son significativos y si el efecto es positivo o negativo para la estabilización de los precios. Luego, obtenido esto, se analizarán los eventos en ventanas de 1 año, para analizar una mayor consistencia en los resultados, identificando así efectos transitorios en la volatilidad.

VIII.1 Modelo general:

El modelo que se utilizará, será basado en un GARCH(1,1)²¹ de acuerdo a Bohl y Brzeszczyński (2005), con asimetría de los errores, y además un término referente a la volatilidad en la ecuación del retorno. Además, se capturará utilizando dummies para los días de la semana, el efecto día de la semana, de acuerdo a Mercado (2006) sin intercepto. Se implementará un procedimiento partiendo del más general al más específico incluyendo las dummies de los días de la semana, los rezagos de primer orden lineales y no lineales y el término del retorno extranjero como variable de control. Luego se excluirán las variables dummies de los días de la semana, incluyendo un intercepto en la ecuación de retorno y finalmente se omitirá el componente no lineal, de manera de tener una impresión acerca de la robustez de los resultados.

El modelo teórico es el siguiente:

$$r_t = \sum \alpha_{i0} DW_i + \sum \sum \alpha_{ij1} DW_i E_{jt} + \alpha_2 r_{t-1}^F + \alpha_3 r_{t-1} + \sum \alpha_{4i} r_{t-1} E_{jt} + \alpha_5 \sqrt{h_t} + e_t$$

²¹ Se testaron modelos GARCH con órdenes superiores, sin lograr mejorar la eficiencia.

$$h_t = \exp(\gamma_0 + \sum \gamma_{1i} E_{it}) + \gamma_2 h_{t-1} + \gamma_3 e_{t-1}^2 + \gamma_4 e_{t-1}^2 I_t$$

El retorno del IPSA está definido como $r_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$, donde P_t representa el valor del índice en t, y $e_t = N(0, h_t)$ denota el término aleatorio del retorno del IPSA. DW_i son variables dummies para Lunes, Martes, Miércoles, Jueves y Viernes, $i=1, \dots, 5$. E_{jt} corresponde a un set de dummies donde para cada evento j, ocurrido en T, $E_{jt} = 0$ si $t < T$ y $E_{jt} = 1$ si $t \geq T$.

El término r_{t-1}^F denota el retorno rezagado del índice internacional, MSCI para Latinoamérica, el cual se utiliza como variable de control debido a la interdependencia del mercado chileno con los mercados internacionales.²² Además se incluye una variable que es determinada por la desviación estándar del modelo en t.

La ecuación de la varianza corresponde al modelo asimétrico de GARCH(1,1) y presenta un intercepto más las variables dummies que se refieren a los eventos. Esto permite observar los cambios estructurales en la volatilidad, asumiendo cambios en el nivel de ésta. Además, se incluyen la componente de los errores cuadrados rezagados en un período, controlando de acuerdo a si son positivos o negativos, incluyendo la variable I_t , que toma el valor 1 si el error es negativo, y cero si es positivo, y la varianza rezagada en un período.

Los resultados de las estimaciones y los errores estándares robustos para los seis cambios de límites, más los dos eventos de asignación etaria son presentados en la Tabla 1 del Anexo 5. El modelo 1 incluye el efecto día de la semana, el modelo 2 incluye un intercepto en vez de las dummies de los días de la semana, y finalmente el modelo 3 además de esto último, incluye un término no lineal en la ecuación del retorno.

²² Se testeó el modelo con un término dependiente del VIX sin encontrar que era significativo, puesto que ya se controla por factores externos con el término del retorno del índice internacional.

VIII.2 Modelo de corto plazo:

Para cada evento, se estimará el siguiente modelo de corto plazo, adaptado de Bohl y Brzezczynski (2005), con una ventana de un año, seis meses antes y seis meses después de que ocurre el evento.

$$r_t = \alpha_0 + \alpha_1 r_{t-1}^F + \alpha_2 r_{t-1} + e_t$$
$$h_t = \exp(\gamma_0 + \sum \gamma_{i1} E_{it}) + \gamma_2 h_{t-1} + \gamma_3 e_{t-1}^2 + \gamma_4 e_{t-1}^2 I_t$$

Con esto, se pretende capturar efectos transitorios en la volatilidad de mercado, producidos por algún evento. Al igual que en el modelo general, se incluye el índice internacional como variable de control, además del retorno rezagado doméstico. La ecuación de la varianza no tiene modificaciones.

Los resultados para cada uno de los eventos, se presentan en la Tabla 2 del Anexo 5.

IX. RESULTADOS

En el modelo general, se ve una estabilización de los precios de mercado causado por el evento 3, que corresponde al 1 de marzo de 2004, reflejado en el parámetro negativo que acompaña a la *dummy* correspondiente en la ecuación de la varianza del modelo. Esto significa que la ponderación es menor que uno, por lo que hay una disminución en el nivel de la volatilidad. Este efecto se aprecia en los tres modelos testeados.

En el modelo 1, se ve que existe efecto día de la semana, para el día lunes y viernes, y que poseen distintos signos, concordando con Mercado (2006) donde se encuentran efectos para los mismos días, y con signo opuestos. En este modelo se aprecia un efecto significativo causado por el evento 4, ocurrido el 9 agosto de 2008, que desestabiliza los precios, pero los modelos 2 y 3 no lo demuestran.

Para toda la muestra no se observan efectos significativos en la volatilidad causados por los demás eventos. Al analizar los efectos en el modelo de corto plazo, se obtienen efectos en el

evento 3 (si hay efectos a largo plazo, con mayor razón habrá en corto plazo, validando los resultados anteriores), el cual estabiliza los precios. También se aprecia un efecto transitorio, esta vez negativo (que desestabiliza los precios), producido por el evento 5, del 18 de diciembre de 2007, el que pudo haber sido afectado por la publicación del Oficio Bernstein, el 27 de octubre del mismo año. Además, durante la primera asignación etaria, también se produce una disminución en el nivel de volatilidad del mercado chileno, estabilizando los precios, pero que es transitoria.

Por otro lado, tanto las variables del retorno rezagado como el retorno del índice internacional se ajustan bastante bien al modelo, siendo en todos significativos a un nivel de confianza de un 5% o un 1%. También se puede decir que los interceptos en la ecuación del retorno, en todos los casos son no significativos, básicamente por el hecho de que los retornos tienen una media muy cercana a cero. Además, el modelo GARCH(1,1) asimétrico se adaptó bastante bien en la muestra completa.

Por último, un resultado no menor es que no se encontró evidencia que los eventos estudiados produjeran diferencias estructurales en los retornos de mercado, lo que sugiere que no es posible realizar operaciones de arbitraje utilizando la información de los cambios de límites.

X. CONCLUSIONES

Los efectos que han tenido los aumentos de límites de inversión extranjera de las carteras de las AFPs y la asignación etaria luego de la introducción del sistema de multifondos son variados para cada evento. Esto se da debido a que cada uno de ellos se presenta con características particulares, tanto por el estado en que se encuentra el mercado en el momento en que ocurre el evento, como también la holgura que poseen las administradoras para invertir en el extranjero, y el escenario económico mundial, entre otras.

En el análisis para toda la muestra, se encuentra que un solo evento produce efectos estadísticamente significativos, que son positivos para el mercado, estabilizando los precios. Este evento se produce el 1 de marzo de 2004. Para este mismo episodio, Cowan et. al (2008) encuentran que existe depreciación transitoria del peso con respecto al dólar, y otros estudios

muestran que la inversión extranjera promedio subió un 1,4% en su participación del portafolio. Por otro lado, se observaron efectos transitorios en dos eventos más, el de la primera asignación etaria, que estabiliza los precios, y el de diciembre de 2007, que los desestabiliza.

En los eventos en que existe un efecto positivo o bien nulo, hay un conocimiento por parte del mercado de que se producirán. Sin embargo, en el de diciembre de 2007, se había publicado el Oficio Bernstein, que obligaba a las administradoras a liquidar en un tiempo determinado sus excesos de inversión. Esto produjo un efecto negativo en el mercado, debido a que en todos los demás se expandía la inversión, mientras que en este se contrajo. Por esto se puede afirmar que es más importante prevenir los excesos, antes de que ocurran, a emitir un comunicado para que liquiden estos cuando las carteras ya están sobre los límites. Sin duda que la fiscalización por parte de la Superintendencia es fundamental, para que no se produzcan nuevamente desestabilizaciones en los precios de mercado por efecto de liquidaciones de posiciones por parte de las AFPs.

Por cómo están fijados los incentivos de los *traders* de las AFPs, existe un comportamiento de obtener rentabilidad a corto plazo, sumado al efecto manada, debido a que se publicaban las carteras mensuales de las administradoras. Con la Reforma Previsional se cambia el período de publicación de las carteras, siendo ahora de frecuencia mensual pero rezagada un trimestre. Además es fundamental la obligación de crear el Consejo de Inversiones. Estas dos medidas podrían reducir la cantidad de transacciones realizadas por las AFPs, teniendo objetivos de rentabilidad a un mayor plazo, y así no afectar tanto la estabilidad de los precios de mercado.

Finalmente, dado el escenario regional, donde en Argentina recientemente se decidió, por parte del gobierno, privatizar los Fondos de Pensiones, debido a las altas pérdidas que habían tenido, es importante mencionar que en Chile por ahora los fondos tienen *inflows*, es decir que los flujos que ingresan al sistema por efecto de cotizaciones es mayor que el que sale por efecto del pago de jubilaciones. Sin embargo, a medida que la población envejece, este flujo disminuye, teniendo un punto de inflexión en algún período futuro. Algunos autores afirman que el 2012 puede producirse este efecto, sin embargo depende mucho de la dinámica de la

inversión de los fondos. Junto con esto, Opazo, Raddatz y Schmukler (2008) muestran que la madurez de la inversión de los Fondos de Pensiones chilenos es parecida a la de los Fondos Mutuos chilenos y americanos, siendo que las pensiones no tienen el riesgo de una corrida, por lo que debieran ser más largos. Es de esperar que mientras más largos sean los fondos, el punto de inflexión se producirá más lejos, teniendo en cuenta también que existe un *trade off* entre esto y la liquidez para realizar los pagos presentes. Por esto, los incentivos para los *traders* debieran cambiar, alineándose con la sustentabilidad del sistema de pensiones, sin dejar de lado el crecimiento de los fondos.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Banco Central de Chile (2008). *Informe de Estabilidad Financiera*. I semestre 2008.

Banco Central de Chile (2008). Comunicado de Prensa. 8 de septiembre de 2008.

Banchile Inversiones (2008). *Informe Mensual AFPs*. Departamento de Estudios. 22 de octubre de 2008.

Baum, C. (2001). “Stata: The language of choice for time series analysis?”. *Stata Journal* 2001. Stata Corp LP.

Baum, C., Barkoulas, J., Caglayan, M. (1999). “Long memory or structural breaks: Can either explain nonstationary real exchange rates under the current float? *Journal of International Financial Markets, Institutions, and Money*.

Berndt, E., Hall, B., Hall, R., Hausman, J. (1974). “Estimation and inference in nonlinear structural models” *Annals of Economic and Social Measurement*, 3/4, 1974.

Bohl, M., Brzezczynski, J. (2005). “Do institutional investor destabilize stock prices? Evidence from an emerging market”. Center for economic reform and transformation, Discussion paper 2005/01. Abril.

Campbell, J., A. Lo y A. MacKinlay (1995) *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton Press.

Cowan, K., Rappoport, D., Selaive, J. (2008). “Tipo de cambio y límites de inversión en el extranjero de los fondos de pensiones”. *Informe de Estabilidad Financiera*. Banco Central de Chile, segundo semestre 2007.

Huang, C., Litzenberger, R. (1988) *Foundations for Financial Economics*. Prentice Hall.

Johnson, C. (2000) “Métodos de Evaluación del Riesgo para Portafolio de Inversión” Documento del Trabajo #67, Banco Central de Chile.

Mercado, F. (2006) “Estudio del efecto día de la semana en el mercado accionario chileno”. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil Industrial. Universidad de Chile.

Mills, T. (1999) *The Econometrics Modelling of Financial Time Series*, segunda edición, Cambridge University Press.

Opazo, L., Raddatz, C., Schmukler, S. (2008). How Long is Long Term in Emerging Economies? First and Preliminary Draft.

Opazo, L., Vio, C. (2008). Cambio de Límites de Inversión en el Extranjero de las AFP: Impacto en las Colocaciones Domésticas. Mimeo Banco Central de Chile.

Rachev, S., S. Mittnik, F. Fabozzi, S. Focardi, T. Basic (2007) *Financial Econometrics*, John Wiley & Sons, Ltd.

Raddatz, C., Schmukler, S. (2008) “Pension Funds and Capital Market Development: How Much Bang for the Buck? World Bank. Mimeo.

Selaive, J., Silva, C. (2008). “Fondos de pensiones y tasas de interés de instrumentos del Banco Central de Chile”, Informe de Estabilidad Financiera, Banco Central de Chile, segundo semestre 2007.

Silva, C. (2007) “Impacto de transacciones de los fondos de pensiones en el mercado bursátil local”. IEF Primer Semestre. Banco Central de Chile.

Stata Press. (2005). *Stata Times-Series Reference Manual*. Release 9.

Taylor, S. (2005) *Asset Price Dynamics, Volatility, and Prediction*. Princeton University Press.

Walker, E., Le Fort, F. (2002). "Pension Reform and Capital Markets: Are There Any (Hard) Links? Washington D.C.: World Bank, Social Protection Paper N° 0201

Walker, F., Liendo, R. (2002). "Los Multifondos y el Ahorro Previsional Voluntario: La Construcción Personal de la Pensión de Vejez." *Revista Economía y Administración*. Volumen Octubre/Noviembre N°144.

Willmot, P. (2006), *Paul Wilmott on Quantitative Finance*, volumen 3, segunda edición. John Wiley & Sons, Ltd.

http://www.tcd.ie/Economics/staff/main/2005_06_Msc/Session19/ARCH/arch.pdf

Visitado el 5 de septiembre de 2008.

<http://www.tc.umn.edu/~dang0088/handout7-arma.pdf>

Visitado el 5 de septiembre de 2008.

http://www.inp.cl/roller/reformaprevisional/entry/preguntas_sobre_las_inversiones_de

Visitado el 26 de noviembre de 2008.

http://www.fiap.cl/prontus_fiap/site/artic/20080221/asocfile/20080221144644/luis_figueroa.ppt

Visitado el 26 de noviembre de 2008.

http://www.spensiones.cl/573/articles-5894_recurso_1.pdf

Visitado el 26 de noviembre de 2008.

XII. ANEXOS

Anexo 1: Descripción de límites y cambios de regulación²³

Tabla 1

Evolución de los límites de inversión en Chile desde 1999.

Fecha de Cambio	Descripción
1999	El límite para la inversión en instrumentos extranjeros ascendía a 16%.
Marzo 2000	El Fondo 2 fue creado con un límite igual al del Fondo 1 (16%), pero los activos del Fondo 2 sólo podían invertir en instrumentos de renta fija.
1 de Marzo de 2002	El límite agregado para la inversión extranjera creció a 20%.
29 de Mayo de 2003	El límite agregado para la inversión extranjera creció a 25%.
1 de Marzo de 2004	El límite agregado para la inversión extranjera creció a 30%.
9 de Agosto de 2007	El límite agregado para la inversión extranjera creció a 35%.
18 de Diciembre de 2007	El límite agregado para la inversión extranjera creció a 40%.
24 de Abril de 2008	El límite agregado para la inversión extranjera creció a 45%.
1 de Octubre de 2008	El límite agregado para la inversión extranjera se mantuvo en 45%. Se modifican límites de tipos de activos por fondo.

²³ Ver Raddatz y Schmukler (2008) y Banco Central de Chile para más detalles.

Tabla 2

Cambios regulatorios a partir de 1999.

Legislación	Descripción
Ley No. 19,641/1999	<p>Se denomina el fondo en el cual los administradores pueden invertir como “Fondo 1” y se crea un segundo fondo “Fondo 2”, para invertir sólo en instrumentos de renta fija.</p> <p>Se diferencian las bandas de límites de inversión por instrumento y fondo.</p> <p>Se aumenta el límite en instrumentos securitizados extranjeros de 12 a 20%.</p>
Ley No. 19,705/2000	<p>Se permite a los fondos de pensiones invertir en acciones corporativas domésticas, instrumentos securitizados extranjeros, y otros instrumentos cuyos emisores son supervisados por la Superintendencia de Valores y Seguros o la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras, como también por el Banco Central de Chile, y la aprobación de la Comisión Calificadora de Riesgo (CCR).</p>
Ley No. 19,795/2002	<p>Se establece el régimen de multifondos. Cada administrador es obligado a ofrecer cuatro fondos (B, C, D y E) con la opción de ofrecer el A.</p> <p>Por nivel de fondo, se establecen los instrumentos diferenciados en los cuales los fondos de pensiones pueden invertir y las bandas de los límites de inversión por instrumento.</p>
Reforma Previsional 2006	<p>Para hacer los límites de inversión más flexibles, una estructura simplificada sobre la elección de instrumentos y límites de inversión aparece en la ley.</p> <p>Se proponen modificaciones graduales a los límites de inversión mediante un rango agregado para todos los fondos en el sistema de un 30 a 80%. Para fondos individuales los rangos eran: Fondo A (45 a 100%), Fondo B (40 a 90%), Fondo C (30 a 75%), Fondo D (20 a 45%) y Fondo E (15 a 35%).</p>

Tabla 3

Descripción de las diferentes dimensiones de límites de inversión.

- a) Por instrumento. Los límites de inversión deben asegurar una apropiada diversificación de portafolios, limitando las combinaciones de riesgo y retorno que ellos pueden contener.

- b) Por emisor. Los límites de inversión tienen un doble objetivo. El límite establecido como un porcentaje del valor de los fondos significa que la concentración de las inversiones del fondo de pensiones en instrumentos garantizados o emitidos por una institución debe estar dentro de un rango. Para los límites establecidos como un porcentaje de los activos o de la riqueza neta del emisor, lo principal es intentar evitar que las adquisiciones de un fondo tengan un peso relevante en las decisiones del emisor. Hay también diferentes límites por emisor, dependiendo del sector económico, y al mismo tiempo existen diferentes límites dentro de cada sector económico por tipo de instrumento.

- c) Por grupo de instrumentos. Los límites de inversión deben fijar un máximo nivel para los porcentajes de fondos de pensiones invertidos en diferentes grupos de instrumentos.

- d) Por emisor relacionado con la AFP. Los límites por emisor están sujetos a considerables reducciones cuando un emisor es una entidad o persona con propiedad relacionada con la AFP.

Anexo 2: Fusiones de AFPs

Tabla 1: Fusiones de AFPs desde 1996.

AFP	Fusionada con
Aporta	Fomenta, de Octubre 1998 a Diciembre 2001
Armoniza	
Bansander	
Capital	De Bansander y Santa María, en Abril 2008.
Cuprum	
Fomenta	
Futuro	
Habitat	
Magister	Futura, de Noviembre 1996 a Agosto 1998 Qualitas de Septiembre 1998 a Enero 2001 Aporta de Febrero 2001 a Febrero 2004
Plan Vital	Magister, desde Marzo 2004
Protección	
Provida	Unión, de Junio 1998 a Diciembre 1998 Protección, de Enero 1999
Qualitas	
Santa María	Bansander, desde Abril 2008, formando Capital
Summa	Bansander, desde Julio 1998
Unión	
Valora	

Anexo 3: Límites máximos de inversión²⁴

Tabla 1

Límite Máximo Global de Inversión en el Extranjero

1 de octubre de 2008	:	45%
1 de diciembre de 2008	:	50%
1 de abril de 2009	:	55%
3 de agosto de 2009	:	60%

Tabla 2

Límites Máximos de Inversión en el Extranjero por Fondos

Tipo de Fondo	A	B	C	D	E
1 de octubre de 2008	: 65%	50%	40%	20%	10%
1 de diciembre de 2008	: 70%	55%	45%	25%	15%
1 de abril de 2009	: 75%	60%	50%	30%	20%
3 de agosto de 2009	: 80%	70%	60%	30%	25%

Tabla 3

Límites Máximos de Inversión en el Moneda Extranjera sin Cobertura Cambiaria por Fondo

Tipo de Fondo	A	B	C	D	E
1 de octubre de 2008	: 45%	31%	24%	19%	10%
1 de diciembre de 2008	: 45%	35%	30%	20%	10%
1 de abril de 2009	: 50%	40%	35%	25%	15%

Tabla 4

Límites Máximos de Inversión en Instrumentos de Mayor Riesgo Relativo por Fondo

Tipo de Fondo	A	B	C	D	E
1 de octubre de 2008	: 20%	17%	14%	10%	.-

²⁴ Comunicado de Prensa. 8 de septiembre de 2008. Banco Central de Chile.

Anexo 4: Descripción de los datos

Tabla 1
Estadística Descriptiva

	IPSA		Retorno IPSA
Media	1796.46056	Media	0.00035567
Error típico	15.8984337	Error típico	0.00022508
Mediana	1502.58	Mediana	0.00060262
Desviación estándar	746.210899	Desviación estándar	0.01056209
Varianza de la muestra	556830.706	Varianza de la muestra	0.00011156
Curtosis	-0.84408061	Curtosis	10.3236759
Coefficiente de asimetría	0.68760889	Coefficiente de asimetría	0.19073156
Rango	2613.8	Rango	0.18017951
Mínimo	885.7	Mínimo	-0.06214584
Máximo	3499.5	Máximo	0.11803367
Suma	3957602.61	Suma	0.78318847
Observaciones	2203	Observaciones	2202

Gráfico 1
Histograma
Retorno IPSA

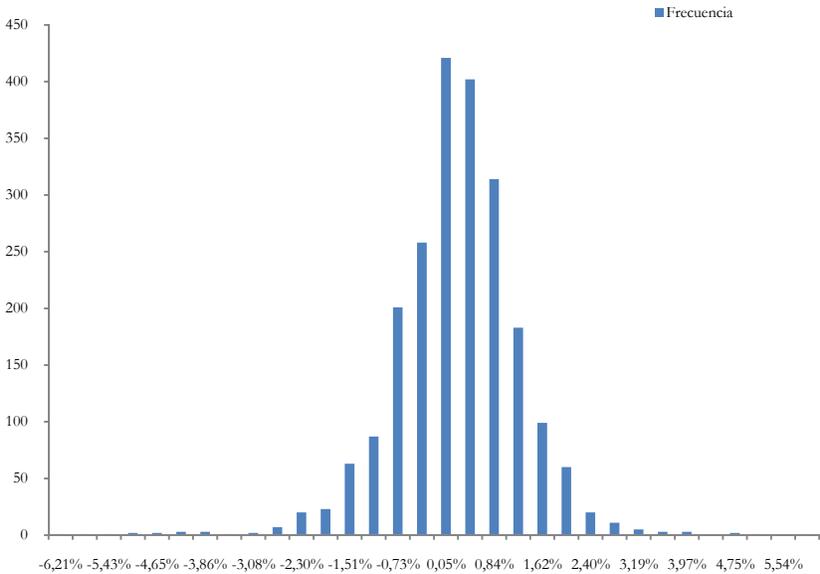
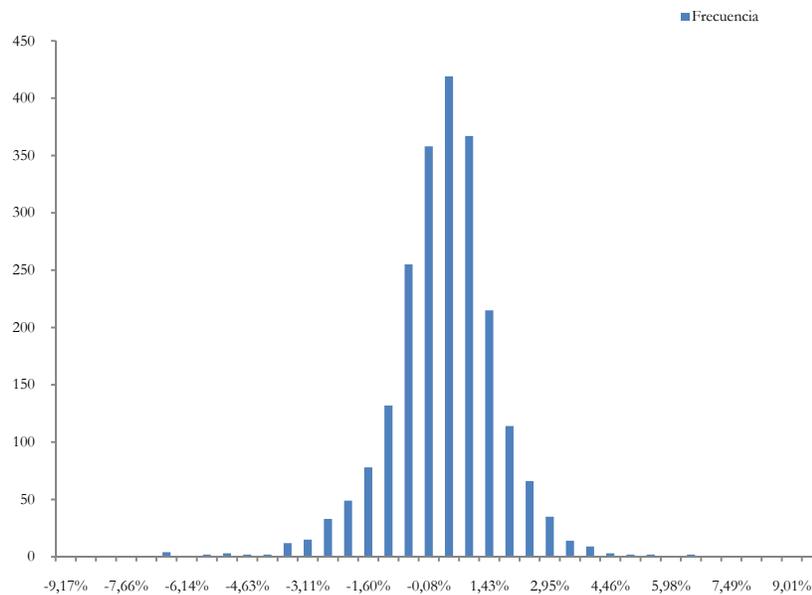


Tabla 2
Estadística Descriptiva

	MSCI		Retorno MSCI
Media	35166.6431	Media	0.00038592
Error típico	435.60989	Error típico	0.00030904
Mediana	26800.494	Mediana	0.00104192
Desviación estándar	20445.841	Desviación estándar	0.01450169
Varianza de la muestra	418032416	Varianza de la muestra	0.0002103
Curtosis	-0.67552661	Curtosis	8.84170702
Coefficiente de asimetría	0.83432075	Coefficiente de asimetría	-0.20529025
Rango	70853.546	Rango	0.23228325
Mínimo	14425.36	Mínimo	-0.11191172
Máximo	85278.906	Máximo	0.12037153
Suma	77472114.7	Suma	0.84978936
Observaciones	2203	Observaciones	2202

Gráfico 2
Histograma
Retorno MSCI



Anexo 5: Resultados estimación

Tabla 1
Estimación Modelo General
Coeficiente
(Error Estándar)²⁵

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
α_0		0.04269 (0.0007878)	0.01883 (0.0001578)
α_{10}	-0.14207 (0.0006487)**		
α_{20}	-0.06541 (0.0007143)		
α_{30}	-0.04861 (0.000605)		
α_{40}	0.04567 (0.0007228)		
α_{50}	0.17839 (0.0006927)***		
α_{111}	-0.10049 (0.0015894)		
α_{121}	-0.14723 (0.001785)		
α_{131}	0.05351 (0.0022871)		
α_{141}	-0.29446 (0.0018392)		
α_{151}	0.5834 (0.0027399)**		
α_{161}	-0.32422 (0.0029034)		
α_{171}	-0.0015 (0.001774)		
α_{181}	-0.04844 (0.0026658)		
α_{211}	-0.20328 (0.0016037)		
α_{221}	0.22017 (0.0020176)		
α_{231}	0.62846 (0.0023102)***		
α_{241}	-0.26468 (0.0020736)		

²⁵ Los coeficientes están multiplicados por 100. La significancia de las variables al 10%, 5% y 1% se denotan por *, ** y *** respectivamente.

α_{251}	-0.15685 (0.0032081)
α_{261}	0.31353 (0.0030972)
α_{271}	0.19006 (0.0018469)
α_{281}	-0.6982 (0.0027981)**
α_{311}	-0.31276 (0.0015767)**
α_{321}	-0.16405 (0.0021282)
α_{331}	-0.01265 (0.0016279)
α_{341}	-0.21844 (0.0021491)
α_{351}	0.22307 (0.0032888)
α_{361}	-0.30982 (0.0031882)
α_{371}	0.6546 (0.0020203)***
α_{381}	0.01734 (0.0022257)
α_{411}	-0.00473 (0.0016011)
α_{421}	-0.24314 (0.0019425)
α_{431}	-0.07865 (0.0019056)
α_{441}	0.00697 (0.0019079)
α_{451}	-0.02714 (0.0030372)
α_{461}	0.0011735 (0.29387)
α_{471}	0.0014699 (0.0018621)
α_{481}	0.20574 (0.0023908)
α_{511}	-0.02555 (0.0013597)
α_{521}	0.15947 (0.0021599)
α_{531}	0.10227 (0.0017035)
α_{541}	-0.01066 (0.0020376)
α_{551}	0.10544 (0.0030492)

α_{561}	-0.08184 (0.0031052)		
α_{571}	0.00695 (0.001578)		
α_{581}	-0.37568 (0.0024944)		
α_2	36.75777 (0.0155187)***	37.08652 (0.0156785)***	37.07297 (0.015668)***
α_3	17.7938 (0.0401269)***	17.9471 (0.0414075)***	17.98402 (0.0413981)***
α_{41}	-7.77161 (0.0888466)	-3.43215 (0.085181)	-3.38337 (0.085223)
α_{42}	-3.10929 (0.1070344)	-2.63432 (0.1015835)	-2.67201 (0.1016678)
α_{43}	-19.26723 (0.1180159)	-14.73654 (0.1169123)	-1.472863 (0.1170785)
α_{44}	11.26343 (0.0826998)	10.38966 (0.0821358)	10.36516 (0.0817353)
α_{45}	-8.14757 (0.1271168)	-8.1747 (0.125276)	-8.22784 (0.1244599)
α_{46}	-0.39816 (0.1473474)	0.54409 (0.1474482)	0.693 (0.1473303)
α_{47}	13.63875 (0.1111272)	7.7628 (0.1062789)	7.72013 (0.1062638)
α_{48}	7.48003 (0.1340153)	4.45155 (0.1317002)	4.5885 (0.1317806)
α_5		-3.42684 (0.1096751)	
γ_0	-1219.35 (0.2663881)***	-1215.739 (0.2697968)***	-1214.73 (0.2679355)***
γ_{11}	23.04888 (0.2680687)	25.70317 (0.2900592)	24.43335 (0.2849571)
γ_{12}	26.83776 (0.3562057)	21.00062 (0.3256807)	20.77799 (0.3306292)
γ_{13}	-69.49706 (0.2948532)**	-75.84293 (0.3041671)**	-74.25204 (0.29622)**
γ_{14}	56.9686 (0.3033864)*	44.49967 (0.297455)	42.90793 (0.2866788)
γ_{15}	-1.19542 (0.4923843)	26.39904 (0.4349183)	26.49966 (0.4292061)
γ_{16}	41.57523 (0.4861404)	27.08076 (0.4355952)	26.91263 (0.4306809)
γ_{17}	-36.99503 (0.3423527)	-26.20363 (0.3596806)	-24.44008 (0.3531213)
γ_{18}	27.01594 (0.3653203)	28.821 (0.3581325)	27.83537 (0.3540103)
γ_2	79.65375 (0.0298149)***	80.28874 (0.031134)***	80.13636 (0.0304882)***
γ_3	11.99025 (0.0176311)***	12.66511 (0.0253283)***	12.60329 (0.0250077)***

γ_4	11.50395 (0.0323526)***	11.95736 (0.0297108)***	11.90483 (0.0298385)***
LL	7687.272	7645.791	7645.727
Akaike	-15240.54	-15243.58	-15245.45
Schwartz	-14858.87	-15106.86	-15114.43
Días de la semana (Test de Wald)	13.14**		

Tabla 2
Estimación Modelo Corto Plazo
Coeficiente
(Error Estándar)²⁶

	Evento 1	Evento 2	Evento 3	Evento 4	Evento 5	Evento 6	Evento 7	Evento 8
α_0	-0.0762 (0.0005)	0.06496 (0.0005)	0.05542 (0.0004)	-0.05694 (0.0006)	-0.06428 (0.0006)	-0.10597 (0.0007)	0.02052 (0.0004)	0.02516 (0.0006)
α_1	39.24606 (0.0523)***	51.89501 (0.0564)***	36.04439 (0.0543)***	56.23814 (0.0383)***	50.16725 (0.0571)***	42.96728 (0.0391)***	44.30353 (0.0426)***	43.59185 (0.0666)***
α_2	15.98797 (0.0592)***	17.84011 (0.0555)***	13.34186 (0.0626)***	10.52272 (0.0492)**	15.64227 (0.0582)***	20.67108 (0.0590)***	16.56232 (0.0522)***	19.59749 (0.0871)**
γ_0	-1260.177 (0.8991)***	1084.849 (0.5916)***	-1215.924 (1.5316)***	-977.9426 (0.4602)***	-1039.493 (0.7583)***	-1184.275 (0.8451)***	-1146.849 (0.6197)***	-954.8965 (0.3541)***
γ_{11}	1.25308 (0.4778)							
γ_{12}		13.42864 (0.2293)						
γ_{13}			-1.162358 (0.6774)*					
γ_{14}				-19.0162 (0.3621)	12.04279 (0.3566)			
γ_{15}				93.6411 (0.3469)***	54.48955 (0.2756)**	67.55264 (0.7310)		
γ_{16}					-25.20653 (0.3180)	-4.75092 (0.4525)		
γ_{17}							-77.84104 (0.3530)**	
γ_{18}		27.60313 (0.4151)	-8.466825 (0.7288)					18.59964 (0.2095)
γ_2	85.2362 (0.0586)***	49.77223 (0.2599)*	90.8157 (0.1679)***	7.74389 (0.1683)	29.00382 (0.3715)	66.73423 (0.0969)***	79.96602 (0.1156)***	-21.5978 (0.3593)
γ_3	9.56777 (0.0520)*	107.3874 (1.0471)	12.75857 (0.8885)	80.60318 (0.0967)***	81.12137 (0.8012)	576.1193 (3.7733)	144.8665 (2.2055)	101.2475 (0.2337)***
γ_4	0.72681 (0.0643)	22.77803 (0.1218)*	0.0438738 (0.1970)	54.47694 (0.1996)***	42.76107 (0.2026)**	42.08635 (0.1947)**	-13.99735 (0.1104)	26.89962 (0.2077)

²⁶ Los coeficientes están multiplicados por 100. La significancia de las variables al 10%, 5% y 1% se denotan por *, ** y *** respectivamente.