



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Análisis de la Composición Actual e Impacto de la
Volatilidad Financiera Internacional en las SIEFORES**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

A C T U A R I A

P R E S E N T A:

**BARAJAS VANEGAS DIANA MIRIAM
PÉREZ TORIZ GABRIELA**



**DIRECTOR DE TESIS:
M. en E.N. GUSTAVO VARELA COLMENARES**

Ciudad Universitaria, CD. MX, 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1.- Datos del alumno

Barajas

Vanegas

Diana Miriam

044 55 27 13 98 69

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Actuaría

30218030-5

Pérez

Toriz

Gabriela

56 55 57 58

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Actuaría

30286448-5

2.- Datos del Tutor

M. en E.N.

Varela

Colmenares

Gustavo Adolfo

3.- Sinodal 1

M. en C.

Álvarez del Castillo

Penna

Raúl

4.- Sinodal 2

Act.

Plascencia

Perdómo

David Constantino

5.- Sinodal 3

M. en F.

Olvera

Zamora

Amilcar

6.- Sinodal 4

M. en F.

Pérez

Macías

Juan Carlos

7.- Datos del trabajo escrito

Análisis de la Composición Actual e Impacto de la Volatilidad Financiera Internacional en las SIEFORES,

67 páginas

2016

¡Atrévete Ya!
La vida no es un
ensayo general.
¡Es tu única función!
Odín Dupeyron

Agradecimientos

A mi Universidad por tanto. Por ser la llave de incontables logros y satisfacciones desde el primer día.

A los responsables de la persona que soy y a quienes todo va dedicado: Guadalupe, José Antonio y Jesica.

A Diana, quien pasó de ser mi compañera de aula a mi mejor amiga. Porque ni esta, ni ninguna otra experiencia sería posible sin su apoyo incondicional.

A nuestro Tutor, que con su guía y motivación hizo la diferencia en este trabajo.

A los Sinodales por sus genuino interés y todos los consejos.

A toda mi familia y amigos por los que me siento tan afortunada.

Gaby

Este proyecto se lo dedico principalmente a la máxima casa de estudios la UNAM en especial a la Facultad de Ciencias, por darme la oportunidad de alcanzar una de mis principales metas y hoy poderme llamar Actuaría.

A Gus por creer en nosotras, motivarnos y apoyarnos hasta el final, pero principalmente por la dedicación, tiempo y compartirnos su conocimiento para alcanzar esta meta.

A nuestros Sinodales por el tiempo y dedicación para con nuestro trabajo.

A mis dos angelitos que están en el cielo Mami y Papi, a ellos que jamás me han soltado y aún en los momentos más difíciles de su vida me enseñaron a luchar hasta el final para alcanzar nuestros sueños, porque desde donde están me siguen guiando y acompañando en este constante viaje llamado vida.

A mi mejor amigo y compañero de vida Gomi por todo el amor, cariño, comprensión y apoyo, por enseñarme a disfrutar cada momento al máximo, sin temor a lo que pueda suceder, por bueno o malo que sea.

A la mejor ami del mundo Gaby, por jamás dejarme sola en este proceso y a pesar de todas las adversidades seguir aquí conmigo de pie alcanzando un logro más juntas.

A mis hermanas y hermanos por todo su amor y apoyo, en especial a Moni por motivarme a seguir luchando por mis sueños y ser mi gran ejemplo a seguir como mujer y ser humano.

Por último y no por eso menos importante a la familia y amigos que siempre han estado conmigo en los buenos y malos momentos.

Dini

Índice general

Introducción	1
Capítulo 1. Situación de las SIEFORES en 2008	4
1.1 Crisis Subprime.....	4
1.2 Transmisión de la crisis a México, de manera particular a las SIEFORES	5
1.3 Situación de las SIEFORES y participación en la economía mexicana	7
1.4 Régimen de Inversión de las SIEFORES.....	12
Capítulo 2. Valor en Riesgo.....	16
2.1 Tipología del Riesgo Financiero.....	16
2.2 Concepto VaR.....	17
2.3 VaR Histórico	19
2.4 Cálculo de VaR portafolio muestra SIEFORES.....	21
2.5 Limitaciones del VaR	34
Capítulo 3. Eficiencia de Portafolios.....	36
3.1 Gestión de activos	36
3.2 Administración de portafolios.....	36
3.3 Construcción de portafolios eficientes para muestra SIEFORES.....	38
Capítulo 4. Pruebas de Estrés	53
Conclusiones	58
Bibliografía	61

Introducción

En los últimos años se han presentado cambios constantes en las condiciones de los mercados financieros en el contexto nacional e internacional. Los ahorros de los trabajadores, al tener acceso a los mercados a través de las Sociedades de Inversión Especializadas en Fondos para el Retiro (SIEFORES), han experimentado impactos en su desempeño como consecuencia. Las SIEFORES tienen un papel protagónico al invertir y hacer rendir los recursos de los trabajadores a lo largo del tiempo, contribuyendo al desarrollo de la economía a pesar de la volatilidad presentada.

Las Administradoras de Fondos para el Retiro (AFORES) son catalogadas como intermediarias financieras ya que administran a las SIEFORES. El órgano encargado de garantizar las más estrictas condiciones de seguridad y rentabilidad, es la Comisión Nacional de Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR) cuya principal misión es la coordinación, regulación, supervisión y vigilancia de los Sistemas de Ahorro para el Retiro (SAR).

La CONSAR impone el régimen de inversión y los métodos cuantitativos a los cuales deben de atenerse las AFORES para determinar el riesgo de los portafolios administrados, con el fin de prevenir y mitigar las posibles pérdidas potenciales de los recursos.

Derivado de lo anterior, el presente trabajo de tesis está dirigido al público en general que esté interesado en conocer cómo son invertidos los fondos de ahorro para el retiro en los mercados financieros y ciertos riesgos asociados a ello. Lo que llevará a un entendimiento de las minusvalías o plusvalías que pueden presentarse en sus recursos asociadas a los movimientos de los mercados.

El objetivo principal del presente trabajo es explicar y ejemplificar el flujo operativo de la administración de los recursos de los trabajadores, de manera básica pero muy cercana a como lo hacen en la práctica las AFORES.

Mediante la aplicación de metodologías y prácticas comunes en la industria, se analizará la composición de las carteras que integran las SIEFORES durante un periodo de alta volatilidad experimentada en los mercados internacionales en 2008. Esta crisis financiera es mejor conocida como Sub-prime, que por sus características e impacto, sirvió de referencia para que el Regulador y las mismas Administradoras implementaran mejores controles de riesgo para evitar disminuciones en los rendimientos de los portafolios administrados.

Para llevar a cabo los análisis fue indispensable contar con las series históricas de precios observados en el episodio de volatilidad atípico. Se tomaron los distintas posiciones de las SIEFORES publicados en la regulación, de acuerdo a sus características y régimen de inversión durante 2008 (cinco SIEFORES). Para simplificar los resultados y ser más claros en la aplicación de las metodologías, se eligió sólo un instrumento representativo de cada clasificación (un instrumento renta variable nacional, un deuda gubernamental, un estructurado, etc.).

Para medir el riesgo de mercado de manera implícita en los portafolios de inversión, ocupamos una de las metodologías más reconocidas y aplicadas en la administración de riesgos, la Metodología VaR. Por su flexibilidad permite cuantificar la máxima pérdida que se puede presentar en los portafolios de inversión bajo condiciones normales de mercado, con un horizonte de tiempo y un nivel de confianza determinados. En el caso de las AFORES es el método establecido por normatividad.

Para entender el raciocinio de los administradores y las herramientas que utilizan para la elección del portafolio de inversión más óptimo, fue aplicada la Teoría de Carteras de Harry Markowitz. Ésta plantea que una conducta racional al elegir la

combinación de instrumentos y porcentajes asignados a cada uno (diversificación), siempre busca obtener la máxima rentabilidad asumiendo un nivel determinado de riesgo. Aplicada a las SIEFORES, se identificaron los portafolios con mejor desempeño en el universo de posibilidades de riesgo-rendimiento y se propone un portafolio óptimo.

Es muy importante complementar las metodologías anteriores, mediante la aplicación de pruebas de estrés para medir el grado de sensibilidad de cada SIEFORE bajo escenarios de crisis pasadas con condiciones de mercado no favorables. En términos de lo anterior, para el presente trabajo se evaluó la pérdida potencial suponiendo que se repiten los eventos de la Crisis Sub-prime 2008 y del 11 de Septiembre de 2001. En estas fechas los movimientos en los mercados financieros provocaron cambios no usuales en los factores de riesgo asociados a los instrumentos que integran a las SIEFORES.

Capítulo 1.

Situación de las SIEFORES en 2008

1.1 Crisis Subprime

Dentro de las distintas crisis financieras que se han presentado a lo largo de la historia, la crisis subprime es muy relevante debido al amplio alcance que tuvo en los distintos mercados económicos. Tuvo su origen durante el 2007, cuando las instituciones financieras otorgaron créditos hipotecarios con bajas tasas de interés a personas que no contaban con los ingresos suficientes para solventar la deuda.

Estos créditos hipotecarios de alto riesgo fueron agrupados junto con créditos de alta calidad en lo que se conoce como instrumentos respaldados por hipotecas. Y fueron introducidos al mercado de valores para ser intercambiados. La mala opinión por parte de las calificadoras de riesgo, quienes los calificaron con ratings altos (AAA), permitió a los inversionistas de todo el mundo adquirirlos y revenderlos sin una regulación apropiada.

En 2007-2008 cuando de manera simultánea muchos deudores cayeron en incumplimiento, se descubre la verdadera calidad crediticia de estos instrumentos. Los instrumentos perdieron su valor y como consecuencia, las instituciones financieras comenzaron a enfrentar serios problemas de capitalización y liquidez.

Los inversionistas con justificada incertidumbre, buscaron invertir en activos con mayor liquidez; mientras que los clientes dejaron de solicitar créditos. El mercado financiero en general dejó de funcionar de manera habitual, sin que el ahorro pasara a la inversión acrecentando el endeudamiento bancario.

La crisis hipotecaria pasó de impactar el sistema financiero en E.U.A. a impactar la economía global a través de la suspensión brusca de la actividad económica

relacionada al crédito, el descenso en las cotizaciones bursátiles, numerosas quiebras e intervención de los bancos centrales¹.

1.2 Transmisión de la crisis a México, de manera particular a las SIEFORES

La crisis subprime expuso las debilidades que presentan las economías de los distintos países. Según lo reportado por el Banco de Mexico, en el caso de la economía Mexicana los principales impactos derivados de la crisis fueron la caída de las exportaciones manufactureras y la disminución de las remesas. Mientras que en el sector financiero el impacto fue menor, afectando la calidad de los activos y la reducción de la inversión extranjera directa².

Aunque indirectos, los impactos de la crisis financiera internacional se reflejaron en las variables de mercado y falta de liquidez en el corto y largo plazo. Muchos participantes del mercado financiero presentaron una mayor aversión al riesgo, lo que se tradujo en mayores restricciones del crédito y aumentos de tasas de interés. Los inversionistas se vieron obligados a vender activos que integraban sus carteras a un precio menor del real, asumiendo así pérdidas que afectaron directamente su capital.

Este escenario negativo representó cambios relevantes en los fondos para el retiro. Debido a su naturaleza de inversión a largo plazo, la afectación a los recursos de los trabajadores fue exclusivamente coyuntural. Durante 2008, el aumento de las tasas de interés, provocó que los instrumentos de renta fija

¹ En 2007: New Century Financial and American Home Mortgage, dos de los mayores prestamistas hipotecarios, se declararon en bancarrota. General Electric vendió la empresa hipotecaria que recién había adquirido en 2004. El Índice Dow Jones perdió 4.2% en una semana, la peor caída en cinco años.

En 2008: la Reserva Federal salvó a Bear Stearns de la bancarrota. El banco Lehman Brothers se declaró en quiebra. Merrill Lynch se vendió al Bank of America. AIG tuvo que ser rescatado por la Reserva Federal. Los mayores participantes hipotecarios, Fannie Mae y Freddie Mac, fueron rescatados por el gobierno de Estados Unidos.

² Según informe publicado por BANXICO, 2009. "Consideraciones sobre la Crisis Financiera y sus Efectos sobre la Economía Mexicana".

(rendimiento predeterminado de un capital a un plazo especificado) en los que están invertidos los recursos presentaran minusvalías, no pérdidas³.

En marzo de 2009 la CONSAR anunció que las afores dejarían de invertir en valores extranjeros durante 12 meses, lo cual representaba el 10% de sus activos antes de la crisis del 2008. Esta decisión se tomó como una medida de apoyo a los activos y el financiamiento mexicano puesto que estos habían sido castigados en los últimos meses por la creciente aversión al riesgo y la preocupación generalizada de que la desaceleración económica de Estados Unidos llevara al país a una profunda recesión. Desde octubre de 2008, el peso había perdido una cuarta parte de su valor frente al dólar.

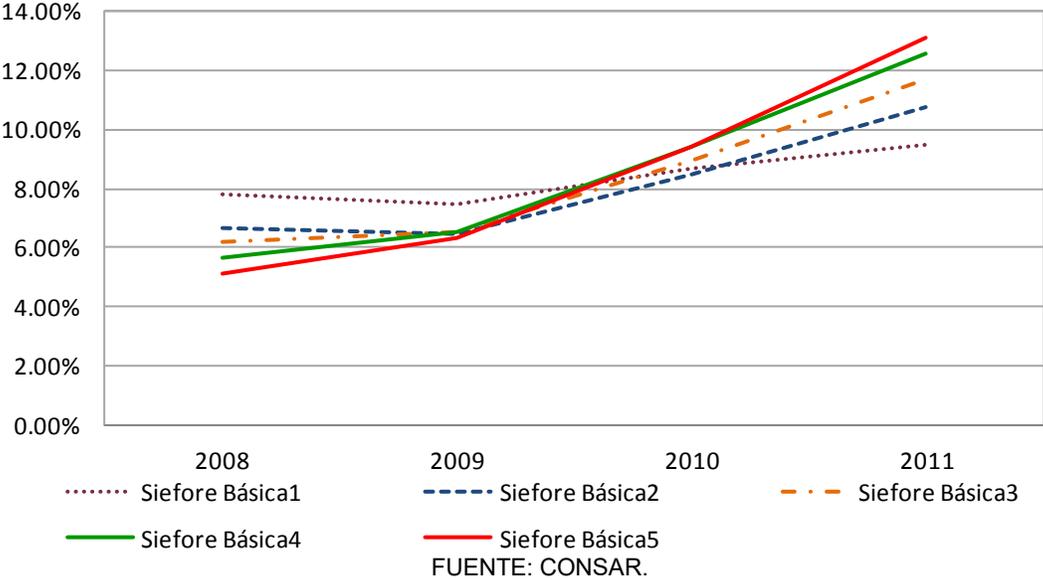
Otra medida aplicada en octubre de ese mismo año, fue que los recursos de los trabajadores pudieran participar en proyectos de infraestructura, amparados por papeles de alta calidad crediticia.

A diferencia de muchos países, en México no fue necesaria la intervención del gobierno para el rescate de alguna institución. Las AFORES no fueron la excepción, a inicios del 2009 en cuanto las tasas de interés regresaron a sus niveles naturales, los recursos recuperaron su valor.

³ Según informe publicado por CONSAR, 2008. "Informe Semestral al H. Congreso de la Unión sobre la situación del SAR Julio – Diciembre 2008".

La siguiente gráfica muestra la recuperación de los rendimientos de los recursos invertidos a través de las SIEFORES.

Grafico 1.1 Rendimientos nominales por SIEFORE, 2008-2011



La lección que la crisis internacional deja a las AFORES es que los fenómenos macroeconómicos tienen gran impacto en la estabilidad de sus rendimientos, por lo que el establecimiento de niveles permisibles de riesgo y la correcta gestión ante diversos escenarios de volatilidad financiera, son indispensables.

1.3 Situación de las SIEFORES y participación en la economía mexicana

La Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro (LSAR, vigente desde 1997) dio inicio a un sistema de pensiones basado en la capitalización individual de contribuciones definidas. Otorga la responsabilidad de su administración a instituciones privadas capaces de ofertar en el mercado financiero, mejor conocidas como AFORES.

En sus inicios cada AFORE operaba con un solo fondo básico, en enero de 2005 fueron dos tipos y a partir del 28 de marzo de 2008 se crearon 3 fondos más. Lo anterior, con el fin de ofrecer a los trabajadores una mayor gama de opciones de

inversión de acuerdo a un perfil de afiliado, basado en su edad y ciclo de vida. Esto aseguró que las personas más cercanas a la edad de retiro no tuvieran mayor exposición al riesgo; mientras que aquellos con más tiempo antes del retiro pudieran beneficiarse con mezclas de activos menos conservadores con el fin de lograr un mayor rendimiento.

A finales del 2012, la CONSAR anunció la fusión de los dos fondos que administraban los recursos de trabajadores jóvenes y que siempre tuvieron regímenes de inversión muy parecidos. Más recientemente, en diciembre 2015 se conformó la SIEFORE SB0 dirigida a apartar los recursos de los trabajadores próximos a retirarse (60 años o más) de cualquier volatilidad.

Debido a que el ciclo de volatilidad que se analizará en el presente trabajo es la crisis subprime, en adelante siempre se hará referencia al esquema y marco regulatorio vigente de Marzo 2008 a Noviembre 2012. El cual comprendía cinco diferentes SIEFORES de acuerdo a la edad de cada trabajador como se muestra en el cuadro a continuación.

Cuadro 1.4 Clasificación de las SIEFORES

Siefore Básica	Edad del Trabajador
1	De 56 años o más
2	Entre los 46 y 55 años
3	Entre los 37 y 45 años
4	Entre los 27 y 36 años
5	Menores de 26 años

FUENTE: CONSAR.

Mantener un correcto desempeño de las SIEFORES provoca los siguientes beneficios:

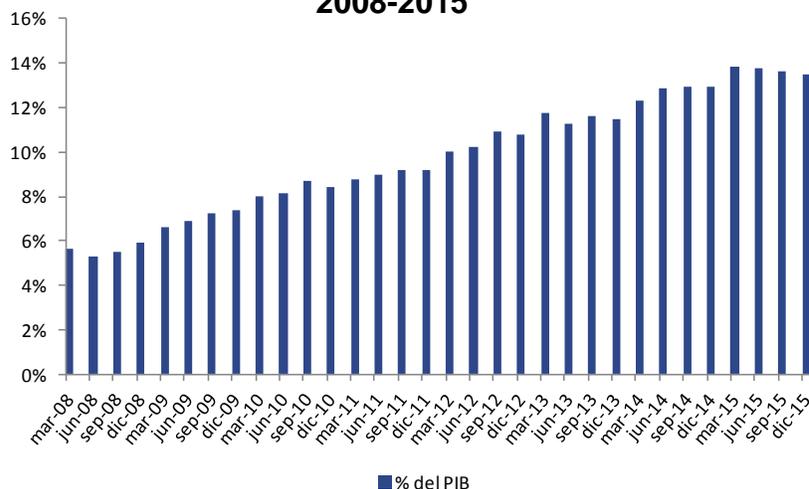
1. Financiamiento de la economía mexicana

El ascenso del saldo total de ahorro para el retiro que administran, se reflejará en el comportamiento positivo de la economía.

De acuerdo a la siguiente gráfica, en el periodo que comprende de marzo 2008 a diciembre 2015 es visible un incremento significativo en los activos netos invertidos por las SIEFORES. A marzo de 2008 el total de activos netos ascendía a 681,863 MDP, monto que representó el 5.65% del PIB. El porcentaje más bajo se presentó en junio del 2008 (5.27% vs PIB) consecuencia de la alta volatilidad en los mercados. A partir de ahí se han presentado crecimientos constantes, para colocarse al mes de diciembre de 2015 en 1,977,358 MDP equivalentes al 13.48% del PIB.

Los activos netos son los recursos de las cuentas individuales de los trabajadores más el propio capital de las Administradoras. Los montos son calculados con los precios de las acciones de las SIEFORES registrados en la Bolsa Mexicana de Valores el 30 diciembre de 2011

Gráfico 1.3 Activos Netos manejados por las SIEFORES respecto al PIB, 2008-2015



FUENTE: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Banco de México (BANXICO) y CONSAR.

2. El bienestar actual y el futuro de los trabajadores

A través del Índice de Rendimiento (IR) del sistema, se determina el perfil de inversión por SIEFORE, de acuerdo al grado de apertura que tiene el régimen de inversión en los límites de cada una de ellas. El crecimiento en los rendimientos 2011 vs 2008 va desde 20.64% para la SIEFORE más conservadora hasta 158.26% para la SIEFORE más rentable.

La SIEFORE básica 3 que posee el mayor porcentaje de los activos netos totales, a diciembre 2011 otorga un rendimiento de 11.67%, mientras que al cierre de 2008 el IR para esta misma fue 6.20%, es decir, los activos netos de los trabajadores entre 37 y 45 años están obteniendo 88.35% más de rendimiento que tres años atrás.

El siguiente cuadro muestra la evolución del rendimiento de cada SIEFORE después de los acontecimientos de alta volatilidad en 2008.

Cuadro 1.1 Rendimiento⁴ SIEFORES Básicas

Concepto	Índice de Rendimiento					
	SIEFORE	2008	2009	2010	2011	2011 vs 2008
1		7.83%	7.46%	8.67%	9.45%	20.64%
2		6.65%	6.48%	8.47%	10.73%	61.42%
3		6.20%	6.52%	8.92%	11.67%	88.35%
4		5.62%	6.50%	9.41%	12.59%	123.93%
5		5.08%	6.33%	9.41%	13.12%	158.26%

FUENTE: CONSAR.

⁴ El cálculo de los rendimientos considera la metodología descrita en la Circular 71-1, son porcentajes de rendimientos nominales (a últimos 36 meses) en términos anualizados.

Los activos netos administrados por las SIEFORES al cierre del diciembre del 2011, fecha final del periodo de análisis del presente trabajo, eran:

Cuadro 1.2 Activos Netos de las SIEFORES Básicas

(Cifras en MDP, Dic 2011)

Siefore	Activo Neto	% del Total
Básica 1	144,568.8	9.23%
Básica 2	424,036.6	27.07%
Básica 3	483,980.8	30.90%
Básica 4	410,581.4	26.21%
Básica 5	82,697.4	5.28%
Adicionales	20,376.0	1.30%
Total	1,566,241.0	100.00%

FUENTE: CONSAR, cifras al cierre de diciembre 2011.

3. Proyecciones hacia el largo plazo

Forjar un vínculo entre el ahorro para el retiro con el desarrollo de proyectos a largo plazo tanto de empresas paraestatales como privadas. Por ejemplo, en infraestructura, vivienda, sector industrial y de servicios, generando empleos que a su vez se reflejan en la incorporación de nuevas cuentas individuales administradas. Es decir, un círculo sostenible cuyo principal interés sea una mejor calidad de vida para los trabajadores que alcanzan la edad de jubilación, pero que al mismo tiempo tienen efectos favorables para la economía como el fortalecimiento e impulso de la competitividad del mercado interno.

Cuadro 1.3 Cuentas Administradas

# Cuentas administradas	2008	2009	2010	2011
	39,292,455	39,891,316	41,236,121	42,512,267
% Δ		1.5%	3.4%	3.1%

FUENTE: CONSAR.

La inversión de las AFORES a su vez, ha ganado participación en el total de recursos invertibles, lo que representa ventajas significativas para el país. La inversión en títulos de deuda cada vez con mayor demanda lleva a las tasas a

niveles con tendencia a la baja. Además, por tener un mayor horizonte de permanencia incrementan la oferta de instrumentos financieros de largo plazo, contribuyendo a la expansión de la curva de rendimientos en el mercado local, lo que se manifiesta en un mayor plazo promedio de la deuda del Gobierno Federal.

1.4 Régimen de Inversión de las SIEFORES

Para llevar a cabo una buena administración de los activos, las SIEFORES se encargan de realizar la inversión en instrumentos financieros⁵ de acuerdo al perfil y características del trabajador. Dichos instrumentos cuando menos deben cumplir con tres características mínimas:

- **Liquidez:** La fácil realización de convertir en dinero los instrumentos financieros sin sufrir grandes pérdidas, considerando que dependerá de que existan mercados donde se puedan negociar.
- **Rentabilidad:** Capacidad del instrumento para producir rendimientos considerando las condiciones del mercado.
- **Seguridad:** La probabilidad de que el emisor devuelva el crédito concedido de un instrumento que llegue a su fecha de vencimiento, dicho factor dependerá de la solvencia futura del emisor.

La mezcla de estas tres características ayuda a las administradoras de fondos a determinar el instrumento financiero en el que se debe invertir en términos de los diferentes riesgos a los que están expuestos y la rentabilidad que se desee asumir.

Derivado de las disposiciones establecidas por la CONSAR, existe un régimen de inversión para cada una de las cinco SIEFORES básicas, con el fin de atender

⁵ Activo intangible materializado en un título, por el que el comprador del título adquiere el derecho a recibir un ingreso futuro de parte del vendedor.

diversos tipos de riesgo, diferentes plazos, orígenes y destino de los recursos invertidos. Las reglas generales que establecieron el régimen de inversión al que deben sujetarse, según la Circular 15-19⁶ de la CONSAR, se resume de la siguiente manera:

Cuadro 1.5 Régimen de Inversión SIEFORES

Inversión en Instrumentos Financieros	Límites por tipo de SIEFORE Básica				
	1	2	3	4	5
Riesgo de Mercado					
Valor en Riesgo	0.7%	1.1%	1.4%	2.1%	2.1%
Renta Variable	5%	25%	30%	40%	40%
Divisas	30%	30%	30%	30%	30%
Derivados	Si	Si	Si	Si	Si
Riesgo de Concentración por emisor					
mxAAA o en Divisas BBB+	5%	5%	5%	5%	5%
mxAA o en Divisas BBB-	3%	3%	3%	3%	3%
mxA	2%	2%	2%	2%	2%
mxBBB o en Divisas BB	1%	1%	1%	1%	1%
Extranjeros A- un solo emisor o contraparte	5%	5%	5%	5%	5%
Otros límites					
Sobre una misma emisión	35%	35%	35%	35%	35%
Valores Extranjeros (en caso de ser deuda, mínimo A-)	20%	20%	20%	20%	20%
Bursatilizados	10%	15%	20%	30%	40%
Estructurados	0%	10%	15%	15%	15%
Protección Inflacionaria	Si ^(51% Min.)	No	No	No	No
Mercancías	0%	5%	10%	10%	10%
Conflicto de interés					
Entidades relacionadas entre sí	15%	15%	15%	15%	15%
Entidades con nexo patrimonial con la Afore	5%	5%	5%	5%	5%

FUENTE: CONSAR.

⁶ Para analizar correctamente el comportamiento de las SIEFORES durante la crisis financiera internacional en 2008 es necesario situarse en el régimen de inversión vigente.

Los límites del régimen de inversión se expresan como porcentaje de los activos netos de las SIEFORES. La composición de las inversiones respecto a la cartera por tipo de instrumento antes del ciclo de volatilidad son los siguientes:

Cuadro 1.7 Composición de las carteras de las SIEFORES, Enero 2008⁷
(Cifras porcentuales respecto a la cartera)

Instrumentos	SIEFORES						
	Básica 1	Básica 2	Básica 3	Básica 4	Básica 5	Adicionales	Total
Renta variable nacional	1.23%	6.78%	8.26%	11.15%	11.46%	3.01%	8.13%
Renta variable internacional	0.55%	8.38%	10.12%	12.97%	12.49%	2.04%	9.61%
Deuda privada nacional	24.55%	18.59%	17.47%	15.99%	13.76%	25.01%	17.89%
Estructurados	0.00%	2.18%	3.39%	3.35%	2.49%	0.03%	2.66%
Deuda internacional	3.45%	2.79%	2.95%	2.97%	2.10%	0.07%	2.87%
Deuda gubernamental	70.22%	61.28%	57.81%	53.56%	57.72%	69.83%	58.83%
Total	100.00%						

FUENTE: CONSAR.

Tanto en las SIEFORES básicas como en las adicionales, la mayor concentración se percibe en los instrumentos de deuda gubernamentales, principalmente en la SIB1 con el 70.22%. Dicha concentración se debe a que son los instrumentos menos riesgosos y hasta cierto punto los más líquidos en el mercado, por ser títulos de crédito amparados por el Gobierno Federal.

Respecto al resto de los valores no gubernamentales la proporción es del 29.78%, en este sentido el indicador está inclinado a la deuda privada nacional, destacando el sector vivienda y paraestatal, con 5.40% y 4.38% respectivamente. Sin embargo

⁷ a/ Instrumentos de Deuda - El Gobierno Federal, los gobiernos estatales o las empresas privadas pueden necesitar financiamiento, ya sea para realizar un proyecto de inversión o para mantener sus propias actividades. Estas entidades pueden conseguir los recursos a través de la emisión de un instrumento de deuda. Los instrumentos de deuda gubernamentales son: Certificados de la Tesorería (cetes), Bonos de desarrollo (Bondes), Bonos denominados en UDIs (Udibonos). Los instrumentos de deuda privada son: Papel comercial, obligaciones privadas, pagarés, certificados bursátiles.

b/ Renta Variable - Inversión en activos que no garantizan la devolución del capital invertido ni la percepción de una determinada renta, ni en cuantía ni en tiempo. Son acciones que representan una parte del capital de la sociedad que las emite.

c/ Estructurados - Los productos estructurados son el resultado de combinar posiciones en varios activos, generalmente productos derivados, para crear un producto a la medida del inversor.

se espera que en los próximos años se oriente más a la inversión en renta variable nacional. La SIEFORE básica 5 por tener el perfil con mayor plazo antes de pensionarse, es la que mantiene un porcentaje más alto en este tipo de instrumento con el 11.46%. La inversión en los mercados accionarios internacionales, se encuentra en un 9.61% (considerando todas las SBs). Este porcentaje se reduciría considerablemente en los meses posteriores en respuesta a la crisis hipotecaria "Sub-prime".

Capítulo 2.

Valor en Riesgo

2.1 Tipología del Riesgo Financiero

La palabra riesgo proviene del latín “risicare” que significa “atreverse”. En términos financieros, riesgo se refiere a la probabilidad de que ocurra un evento adverso al mercado que se traduzca en pérdidas potenciales para los participantes de los mercados financieros⁸, principalmente para las entidades financieras, inversionistas, prestamistas o deudores.

Para administrar prudentemente los recursos de los trabajadores registrados en las Administradoras, es muy importante identificar los riesgos financieros a los que están expuestos. Así como, cuantificar sus impactos ante un posible escenario no esperado, dichos riesgos se pueden clasificar de la siguiente manera:

Riesgo Mercado: Pérdida potencial en el valor de los instrumentos financieros debido a los movimientos a los factores de riesgo⁹ que intervienen al determinar su precio, por ejemplo las tasas de interés, el tipo de cambio, inflación, etc.

Riesgo Crédito y Contraparte: El Riesgo Contraparte es la probabilidad de que alguna de las partes de un contrato financiero incumpla con las obligaciones contraídas provocando una pérdida. El Riesgo Crédito, es cuando un deudor persona o entidad financiera no puede solventar su deuda cayendo en incumplimiento. En la actualidad existen otras variables que afectan el valor de un crédito sin que estén relacionadas a un incumplimiento como por ejemplo la calidad crediticia asignada por una calificadora.

⁸ Foros y conjuntos de reglas que permiten a los participantes realizar operaciones de inversión, financiamiento y cobertura, a través de diferentes intermediarios, mediante la negociación de diversos instrumentos financieros. Actualmente los mercados que integran el sistema financiero en México son: mercado de deuda, mercado accionario, mercado de derivados y mercado cambiario.

⁹ Variables financieras que determinan el precio de un activo financiero.

Riesgo Liquidez: Es la probabilidad de sufrir pérdidas potenciales por la venta anticipada o forzosa de instrumentos financieros a precios por debajo de los reales, esto con el fin de obtener recursos suficientes para cumplir con sus obligaciones, este tipo de riesgos se muestra claramente ante escenarios de crisis en los que únicamente existen vendedores dentro de los mercados financieros.

Riesgo Operativo: Es la posibilidad de sufrir pérdidas potenciales derivadas de hechos internos o externos, como lo son: una mala aplicación de procesos, fallas en los sistemas y equipos técnicos, errores humanos y fraudes, e inclusive un control interno no adecuado. Son riesgos difíciles de cuantificar ya que no cuentan con la misma naturaleza.

Riesgo Legal: Es la probabilidad de sufrir pérdidas potenciales derivadas del incumplimiento de la normatividad vigente, es decir, no cumplir con las disposiciones legales y administrativas establecidas por las autoridades que regulan el sector.

Las SIEFORES no están exentas a ninguno de los riesgos anteriores. Sin embargo, este capítulo se centra en cuantificar el riesgo de mercado específicamente. Que como ya se mencionó en el primer capítulo, tuvo un impacto indirecto y temporal durante la crisis subprime. El VaR es la metodología estándar y regulatoria para cuantifica la exposición al riesgo de mercado en la industria.

2.2 Concepto VaR

En la actualidad una de las principales herramientas utilizadas para medir el riesgo de mercado de un activo o portafolio es el VaR. Es mejor conocido como Valor en Riesgo por sus siglas en inglés Value at Risk, método desarrollado en 1994 por la división de Risk Metrics de JP Morgan.

El VaR se define como la pérdida máxima esperada que una institución financiera podría registrar en sus portafolios bajo condiciones normales de mercado, por

cambios presentados en los factores de riesgo de un determinado instrumento o cartera de inversión, en función de un nivel de confianza y un horizonte de tiempo definido.

Cuadro 2.1 Componentes del VaR

Variable	Definición
Factor de Riesgo	<p>Variables financieras que determinan el precio de un activo financiero:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tasa de interés • Tipo de cambio • Precios • Índices
Horizonte de Tiempo	Período en el que se supone se mantendrá la posición de riesgo.
Nivel de Confianza	Probables resultados de pérdidas o ganancias.

Existen diferentes metodologías para el cálculo del VaR como a continuación se describen:

1. Metodología Paramétrica:

Se basa en las varianzas y covarianzas de los rendimientos de los precios de los activos, a través de suponer que los rendimientos de los activos que conforman el portafolio se comportan de la misma manera conforme pasa el tiempo, por lo que el rendimiento del portafolio sigue dicha tendencia (normalidad¹⁰). Consiste en valorar el portafolio al precio actual del mercado con el fin de obtener sus rendimientos y ver que tanto se alejan del promedio (desviación estándar),

¹⁰ Los rendimientos se distribuyen con media 0 y varianza 1.

observando su variabilidad y tomando en cuenta su factor de riesgo e intervalo de tiempo deseado.

2. Metodología de Simulación:

a. Histórica:

Estima el VaR reconstruyendo la historia, generando escenarios de los factores de riesgo (tasas de interés, tipo de cambio, precio de acciones, etc.) a partir de la información observada en un determinado número de días, en función de los precios y rendimientos que se presentaron en el pasado, elaborando una distribución de pérdidas y ganancias respecto al valor actual de la cartera.

b. MonteCarlo:

Similar al histórico, pero difiere en la forma de plantear los escenarios, debido a que busca simular un rango amplio de cambios aleatorios en las variables financieras más relevantes, tomando en cuenta las posibles correlaciones existentes entre los riesgos. Lo que se busca es incorporar escenarios que pudieran ocurrir, aunque nunca se hayan observado antes. Una vez generados los escenarios, se evalúa la cartera igual que en la simulación histórica para obtener la distribución de probabilidades de pérdidas y ganancias.

Con el fin de proteger la inversión del trabajador, la CONSAR estipula dentro de su normatividad la Metodología de Simulación Histórica para el cálculo de VaR y los límites máximos que deben mantener las SIEFORES.

2.3 VaR Histórico

Es un método que consiste en generar escenarios de los factores de riesgos asociados a un instrumento financiero a partir de la información observada en un determinado período de tiempo.

Con el supuesto de que el comportamiento del mercado se puede repetir, la metodología para calcular el VaR histórico es la siguiente:

1. Definir el período de tiempo de observación, esto es, tomar la serie histórica de cada factor de riesgo que afecta al instrumento (251, 500 ó 1000 días).
2. Determinar las volatilidades (o rendimientos), a partir de las variaciones diarias de los factores de riesgo, que puede comportarse de manera lineal o logarítmica.

$$Ri = \left(\frac{FR_t}{FR_{t-1}} - 1 \right) * 100 \qquad Ri = \ln \left(\frac{FR_t}{FR_{t-1}} \right) * 100 \qquad (1)$$

Donde:

FR_t es el valor del factor de riesgo en el día t.

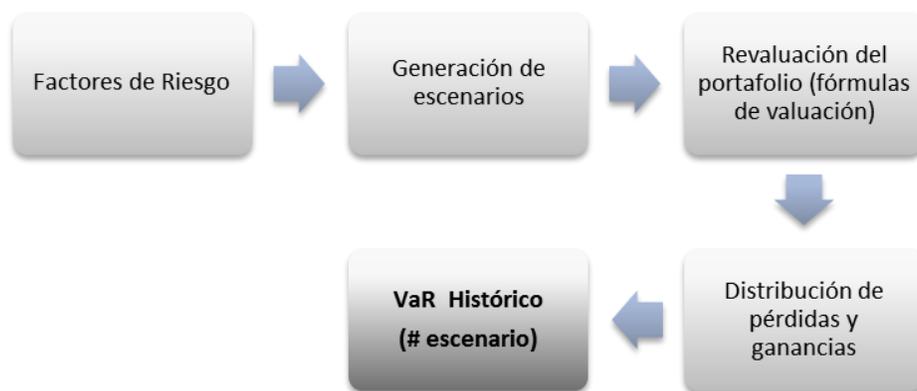
FR_{t-1} es el valor del factor de riesgo en el día t-1.

Ri es el rendimiento del día.

3. Recalcular el factor de riesgo actual con las volatilidades asociadas a cada uno de los días, al resultado se le conoce como escenarios estimados.
4. Para cada escenario, revaluar el portafolio multiplicando el valor estimado de los FR por el número de títulos que integren el portafolio.
5. Revaluar los portafolios o instrumentos con los nuevos factores de riesgo, calcular las pérdidas y ganancias (P&L) de la valuación de mercado al día con relación a la determinada en el escenario.
6. Ordenar los resultados obtenidos de mayor pérdida a mayor ganancia eligiendo el escenario con base al nivel de confianza seleccionado, para así obtener el VaR.

La metodología para el cálculo del VaR Histórico se resume en el siguiente gráfico.

Figura 2.1 Metodología para el cálculo del VaR Histórico



2.4 Cálculo de VaR portafolio muestra SIEFORES

Es posible calcular el valor en riesgo de las SIEFORES a partir de la Circular con la metodología estipulada por la CONSAR, la posición de las AFORES publicada por regulación y los precios de los instrumentos determinados por los Proveedores de Precios (VALMER y PIP¹¹).

Para el presente análisis seleccionamos un instrumento representativo de cada clasificación. Se tomó el porcentaje de inversión asignado a cada instrumento, según la composición de las SIEFORES a Enero 2008 (referirse al cuadro 1.7).

Con lo anterior determinamos el Activo invertido por tipo de valor (AITV):

$$AITV = ANP * \% ITV \quad (2)$$

Donde:

ANP es el activo neto del portafolio.

% ITV es el porcentaje de inversión por tipo valor.

¹¹ Valuación Operativa y Referencia de Mercado (VALMER) y Proveedor Integral de Precios (PIP) son sociedades autorizadas por la CNVB para calcular y suministrar los precios actualizados para la valuación de instrumentos financieros.

Al dividir el activo invertido por tipo valor entre el precio al cierre del 30 de diciembre de 2011, se obtiene el número de títulos equivalentes por instrumento:

Cuadro 2.2 Número de títulos por instrumento por SIEFORE

Clasificación	Instrumentos	Títulos por tipo valor				
		Básica 1	Básica 2	Básica 3	Básica 4	Básica 5
Renta variable nacional	1B_NAFTRAC_02	48,058,663	775,179,661	1,078,489,851	1,234,859,357	255,545,656
Renta variable internacional	1A_AAPL_*	140,589	6,293,649	8,674,934	9,427,999	1,828,569
Deuda privada nacional	91_AMX_10-2	322,781,841	716,947,637	768,860,901	597,124,456	103,440,931
Estructurados	1R_NEXXCK_10	-	92,172,106	163,701,319	137,379,854	20,532,749
Deuda internacional	D8_JPM_1-07	457,376	1,084,676	1,309,995	1,121,604	159,177
Deuda gubernamental	S_UDIBONO_160616	190,112,740	486,666,936	523,984,828	411,849,027	89,388,467
Total		561,551,209	2,078,344,665	2,545,021,827	2,391,762,297	470,895,548

FUENTE: CONSAR.

A continuación identificamos los factores de riesgo asociados a los instrumentos seleccionados para el período de observación, que comprende de enero 2008 a diciembre 2011, equivalente a los 1,000 días establecidos por normatividad¹².

Cuadro 2.3 Características de los instrumentos muestra

Clasificación	Instrumento	Características							
		Factor Riesgo	Emisor	VN	Cupón	Vencimiento	Periodicidad de cupones	Tasa cupón	Precio al 30 dic 2011
Renta variable nacional	1B_NAFTRAC_02	IPC	Nacional Financiera	NA	NA	NA	NA	NA	37.07
Renta variable internacional	1A_AAPL_*	Nasdaq	Apple Inc	NA	NA	NA	NA	NA	5,648.78
Deuda privada nacional	91_AMX_10-2	Yield	América Móvil	100 MN	Fijo nominal	20/02/2020	182 días	8.60%	109.98
Estructurados	1R_NEXXCK_10	IPC	HSBC México	100 MN	NA	03/03/2020	NA	NA	100.09
Deuda internacional	D8_JPM_1-07	Yield	JP Morgan Chase	10,000 MN	Fijo nominal	16/01/2027	182 días	0.0821	10,890.43
Deuda gubernamental	S_UDIBONO_160616	Yield	Gobierno Federal	100 MN	Fijo	16/06/2016	182 días	0.05	533.97

FUENTE: Valmer.

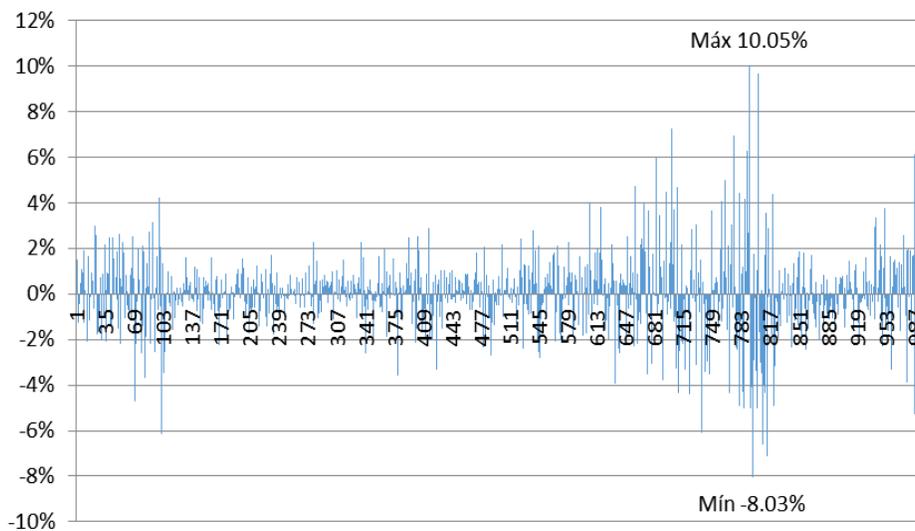
¹² Series históricas de precios y factores de riesgo obtenidas de Valmer.

Valor en Riesgo por instrumento

A modo de describir el cálculo de Valor en Riesgo por instrumento, a continuación se tomó como ejemplo el instrumento 1: NAFTRAC.

Instrumento financiero que por tratarse de un índice que replica al IPC, su factor de riesgo asociado será el propio IPC. Dado que el riesgo está en función de la volatilidad de sus rendimientos, en el siguiente gráfico se puede observar que el período en el que se presentó mayor volatilidad fue entre octubre y noviembre de 2008 (escenarios 770 a 810), lo cual se explica por la crisis supprime que impactó a nivel mundial.

Gráfico 2.1 Volatilidad del instrumento 1B_NAFTRAC_02

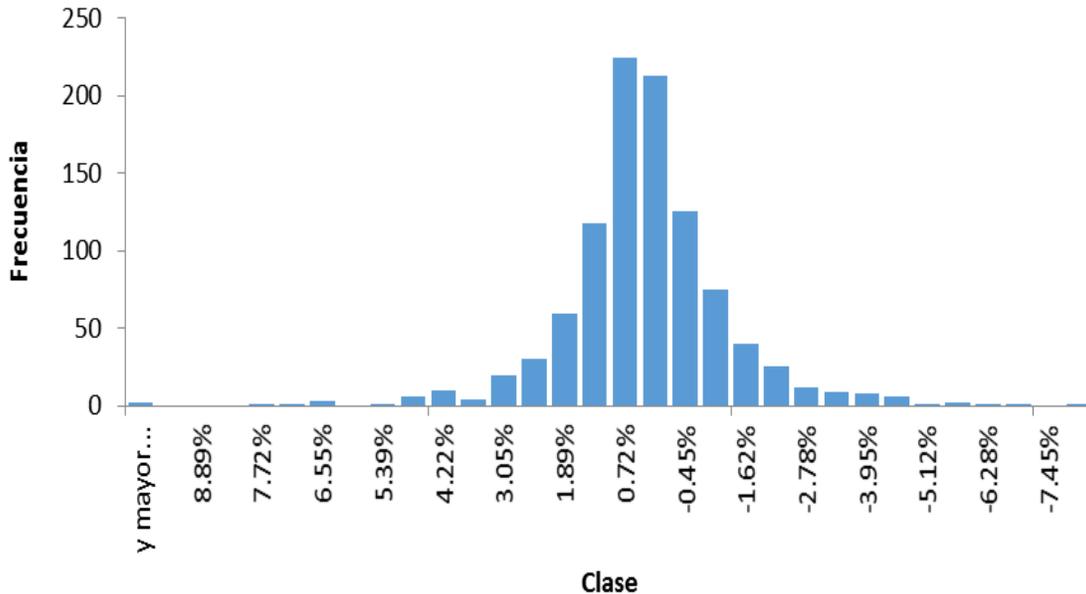


FUENTE: Valmer.

Cabe señalar que el supuesto es que la volatilidad de los rendimientos del NAFTRAC se distribuye de manera normal.

El gráfico a continuación representa la distribución de los rendimientos del NAFTRAC.

Gráfico 2.2 Distribución normal del instrumento 1B_NAFTRAC_02



FUENTE: Valmer.

Para obtener la serie alternativa del factor de riesgo (escenarios), cada rendimiento diario se impacta por el último precio observado del NAFTRAC al 31 de diciembre de 2011:

$$\text{Escenario Impactado} = \exp(R_i) * P \quad (3)$$

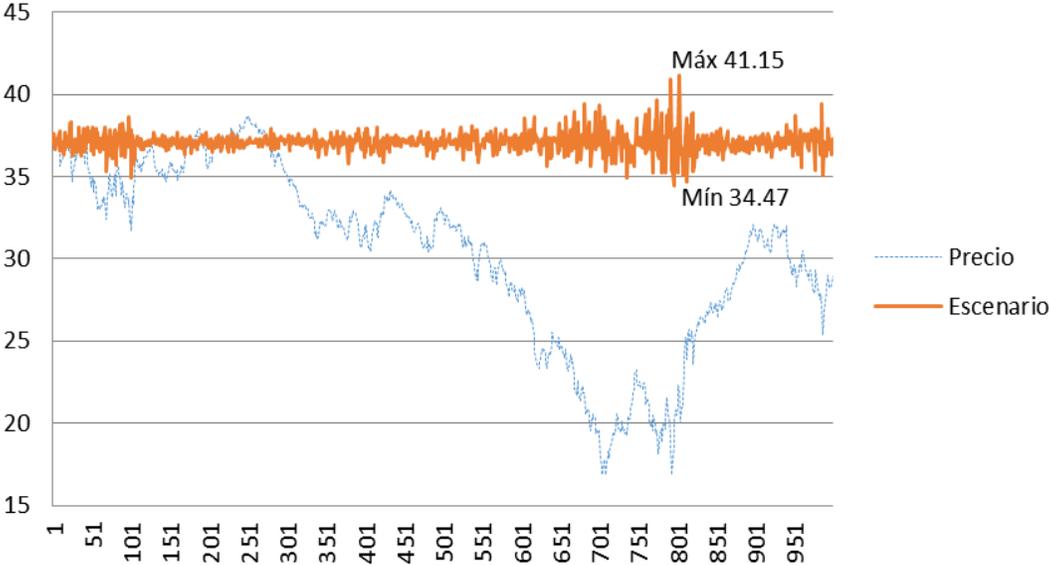
Donde:

R_i es el rendimiento del día.

P es el último precio observado.

En el siguiente gráfico podemos observar el impacto en el precio del Naftrac por la volatilidad presentada en el IPC.

Gráfico 2.3 Impacto del Precio del 1B_NAFTRAC_02 por volatilidad del IPC



FUENTE: Valmer.

Cada instrumento se debe de evaluar por separado. Por lo que este mismo procedimiento es aplicado en cada uno de los instrumentos seleccionados donde la diferencia se encuentra en la manera de valorar los factores de riesgo asociados a ellos.

La valuación de AAPL y NEXXCK es similar a la presentada anteriormente para el NAFTRAC debido a que todos tienen un factor de riesgo asociado a índices bursátiles (Nasdaq e IPC). En el caso de AMX, UDIBONO y JMP se le asocia la Yield.

La volatilidad del factor de riesgo, el precio real y precio revaluado de los instrumentos se muestra en los siguientes cuadros.

Cuadro 2.4 Precio real vs escenario por instrumento de inversión

1B_NAFTRAC_02				
Concepto	Volatilidad	Precio	Factor de Riesgo IPC	Escenario
Máx	10.05%	38.65	38,696.24	41.15
Mín	-8.03%	16.83	16,868.66	34.47
μ	0.03%	30.36	30,360.21	37.08
σ^2	0.03%	30.00	30,009,728.39	0.37
σ	1.62%	5.48	5,478.11	0.61

1A_AAPL_*				
Concepto	Volatilidad	Precio	Factor de Riesgo Nasdaq	Escenario
Máx	13.74%	5,677.52	2,873.54	7,305.81
Mín	-18.39%	1,079.30	1,169.78	5,054.56
μ	0.10%	2,835.47	2,157.99	5,651.38
σ^2	0.06%	1,585,187.98	179,347.89	14,525.13
σ	2.39%	1,259.04	423.49	120.52

91_AMX_10-2				
Concepto	Volatilidad	Precio	Factor de Riesgo Yield	Escenario
Máx	1.68%	114.98	9.42%	173.81
Mín	-4.88%	98.06	5.84%	70.80
μ	0.01%	102.77	7.45%	110.97
σ^2	0.00%	19.61	0.00%	225.35
σ	0.37%	4.43	0.57%	15.01

1R_NEXXCK_10				
Concepto	Volatilidad	Precio	Factor de Riesgo IPC	Escenario
Máx	2.52%	103.91	38,696.24	111.11
Mín	-3.74%	98.00	16,868.66	93.08
μ	0.00%	100.07	30,360.21	100.13
σ^2	0.00%	0.69	30,009,728.39	2.68
σ	0.17%	0.83	5,478.11	1.64

S_UDIBONO_160616				
Concepto	Volatilidad	Precio	Factor de Riesgo Yield	Escenario
Máx	5.95%	551.30	5.76%	572.37
Mín	-4.64%	391.84	5.21%	499.45
μ	0.02%	488.22	5.60%	533.39
σ^2	0.00%	1,420.75	0.00%	12.27
σ	0.43%	37.69	0.03%	3.50

D8_JPM_1-07				
Concepto	Volatilidad	Precio	Factor de Riesgo Yield	Escenario
Máx	8.40%	11,149.76	5.76%	11,679.24
Mín	-6.24%	7,532.12	5.21%	10,191.37
μ	0.01%	9,594.44	5.60%	10,883.84
σ^2	0.01%	421,171.56	0.00%	5,106.83
σ	0.93%	648.98	0.03%	71.46

FUENTE: Valmer.

Concepto	Definición
Volatilidad	Variación diaria del precio observado del instrumento
Precio Real	Precio diario observado del instrumento determinado por el proveedor de precios
Factor de Riesgo	Factor de riesgo asociado al instrumento
Escenario	Precio revaluado del instrumento impacto por el factor de riesgo
Máx	Máxima variación positiva/ máximo precio presentado en el periodo de 1000 días
Mín	Máxima variación negativa/mínimo precio presentado en el periodo de 1000 días
μ	Promedio de la variación/promedio del precio diario en el período de 1000 días
σ^2	Varianza
σ	Desviación estándar

A continuación se determina el valor de mercado para cada uno de los escenarios estimados:

$$VME = T * EI \quad (4)$$

Donde:

VME es el valor de mercado por escenario.

T es el número total de títulos.

EI es el escenario impactado.

Se calculan las pérdidas y ganancias (P&L) de la siguiente manera:

$$P\&L = VME - VF \quad (5)$$

Donde:

VF es el valor de mercado al 31 de diciembre de 2011.

Finalmente para determinar el VaR del instrumento, se obtiene el k-ésimo menor escenario de acuerdo al nivel de confianza elegido y establecido por normatividad.

El VaR, puede ser expresado en valor o como porcentaje del valor de mercado actual del instrumento.

En los siguientes cuadros se muestra el VaR por instrumento que integra cada SIEFORE.

Cuadro 2.5 Valor en riesgo por SIEFORE por instrumento de inversión

SIB1			
Instrumento	VM (MXNm)	VaR (MXNm)	VaR (%)
1B_NAFTRAC_02	144,568.80	55.81	0.04%
1A_AAPL_*		32.76	0.02%
91_AMX_10-2		239.49	0.17%
1R_NEXXCK_10		0.00	0.00%
D8_JPM_1-07		57.52	0.04%
S_UDIBONO_160616		526.53	0.36%

SIB4			
Instrumento	VM (MXNm)	VaR (MXNm)	VaR (%)
1B_NAFTRAC_02	410,581.37	1,626.06	0.40%
1A_AAPL_*		2,486.53	0.61%
91_AMX_10-2		552.02	0.13%
1R_NEXXCK_10		0.00	0.00%
D8_JPM_1-07		179.32	0.04%
S_UDIBONO_160616		585.04	0.14%

SIB2			
Instrumento	VM (MXNm)	VaR (MXNm)	VaR (%)
1B_NAFTRAC_02	424,036.60	900.28	0.21%
1A_AAPL_*		1,466.36	0.35%
91_AMX_10-2		531.94	0.13%
1R_NEXXCK_10		0.00	0.00%
D8_JPM_1-07		136.40	0.03%
S_UDIBONO_160616		614.56	0.14%

SIB5			
Instrumento	VM (MXNm)	VaR (MXNm)	VaR (%)
1B_NAFTRAC_02	82,697.43	336.50	0.41%
1A_AAPL_*		482.27	0.58%
91_AMX_10-2		95.63	0.12%
1R_NEXXCK_10		0.00	0.00%
D8_JPM_1-07		25.45	0.03%
S_UDIBONO_160616		126.98	0.15%

SIB3			
Instrumento	VM (MXNm)	VaR (MXNm)	VaR (%)
1B_NAFTRAC_02	483,980.75	1,341.05	0.28%
1A_AAPL_*		2,125.54	0.44%
91_AMX_10-2		615.30	0.13%
1R_NEXXCK_10		0.00	0.00%
D8_JPM_1-07		185.73	0.04%
S_UDIBONO_160616		722.12	0.15%

VM: Valor de Mercado al 31 diciembre de 2011.

VaR: Valor en Riesgo considerando un nivel de confianza de 92.8% (SIB1 y SIB2), 93.8% (SIB 3) y 94.8% (SIB4 y SIB5).

FUENTE: Valmer.

Valor en Riesgo del portafolio

Lo que nos interesa ahora, es conocer el VaR del portafolio considerando todos los instrumentos que lo integran. Para esto, se suman las pérdidas y ganancias obtenidas de los últimos 1000 escenarios de cada instrumento.

Es importante mencionar que el VaR del portafolio no es igual a la suma del VaR de cada uno de los instrumentos, en general, el VaR satisface la propiedad de subaditividad. La subaditividad indica que el riesgo total de un portafolio que está integrado por dos o más instrumentos es menor o igual que la suma de los riesgos individuales de cada uno de los instrumentos ya que una fusión no genera riesgo adicional¹³.

El monto de pérdida máxima observada con base a un nivel de confianza, corresponde al número de escenario establecido por la CONSAR para cada SIEFORE:

Cuadro 2.6 Nivel de confianza

SIEFORE	# Escenario	Nivel de confianza
SIB1	36	92.80%
SIB2	36	92.80%
SIB3	31	93.80%
SIB4	26	94.80%
SIB5	26	94.80%

FUENTE: CONSAR.

Como consecuencia de los eventos de alta volatilidad presentados en los mercados financieros en el período de observación, el VaR de la SIEFORES incrementó. Lo que a su vez causó un comportamiento pro-cíclico, en el sentido de que cuando el VaR aumenta derivado de un incremento en la volatilidad de los mercados, dicha medida de riesgo excederá los límites establecidos por la CONSAR, lo cual limita la capacidad de toma de decisiones de inversión para cada SIEFORE.

¹³ Artzner et al. (1999).

Ante esta situación la CONSAR estableció distintos escenarios (porcentaje de nivel de confianza) para determinar el VaR de cada SIEFORE, ajustándolos conforme aumente o disminuya la volatilidad del mercado. Fue notificado a las AFORES el período y escenario de VaR que estará vigente para cada SIEFORE y con el fin de que dichos ajustes permitan que la inversión de las SIEFORES, continúe siendo representativa de las oportunidades de inversión.

El valor en riesgo de los portafolios muestra que se definieron para cada SIEFORES son:

Cuadro 2.7 Valor en Riesgo por SIEFORE

SIEFORE	Activos Netos	VaR (\$)	VaR (%)	VaR (regulatorio)
SIB1	\$ 144,568,799,298.63	520,574,518.58	0.36%	0.7%
SIB2	\$ 424,036,601,207.57	2,293,731,430.18	0.54%	1.1%
SIB3	\$ 483,980,754,835.23	3,202,246,390.82	0.66%	1.4%
SIB4	\$ 410,581,371,888.62	3,516,535,462.73	0.86%	2.1%
SIB5	\$ 82,697,432,629.48	694,644,664.73	0.84%	2.1%

FUENTE: Valmer.

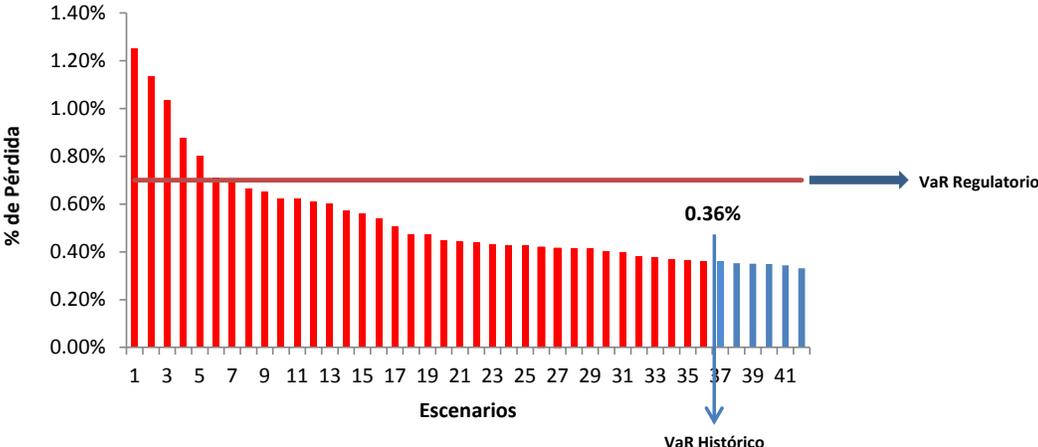
Cabe señalar que el VaR que se obtuvo en los portafolios contruidos, en ninguna SIEFORE excede el límite establecido por la CONSAR, lo cual puede confirmar que se están eligiendo instrumentos adecuados y representativos de cada clasificación logrando diversificar la posición en su totalidad. Ante un escenario como este, donde el VaR del portafolio está muy por debajo del límite regulatorio, las Administradoras en un comportamiento racional buscarían ajustar su posición para aprovechar la capacidad que tienen para asumir riesgo.

De manera gráfica, el VaR (%) de cada SIEFORE es presentado a continuación como porcentaje de los activos netos.

Al 30 de diciembre de 2011 para la SIB1, con una inversión del 70.22% en valores de deuda gubernamental y un 24.55% en deuda privada nacional, los activos netos ascendieron a 144,568 MDP.

Tomando el escenario 36 con un nivel de confianza aproximado del 92.80%, se obtuvo un VaR de 520 MDP, monto que representó el 0.36% de los activos netos.

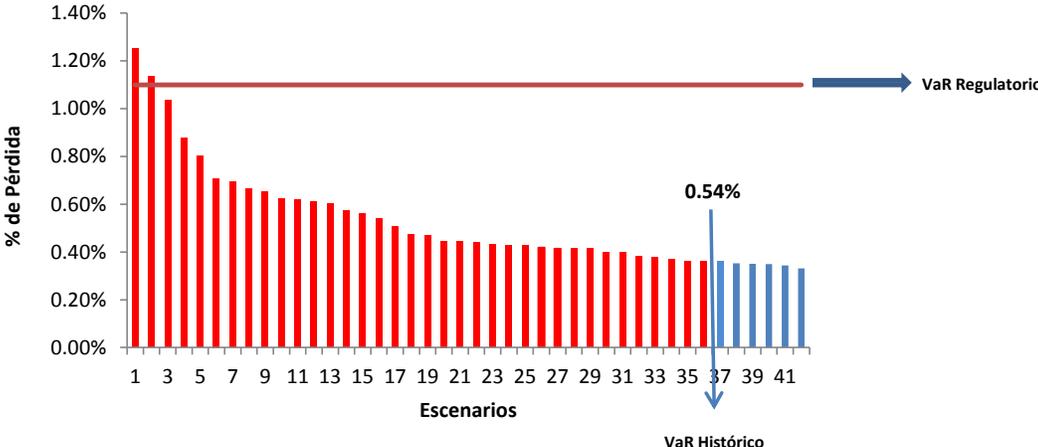
Gráfico 2.4 Valor en riesgo SIEFORE 1



FUENTE: Valmer.

En la SIB2, su inversión principal fue del 61.28% en deuda gubernamental, 18.59% en deuda privada nacional y el 8.38% en renta variable. Con activos netos de 424,036 MDP y tomando el escenario 36, se obtiene un VaR del 0.54% de los activos netos, se puede observar una pérdida mayor porque a diferencia de la SIB1 se está invirtiendo un porcentaje en instrumentos estructurados CKD.

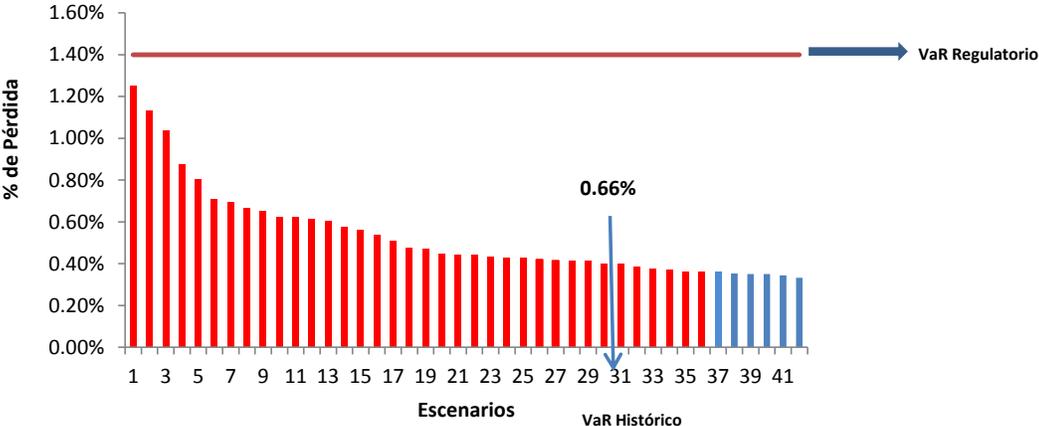
Gráfico 2.5 Valor en riesgo SIEFORE 2



FUENTE: Valmer.

La SIB3 aparte de ser la que mayor número de activos trae, su escenario es el promedio de los escenarios de las cuatro SIEFORES, lo cual refleja que su inversión no es tan conservadora ni tan riesgosa, más bien, se podría definir como una inversión más diversificada, donde 57.81% de su inversión es deuda gubernamental, 17.47% en deuda privada nacional, 10.12% en renta variable y 8.26% en renta variable nacional.

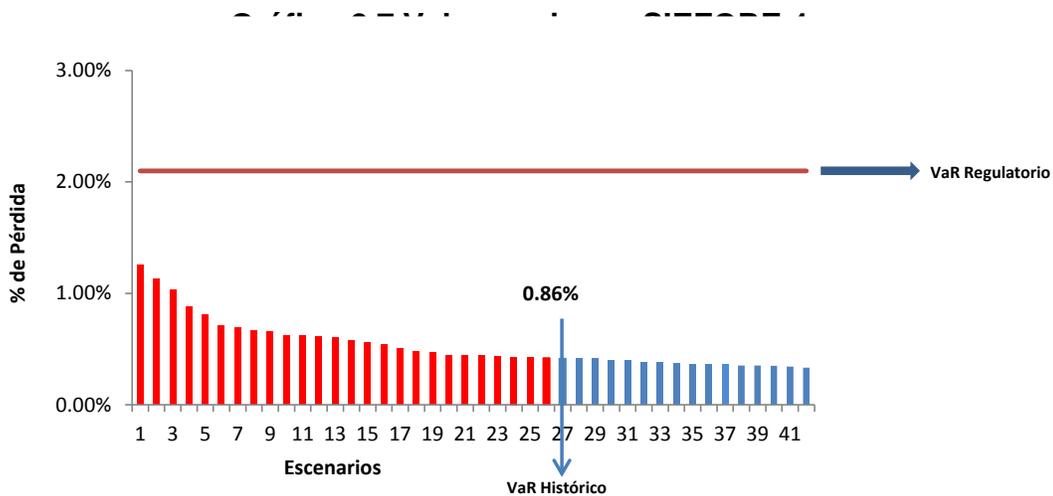
Con activos netos de 483,980 MDP y tomando el escenario 31, se obtiene un VaR del 0.66% de los activos netos, aquí se puede observar que a pesar de traer un mayor número de activos y por consiguiente mayor inversión en distintos valores.



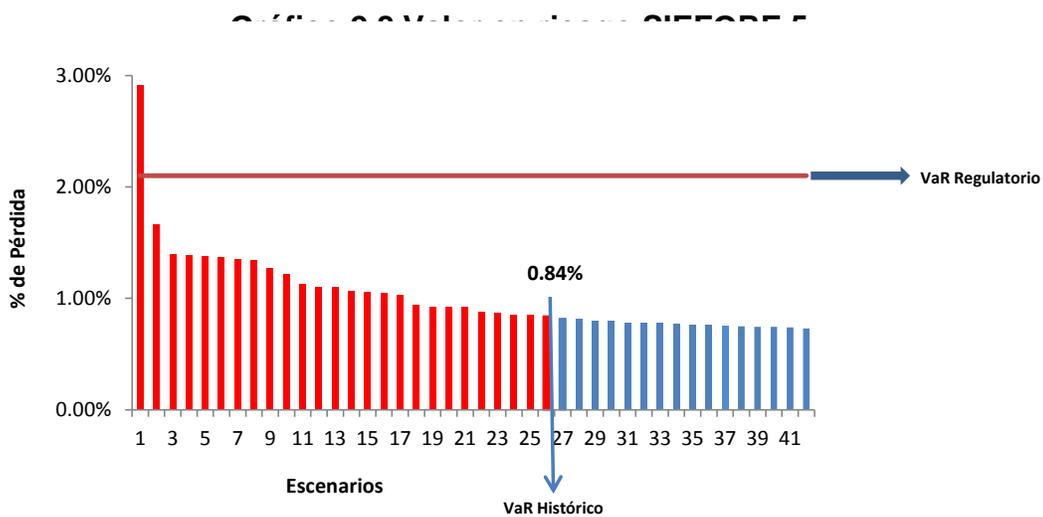
FUENTE: Valmer.

Para la SIB4 y SIB5 su inversión principal se encuentra en deuda gubernamental, seguida de deuda privada nacional, renta variable y renta variable nacional. Con activos netos de 410,581 MDP y 82,697 MDP respectivamente, tomando el escenario 26, se obtiene un VaR del 0.86% y 0.84% de los activos netos.

Se obtiene un VaR muy parecido entre ellas debido a la diversificación con la que se cuenta la cartera.



FUENTE: Valmer.



FUENTE: Valmer.

Se concluye que es posible calcular el rango de ganancias y pérdidas estimadas para un instrumento o portafolio mediante el VaR histórico, como metodología de carácter regulatorio para las SIEFORES. Dado que estandariza y hace comparable la valuación de las SIEFORES entre instituciones, las mismas SBs y el tiempo. Con el fin de buscar una mayor diversificación del riesgo y ampliar las

posibilidades de inversión a través de una gran gama de instrumentos, el régimen de inversión regulatorio, cada día es menos conservador y más controlable.

Después del escenario de alta volatilidad que se presentó en 2008, las autoridades han ido implementando medidas y metodologías para que, en caso de presentarse un escenario con un impacto igual o mayor las SIEFORES puedan hacerle frente.

2.5 Limitaciones del VaR

Ante condiciones desordenadas del mercado como la crisis subprime, la metodología de Valor en Riesgo ha ido perdiendo aceptación en la industria. La crítica principal es respecto a que su validez únicamente aplica para condiciones normales de mercado. La información histórica no necesariamente se repetirá en el futuro, por ejemplo: después de periodos prolongados de estabilidad, la baja volatilidad de los factores de riesgo hace que se subestime la verdadera exposición del portafolio a éstos debido a que se utiliza la baja volatilidad presente para predecir la futura.

Una de las limitaciones del VaR son los supuestos de normalidad que impone en el rendimiento de los activos. Esto generalmente subestima el VaR, ya que en realidad los rendimientos tienden a: A) Una distribución de colas “pesadas”, tener más frecuencias en sus colas con respecto a la distribución normal. En medio donde se encuentra el punto más alto de la curva, están los eventos de baja volatilidad que se producen con alta frecuencia. Las colas de la curva denotan eventos raros tales como la crisis subprime. Mientras más “pesadas” sean las colas, mayor será el error de estimación del VaR. B) Son sesgados, presentan una distribución asimétrica por que en la práctica la disminución de los precios de los activos son más graves que los aumentos. Esto es contrario a la simetría de la distribución normal. C) Son inestables como resultado de la variación de las condiciones del mercado.

Las numerosas instituciones que utilizan el VaR para la toma de decisiones representan un punto débil del mismo. En general, cuando muchos agentes en el mercado utilizan la misma medida de riesgos, existe el peligro potencial de una retroalimentación de los factores de riesgo. Un incremento en la volatilidad podría incrementar el VaR de todas estas instituciones, haciéndolas reaccionar de manera simultánea y semejante. Por ejemplo, las instituciones podrían deshacer posiciones simultáneamente, lo que contribuiría a incrementar aún más la volatilidad del mercado.

El VaR no es una medida de riesgo para condiciones extremas. Deja mucha incertidumbre sobre qué pérdida esperar por encima del nivel de confianza. Por experiencia, cuando la pérdida observada es mayor que el VaR, lo excede por mucho.

Para subsanar las limitantes del VaR, se ha optado por el uso de pruebas de estrés. Las pruebas de estrés son un buen complemento a esta metodología, debido a que se estima el valor de un portafolio bajo condiciones de mercado que no se consideran normales. Al considerar condiciones extremas se atenúa la subestimación por colas pesadas, se pueden considerar condiciones más volátiles en periodos de estabilidad además de que es posible establecer pruebas que tomen en cuenta las características específicas de cada institución y cada portafolio.

Capítulo 3.

Eficiencia de Portafolios

3.1 Gestión de activos

Además de tener un buen control y seguimiento de los riesgos inherentes a una inversión, antes es fundamental llevar a cabo una gestión responsable de los activos. Esto es establecer una estrategia en beneficio del inversor a través de:

- Definir objetivos específicos de inversión
- Entender los eventos que pueden impactar los mercados financieros
- Una buena asignación de activos (asset allocation)
- El seguimiento permanente de las inversiones

La asignación de activos es el proceso de decidir cómo distribuir la riqueza de un inversor entre los diferentes instrumentos de inversión (acciones, bonos, renta fija, etc.) con la finalidad de maximizar la utilidad. Existen diversas metodologías que sirven como herramientas para el inversor en la elección de estos instrumentos, así como el peso que cada uno tendrá dentro de la cartera.

3.2 Administración de portafolios

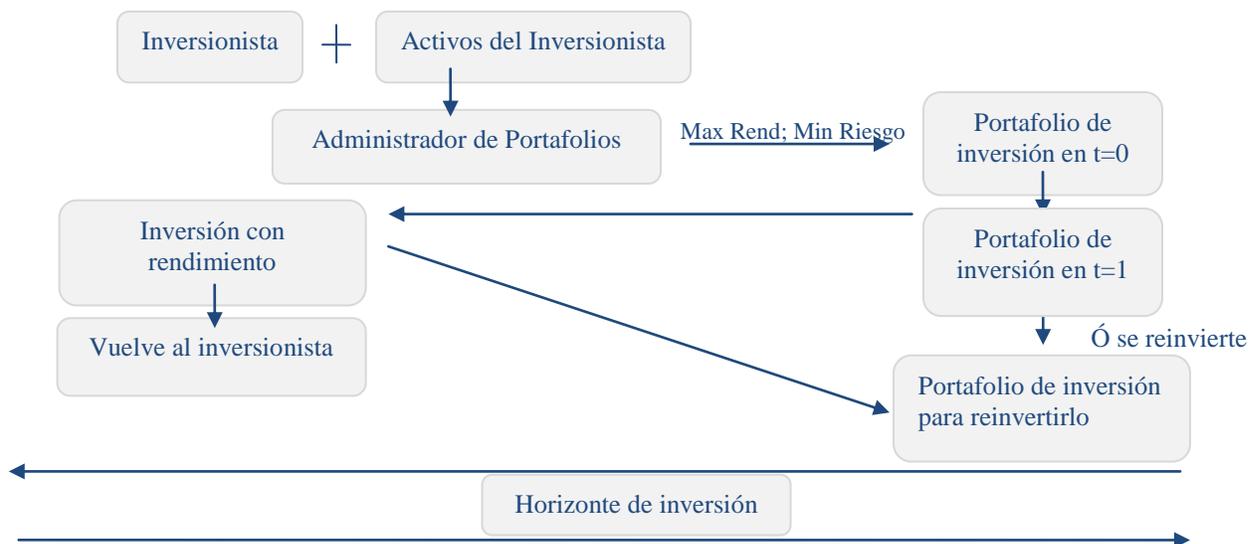
El principal problema al que se enfrenta cualquier administrador de portafolios es al hecho de elegir entre una gran gama de instrumentos que integrarán los distintos portafolios, así como los porcentajes de inversión que se asignarán a éstos. Es el llamado criterio de eficiencia, el cual permite decidir las alternativas de inversión acordes con el perfil del cliente con el fin de elegir la opción óptima de acuerdo a sus preferencias subjetivas.

La administración de portafolios se resumen en:

- Establecer el perfil de riesgo del inversionista y con ello el horizonte de inversión
- Determinar los principios de diversificación
- Elegir la clase de instrumentos que integrarán al portafolio, considerando la correlación entre ellos, plazos y otros factores que puedan impactarlos
- Definir un índice de referencia o Benchmark asociado al portafolio
- Asignar la estrategia final

Un portafolio de inversión es un conjunto de instrumentos financieros cuyo objetivo primordial es obtener la máxima rentabilidad sin tener que asumir el nivel de riesgo más alto que el estrictamente necesario, a través de diversas combinaciones y porcentajes de asignación. Un comportamiento racional del inversionista se ejemplifica en la siguiente lámina.

Figura 3.1 Comportamiento del inversionista



La teoría de selección más básica se resumen en lo que se conoce como Teoría Moderna de Portafolios y tiene sus orígenes en el artículo publicado en 1952 por Harry M. Markowitz, quien plantea que el mayor reto es obtener un óptimo entre

un conjunto de posibles alternativas, debido a que dicho portafolio debe solucionar las necesidades de los inversionistas, en cuanto a riesgo y rendimiento, considerando el período de inversión y la volatilidad vista como una medida del grado de riesgo. Por lo tanto, al comparar las alternativas de inversión aquella con mayor volatilidad es considerada la más riesgosa.

3.3 Construcción de portafolios eficientes para muestra SIEFORES

La Teoría de Portafolios aplicada a la inversión de los recursos de los trabajadores, busca maximizar el rendimiento esperado a la edad de retiro y minimizar el riesgo según el perfil de inversión a través del tiempo, sin salirse de los parámetros establecidos por la regulación.

Del conjunto de puntos posibles en el universo rendimiento contra riesgo, existen diversos portafolios que otorgan un mismo rendimiento esperando pero con diferente volatilidad. Aquellos que otorgan la máxima rentabilidad para un mismo nivel de riesgo o bien el mínimo riesgo para un nivel determinado de rendimiento, será la frontera eficiente, que limitará las posibilidades de elección de los inversionistas.

Cuando la inversión de un portafolio es diversificada en diferentes plazos e instrumentos se puede obtener una mayor rentabilidad con un menor grado de riesgo.

En el presente capítulo se describirá este modelo de optimización tomando un portafolio muestra de las SIEFORES con los activos ya previamente elegidos en el Capítulo 2.

A partir de los vectores históricos de precios proporcionados a las Administradoras por los Proveedores de precios, es posible calcular el rendimiento diario, en

términos continuos, de cada uno de los instrumentos que componen el portafolio, con la fórmula:

$$\text{Ln} \left(\frac{P_t}{P_{(t-1)}} \right) \quad (6)$$

Donde:

P_t =precio del instrumento día t.

$P_{(t-1)}$ =precio del instrumento día t-1.

El riesgo de hacer una elección incorrecta del instrumento se resume en obtener un rendimiento diferente al esperado. Podemos estimar este parámetro como el más probable rendimiento de una inversión, mediante un promedio ponderado de los mismos rendimientos:

$$E(R_i) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_{it} \quad (7)$$

La medida del riesgo adquirido al invertir en el instrumento se conoce como varianza y es la dispersión alrededor del valor esperado; para evitar que las desviaciones positivas y negativas se compensen, se toman los cuadrados:

$$\sigma^2(R_i) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (R_{it} - \bar{R}_i)^2 \quad (8)$$

De la raíz cuadrada de la varianza se calcula la desviación estándar o volatilidad, que es el coeficiente comúnmente utilizado. A mayor volatilidad, mayor riesgo en un instrumento.

En el periodo de observación Enero 2008 a Diciembre 2011 el instrumento muestra de renta variable internacional 1A_AAPL_* presentó el mayor riesgo y la mejor rentabilidad, mientras que el comportamiento del 1R_NEXXCK_10 fue lo contrario, mostrando el menor riesgo con la menor volatilidad.

Cuadro 3.1 Rendimiento diario esperado, varianza y volatilidad por instrumento

Concepto	1B_NAFTRAC_02	1A_AAPL_*	91_AMX_10-2	1R_NEXXCK_10	D8_JPM_1-07	S_UDIBONO_160616
Rendimiento Esp.	0.038613%	0.126549%	0.010069%	0.000230%	0.013243%	0.022257%
Varianza	0.000264	0.000571	0.000014	0.000003	0.000086	0.000019
Desviación Est.	0.016243	0.023888	0.003675	0.001651	0.009295	0.004303

FUENTE: Valmer.

Lo anterior ejemplifica la manera en que las condiciones latentes del mercado repercuten en la toma de decisiones de diversificación de la estrategia de inversión, principalmente en:

- Los diferentes instrumentos considerados para invertir $[X_1, X_2, \dots, X_n]$
- El porcentaje que se va a invertir en cada uno de ellos $[W_1, W_2, \dots, W_n]$ tal que $\sum_1^n W = 1$

De todas estas surge un universo de posibles portafolios, así como las combinaciones de riesgo-rendimiento que de ellos resultan.

$$P_i = X_1 W_1 + X_2 W_2 + \dots + X_n W_n \quad (9)$$

El riesgo de un portafolio además de depender del riesgo propio de los instrumentos que lo componen, también depende de la relación que existe entre los mismos, de manera simplificada para un portafolio de dos activos:

$$\sigma^2(P_i) = W_1^2 \sigma^2(X_1) + W_2^2 \sigma^2(X_2) + 2W_1 W_2 cov(X_1, X_2) \quad (10)$$

La medida de asociación entre los instrumentos que se incorporó en la fórmula es la covarianza que es la media aritmética de los productos de las desviaciones de cada una de las variables respecto a sus medias respectivas.

$$cov(X_1, X_2) = \frac{1}{M} \sum_{t=1}^n [R_{x1t} - E(R_{x1})][R_{x2t} - E(R_{x2})] \quad (11)$$

El coeficiente de correlación (ρ) deriva del mismo y es el índice que da la medida de asociación entre variables y toma valores entre -1 y 1. Ambos buscan medir el grado en que los rendimientos de dos activos se mueven juntos.

$$\rho_{x1x2} = \frac{cov(X_1, X_2)}{\sigma_{x1} \sigma_{x2}} \quad (12)$$

Donde:

$cov(X_1, X_2)$ = la covarianza entre el instrumento x_1 y el instrumento x_2 .

σ_{x1} = Desviación estándar del instrumento x_1 .

σ_{x2} = Desviación estándar del instrumento x_2 .

Si $\rho_{x1x2} = 1$ entonces los instrumentos están correlacionados perfectamente, es decir un incremento en el rendimiento de un instrumento se reflejará proporcionalmente en el incremento del rendimiento de otro. Esto sería una recta en el universo riesgo-rendimiento. Si $\rho_{x1x2} = 0$ los instrumentos son independientes.

Cuando $\rho_{x1x2} = -1$ los instrumentos tienen una correlación serial negativa, siempre que el rendimiento de uno aumente el rendimiento del otro instrumento se verá proporcionalmente disminuido.

A continuación se muestran los efectos de la diversificación. Con las fórmulas previas calculamos el riesgo y rendimiento del portafolio A compuesto por los dos activos más correlacionados, claramente presenta un riesgo mayor al del portafolio

B compuesto por los dos activos menos correlacionados, en este último, al hacer una adecuada diversificación se consigue mantener un riesgo mucho más conservador.

Partiendo de los activos más correlacionados que son el 1B_NAFTRAC_02 y 1A_APPL_* con $\rho=0.403986$, tenemos una correlación positiva pero no perfecta y obtenemos un gráfica convexa que nos sugiere un conjunto de posibilidades de inversión dentro del universo rendimiento contra riesgo, delimitado por esa curva.

Cuadro 3.2 Activos correlacionados (A)

Instrumento	$E(R_i)$	σ_i	σ_i^2
1B_NAFTRAC_02	0.038613%	0.016235	0.000264
1A_APPL_*	0.126549%	0.023876	0.000571

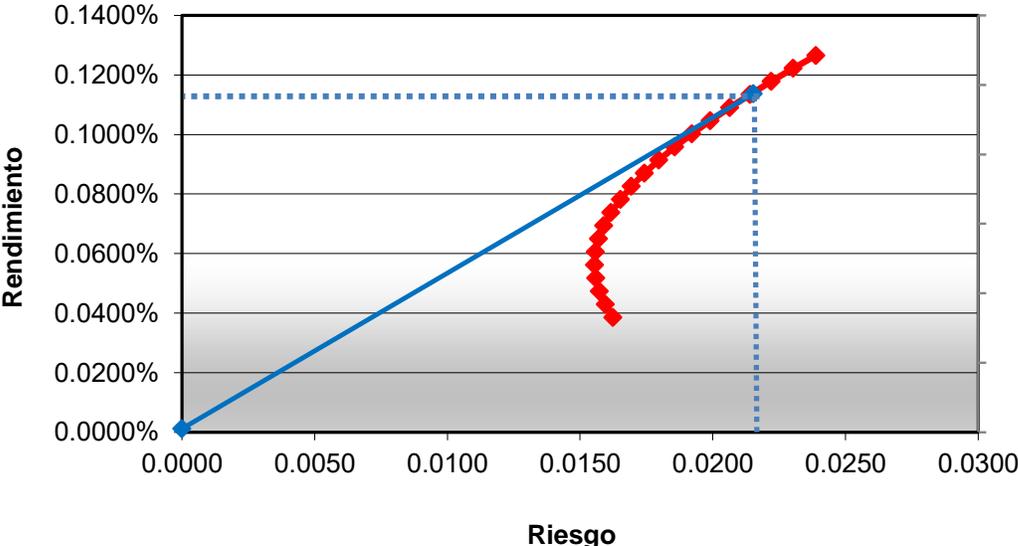
$\rho_{\text{NAFTRAC_AAPL}}$ **0.403986**

Portafolios	Proporciones invertidas		Rendimiento	Varianza	Riesgo
	W_1	W_2	$E(P)$	$\sigma^2(P)$	$\sigma(P)$
1	100%	0%	0.038613%	0.000264	0.016243
2	95%	5%	0.043010%	0.000254	0.015950
3	90%	10%	0.047406%	0.000248	0.015735
4	85%	15%	0.051803%	0.000243	0.015601
5	80%	20%	0.056200%	0.000242	0.015550
6	75%	25%	0.060597%	0.000243	0.015582
7	70%	30%	0.064994%	0.000246	0.015697
8	65%	35%	0.069391%	0.000253	0.015894
9	60%	40%	0.073787%	0.000261	0.016169
10	55%	45%	0.078184%	0.000273	0.016519
11	50%	50%	0.082581%	0.000287	0.016939
12	45%	55%	0.086978%	0.000304	0.017423
13	40%	60%	0.091375%	0.000323	0.017967
14	35%	65%	0.095772%	0.000345	0.018565
15	30%	70%	0.100168%	0.000369	0.019213
16	25%	75%	0.104565%	0.000396	0.019905
17	20%	80%	0.108962%	0.000426	0.020637
18	15%	85%	0.113359%	0.000458	0.021405
19	10%	90%	0.117756%	0.000493	0.022205
20	5%	95%	0.122153%	0.000531	0.023034
21	0%	100%	0.126549%	0.000571	0.023888

FUENTE: Valmer.

Si generamos nuestra frontera eficiente y determinados la relación óptima entre los activos obtenemos un rendimiento de 0.974485% y un riesgo de 0.021535.

Gráfico 3.1 Activos Correlacionados
FRONTERA EFICIENTE



FUENTE: Valmer.

Aquí se puede comprobar que el rendimiento máximo es de 0.12% que corresponde a invertir es su totalidad en la acción APPL. Mientras que al construir la frontera eficiente entre ambas acciones, podemos comprobar que sus rendimientos se encuentran entre 0.03% y 0.12%.

Con estos resultados se puede observar que los rendimientos son muy bajos tratándose de portafolios que contienen un porcentaje invertido en acciones y medianamente correlacionados, las cuales nos harían pensar que por su naturaleza podrían contribuir más al rendimiento.

Para los activos que no se correlacionan entre sí, como lo son el 1A_APPL_* y 1R_NEXXCK_10 con $\rho = -0.041373$, obtenemos lo siguiente:

Cuadro 3.3 Activos no correlacionados (B)

Instrumento	$E(R_i)$	σ_i	σ_i^2
1B_NAFTRAC_02	0.038613%	0.016235	0.000264
1R_NEXXCK_10	0.000230%	0.001650	0.000003

$$\rho_{\text{NAFTRAC_NEXXCK}} = -0.041373$$

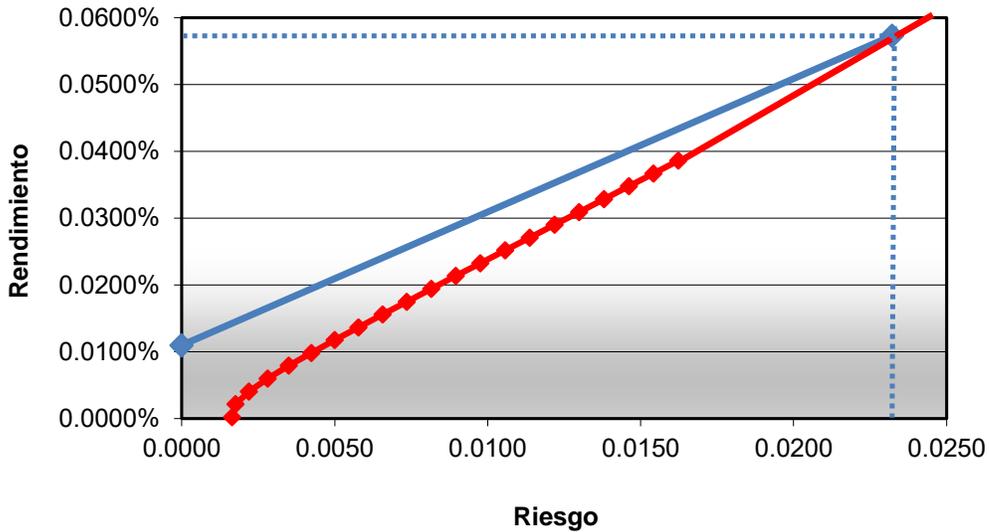
Portafolios	Proporciones invertidas		Rendimiento	Varianza	Riesgo
	W_1	W_2	$E(P)$	$\sigma^2(P)$	$\sigma(P)$
1	100%	0%	0.038613%	0.000264	0.016243
2	95%	5%	0.036694%	0.000238	0.015431
3	90%	10%	0.034775%	0.000214	0.014619
4	85%	15%	0.032855%	0.000191	0.013809
5	80%	20%	0.030936%	0.000169	0.012998
6	75%	25%	0.029017%	0.000149	0.012189
7	70%	30%	0.027098%	0.000130	0.011381
8	65%	35%	0.025179%	0.000112	0.010574
9	60%	40%	0.023260%	0.000095	0.009768
10	55%	45%	0.021341%	0.000080	0.008964
11	50%	50%	0.019422%	0.000067	0.008163
12	45%	55%	0.017502%	0.000054	0.007365
13	40%	60%	0.015583%	0.000043	0.006572
14	35%	65%	0.013664%	0.000033	0.005785
15	30%	70%	0.011745%	0.000025	0.005008
16	25%	75%	0.009826%	0.000018	0.004245
17	20%	80%	0.007907%	0.000012	0.003507
18	15%	85%	0.005988%	0.000008	0.002812
19	10%	90%	0.004069%	0.000005	0.002202
20	5%	95%	0.002150%	0.000003	0.001766
21	0%	100%	0.000230%	0.000003	0.001651

FUENTE: Valmer.

Para el par de instrumentos con correlación negativa la gráfica mostrada abajo es mucho menos convexa.

Gráfico 3.2 Activos No Correlacionados

FRONTERA EFICIENTE



FUENTE: Valmer.

Cuando el portafolio está compuesto por más de dos activos, la comparación en conjunto de cada par de instrumentos del portafolio forman la matriz de varianzas (diagonal principal) y covarianzas del portafolio (fuera de la diagonal principal).

$$\begin{pmatrix} w_1^2 \sigma_1^2 & w_1 w_2 \sigma_{12} & w_1 w_k \sigma_{1k} & w_1 w_n \sigma_{1n} \\ w_1 w_2 \sigma_{12} & w_2^2 \sigma_2^2 & w_2 w_k \sigma_{2k} & w_2 w_n \sigma_{2n} \\ & & \dots & \\ w_1 w_n \sigma_{1n} & w_2 w_n \sigma_{2n} & w_k w_n \sigma_{kn} & w_n^2 \sigma_n^2 \end{pmatrix}$$

Entonces ahora el riesgo del portafolio está dado por:

$$\sigma^2(P_i) = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>1}^n w_i w_j \sigma_{ij}$$

(13)

Donde σ_{ij} es la covarianza de cada pareja de instrumentos del portafolio.

Los instrumentos más correlacionados de manera directa, son el NAFTRAC y AAPL ambos renta variable nacional e internacional, respectivamente. La mayor frecuencia de correlaciones negativas, mejor conocida como inversa, se da entre el instrumento estructurado NEXXCK y en AAPL.

Cuadro 3.4 Matriz de varianzas y covarianzas

MATRIZ VAR/COVAR	1B_NAFTRAC_02	1A_AAPL_*	91_AMX_10-2	1R_NEXXCK_10	D8_JPM_1-07	S_UDIBONO_160616
1B_NAFTRAC_02	0.000264	0.000157	0.000004	-0.000001	0.000045	0.000018
1A_AAPL_*	0.000157	0.000570	-0.000001	-0.000003	0.000000	0.000000
91_AMX_10-2	0.000004	-0.000001	0.000013	0.000000	0.000010	0.000002
1R_NEXXCK_10	-0.000001	-0.000003	0.000000	0.000003	0.000000	0.000000
D8_JPM_1-07	0.000045	0.000000	0.000010	0.000000	0.000086	0.000020
S_UDIBONO_160616	0.000018	0.000000	0.000002	0.000000	0.000020	0.000018

FUENTE: Valmer.

La determinación de portafolios eficientes se traduce en minimizar el riesgo mediante una apropiada diversificación:

$$\begin{aligned} & \text{Min } \sigma^2(P_i) \\ & \text{Dada la condición } \sum_{t=1}^n w_t = 1 \end{aligned} \quad (14)$$

Entre más diversificación exista, menor será el riesgo de un portafolio, limitado por debajo por el promedio de las covarianzas (riesgo sistemático).

Si además de considerar el riesgo se busca un rendimiento esperado de las inversiones (Criterio de la Media-Varianza, Markowitz 1952), entonces el planteamiento cambia a obtener, para un nivel de rendimiento esperado, el portafolio que tenga el mínimo riesgo:

Dado un rendimiento esperado prefijado $E(P_i) = \sum_{i=1}^n W_i E(X_i)$ se calculan los porcentajes de inversión $[W_1, W_2, \dots, W_n]$ que hacen $\sigma^2(P_i)$ mínimo.

Se deduce que el problema es de mínimos cuadrados condicionados, cuya solución está dada por el método de Multiplicadores de Lagrange como se muestra a continuación.

$$F = \sum_{i=1}^n W_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>1}^n W_i W_j \sigma_{ij} + \lambda_1 \left(\sum_{i=1}^n W_i E_i - E_p \right) + \lambda_2 \left(\sum_{i=1}^n W_i - 1 \right) \quad (15)$$

$$F = w_1^2 \sigma_1^2 + \dots + w_n^2 \sigma_n^2 + 2(w_1 w_2 \sigma_{12} + \dots + w_1 w_n \sigma_{1n} + w_2 w_3 \sigma_{23} + \dots + w_2 w_n \sigma_{2n} + \dots + w_{n-1} w_n \sigma_{n-1n}) + \lambda_1 (w_1 E_1 + \dots + w_n E_n - E_p) + \lambda_2 (w_1 + \dots + w_n - 1) \quad (16)$$

Derivando parcialmente:

$$\begin{aligned} \frac{\delta F}{\delta W_1} &= 2w_1 \sigma_1^2 + 2(w_2 \sigma_{12} + \dots + w_n \sigma_{1n}) + \lambda_1 E_1 + \lambda_2 = 0 \\ \frac{\delta F}{\delta W_2} &= 2w_2 \sigma_2^2 + 2(w_2 \sigma_{12} + \dots + w_n \sigma_{2n}) + \lambda_1 E_2 + \lambda_2 = 0 \\ &\dots\dots\dots \\ \frac{\delta F}{\delta W_n} &= 2w_n \sigma_n^2 + 2(w_1 \sigma_{1n} + \dots + w_{n-1} \sigma_{n-1n}) + \lambda_1 E_n + \lambda_2 = 0 \\ \frac{\delta F}{\delta \lambda_1} &= w_1 E_1 + w_2 E_2 + \dots + w_n E_n - E_p = 0 \\ \frac{\delta F}{\delta \lambda_2} &= w_1 + w_2 + \dots + w_n - 1 = 0 \end{aligned} \quad (17)$$

Se dividen entre dos todas las ecuaciones, excepto las dos últimas, para obtener un sistema de n+2 ecuaciones lineales con n+2 incógnitas:

$$\begin{aligned} w_1 \sigma_1^2 + w_2 \sigma_{12} + \dots + w_n \sigma_{1n} + \frac{\lambda_1}{2} E_1 + \frac{\lambda_2}{2} &= 0 \\ w_2 \sigma_2^2 + w_2 \sigma_{12} + \dots + w_n \sigma_{2n} + \frac{\lambda_1}{2} E_2 + \frac{\lambda_2}{2} &= 0 \\ &\dots\dots\dots \\ w_n \sigma_n^2 + w_1 \sigma_{1n} + \dots + w_{n-1} \sigma_{n-1n} + \frac{\lambda_1}{2} E_n + \frac{\lambda_2}{2} &= 0 \\ w_1 E_1 + w_2 E_2 + \dots + w_n E_n &= E_p \\ w_1 + w_2 + \dots + w_n &= 1 \end{aligned} \quad (18)$$

Llevado a una forma matricial:

$$\begin{pmatrix}
 \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} & E_1 & 1 \\
 \sigma_2^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{2n} & E_2 & 1 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \sigma_n^2 & \sigma_{1n} & \dots & \sigma_{n-1n} & E_n & 1 \\
 E_1 & E_2 & \dots & E_n & 0 & 0 \\
 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & 0
 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix}
 w_1 \\
 w_2 \\
 \dots \\
 w_n \\
 \frac{\lambda_1}{2} \\
 \frac{\lambda_2}{2}
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 0 \\
 0 \\
 \dots \\
 0 \\
 E_p \\
 1
 \end{pmatrix}$$

(19)

La solución única al sistema, o bien las proporciones a invertir de cada instrumento pueden calcularse mediante la fórmula:

$$\mathbf{W} = \mathbf{C}^{-1}\mathbf{B} \tag{20}$$

Existe un portafolio de mínimo riesgo, a partir del cual todos los portafolios presentan una ganancia contra el riesgo, para determinar las composiciones del resto de los portafolios en la frontera eficiente bastará con dar rendimientos por arriba de 0.0044% que es el obtenido.

Cuadro 3.5 Portafolio de mínimo riesgo

Composición del Portafolio	% Inversión	Rendimiento Esperado	Varianza	Desviación estándar
1B_NAFTRAC_02	0.00%	0.004447%	0.038208	0.001460
1A_AAPL_*	0.74%			
91_AMX_10-2	13.00%			
1R_NEXXCK_10	77.16%			
D8_JPM_1-07	0.00%			
S_UDIBONO_160616	9.09%			

FUENTE: Valmer.

La curva eficiente resultante de los instrumentos tomados de las SIEFORES, muestra su máximo rendimiento en 0.1265% el cual está dado en función de un riesgo tolerable igual a 0.0239, este corresponde al portafolio con el 100% de los

activos asignados al instrumento de renta variable internacional (AAPL) que como ya se había visto anteriormente, durante el periodo de observación presentó la mayor volatilidad. Cualquier otro portafolio situado por debajo de este presentará menor rendimiento con el mismo nivel de riesgo.

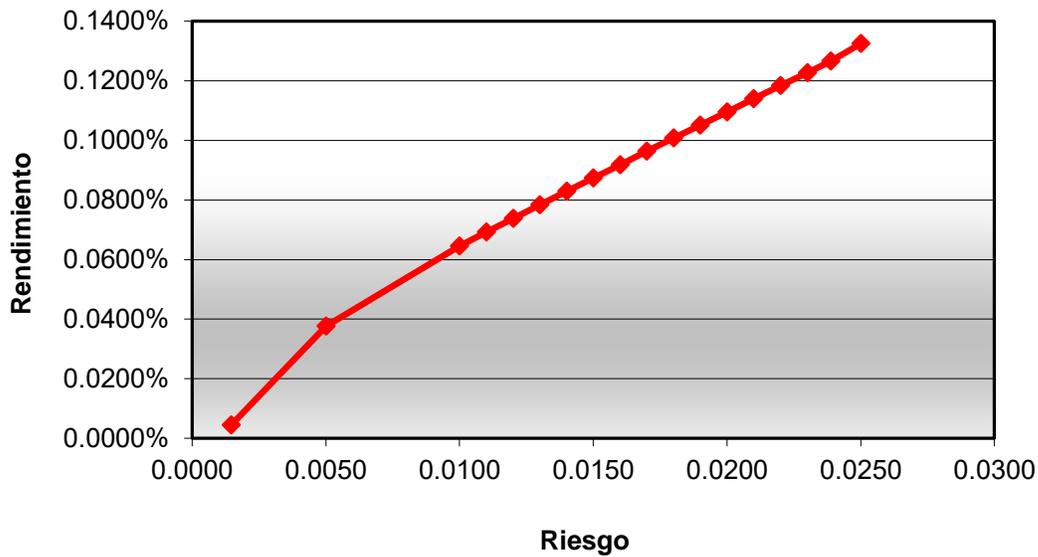
Nótese que para trazar la frontera eficiente fueron suficientes 17 portafolios, con las siguientes proporciones de inversión:

Cuadro 3.6 Portafolios Eficientes

Portafolios	Porcentaje de Inversión						Riesgo	Rendimiento
	1B_NAFTRAC_02	1A_AAPL_*	91_AMX_10-2	1R_NEXXCK_10	D8_JPM_1-07	S_UDIBONO_160616	σ (P)	E(P)
1	0.00%	0.74%	13.00%	77.16%	0.00%	9.09%	0.0015	0.0044%
2	0.00%	16.53%	15.14%	0.00%	0.00%	68.33%	0.0050	0.0376%
3	0.00%	40.46%	0.00%	0.00%	0.00%	59.54%	0.0100	0.0645%
4	0.00%	44.97%	0.00%	0.00%	0.00%	55.03%	0.0110	0.0692%
5	0.00%	49.40%	0.00%	0.00%	0.00%	50.60%	0.0120	0.0738%
6	0.00%	53.79%	0.00%	0.00%	0.00%	46.21%	0.0130	0.0784%
7	0.00%	58.13%	0.00%	0.00%	0.00%	41.87%	0.0140	0.0829%
8	0.00%	62.44%	0.00%	0.00%	0.00%	37.56%	0.0150	0.0874%
9	0.00%	66.73%	0.00%	0.00%	0.00%	33.27%	0.0160	0.0919%
10	0.00%	71.00%	0.00%	0.00%	0.00%	29.00%	0.0170	0.0963%
11	0.00%	75.25%	0.00%	0.00%	0.00%	24.75%	0.0180	0.1007%
12	0.00%	79.48%	0.00%	0.00%	0.00%	20.52%	0.0190	0.1052%
13	0.00%	83.71%	0.00%	0.00%	0.00%	16.29%	0.0200	0.1096%
14	0.00%	87.92%	0.00%	0.00%	0.00%	12.08%	0.0210	0.1140%
15	0.00%	92.13%	0.00%	0.00%	0.00%	7.87%	0.0220	0.1183%
16	0.00%	96.33%	0.00%	0.00%	0.00%	3.67%	0.0230	0.1227%
17	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0239	0.1265%

FUENTE: Valmer.

En el siguiente grafico se visualiza la frontera eficiente, que es el resultado de las combinaciones de riesgo-rendimiento mencionadas en el cuadro anterior.



FUENTE: Valmer.

La elección de la alternativa óptima dentro de todas las fronteras eficientes depende exclusivamente de la estrategia del inversor, sin embargo existe una técnica muy utilizada que supone una mezcla de inversiones entre un portafolio de riesgo y un activo sin riesgo. El rendimiento esperado de esta mezcla es una función lineal a la ya determinada del portafolio $E(P_i)$, o bien, una recta con intersección en $E(P_i)$, y con pendiente positiva directamente proporcional el exceso de rendimiento del portafolio con respecto a la tasa sin riesgo. Determinar la mezcla óptima entre el portafolio de riesgo óptimo y el activo sin riesgo requiere maximizar la pendiente de la recta dada por la ecuación:

$$m = \frac{E(P_i) - R_L}{\sigma(P_i)} \tag{21}$$

Sujeto a la restricción $\sum_{t=1}^n w_t = 1$, donde R_L es la tasa libre de riesgo de mercado.

Tomando al Cete28d como activo libre de riesgo con valor de 3.95% anual, se obtiene su rendimiento diario $R_L = 0.010972\%$ y las proporciones invertidas en cada uno de los instrumentos del portafolio óptimo P_M son:

Cuadro 3.7 Portafolio de riesgo óptimo

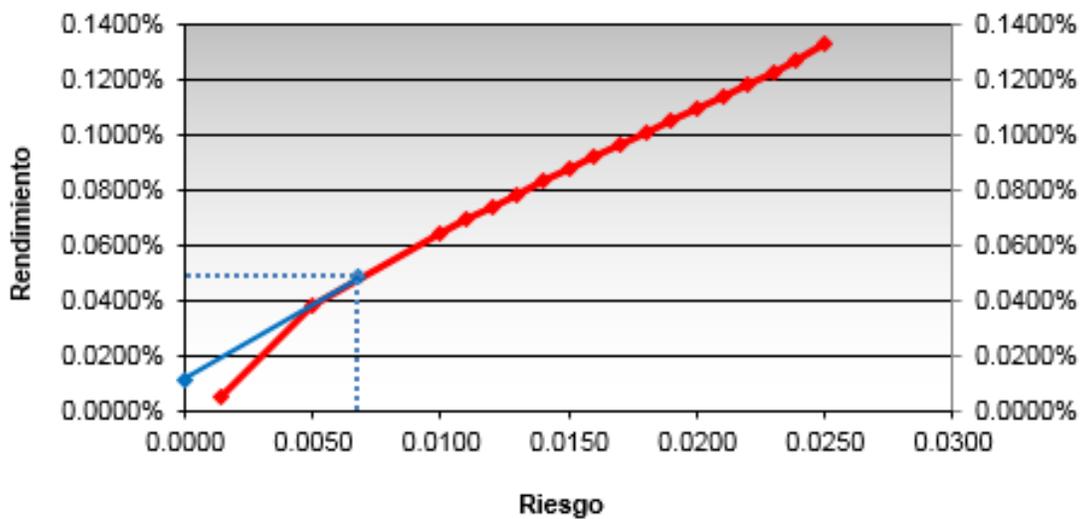
Porcentajes de inversión						Rp	σ
1B_NAFTRAC_02	1A_AAPL_*	91_AMX_10-2	1R_NEXXCK_10	D8_JPM_1-07	S_UDIBONO_160616		
0.00%	25.01%	0.00%	0.00%	0.00%	74.99%	0.048339%	0.023876

FUENTE: Valmer.

La recta con origen (0, 0.000110) es conocida como línea de mercado (CML por sus siglas en inglés) contiene todas las combinaciones entre el portafolio óptimo y el activo sin riesgo; nótese que si el inversionista basará sus decisiones sólo tomando en cuenta el rendimiento del portafolio con un nivel de riesgo fijo, siempre escogería un portafolio dentro de la línea de mercado.

El punto de tangencia entre CML y la frontera eficiente ($(\sigma(P_M), E(P_M))$) es el portafolio óptimo o de mercado.

Gráfico 3.4 Curva de Mercado (CML) y Frontera Eficiente



FUENTE: Valmer.

Nuestros resultados muestran que el portafolio óptimo es aquel con un nivel de riesgo de 0.0068 y una rentabilidad de 0.0483%, invirtiendo un 25.01% en renta variable internacional y el 74.99% en deuda gubernamental.

Al determinar su valor en riesgo con la metodología explicada en el Capítulo 2, se obtiene lo siguiente:

Cuadro 3.8 VaR del Portafolio Óptimo

SIEFORE	Activos Netos	VaR (\$)	VaR (%)	VaR (regulatorio)
SIB1	\$ 144,568,799,298.63	1,523,228,778.76	1.05%	0.70%
SIB2	\$ 424,036,601,207.57	4,467,801,886.31	1.05%	1.10%
SIB3	\$ 483,980,754,835.23	5,386,337,809.79	1.11%	1.40%
SIB4	\$ 410,581,371,888.62	4,733,905,297.54	1.15%	2.10%
SIB5	\$ 82,697,432,629.48	953,481,675.55	1.15%	2.10%

FUENTE: Valmer.

En este cuadro se puede observar que si aplicáramos a las cinco SIEFOREs los porcentajes de inversión obtenidos en nuestro portafolio óptimo, en todas a excepción de la SIB1, nos encontraríamos dentro del límite de valor en riesgo establecido por normatividad para cada una, obteniendo el mejor rendimiento sin arriesgar de más los ahorros de los trabajadores.

Este método puede ser utilizado por las AFORES en la determinación de portafolios eficientes con un nivel de riesgo dado y maximizando el rendimiento esperado, ayudándoles así en la toma de decisiones sin olvidar que el riesgo sistémico siempre está presente en los mercados y dependerá de cada administrador el nivel de riesgo a tolerar de acuerdo a sus necesidades, régimen y estrategias de inversión.

Capítulo 4.

Pruebas de Estrés

La alta volatilidad e inestabilidad de los mercados derivado de grandes crisis económicas rompen con los supuestos de cualquier modelo, sin embargo, pueden ser tomados para evaluar el cambio en las posiciones actuales bajo escenarios no favorables y así fijar nuevos parámetros de comparación. Por ejemplo las variaciones observadas en los factores de riesgo (tipos de cambio, tasas de interés, índices accionarios, bechmarks, etc.) servirán para estimar el impacto de dichos shocks financieros en el rendimiento de los portafolios de inversión.

La construcción de un escenario de stress eficiente se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Determinar el alcance de la prueba de stress
2. Seleccionar un escenario de recesión severo y estimable
3. Seleccionar el tipo de prueba de stress a desarrollar
4. Aplicar el impacto a la cartera
5. Verificar y recalibrar el modelo

Podemos estudiar la sensibilidad de las carteras que conforman a las SIEFORES ante movimientos observados durante diferentes crisis económicas, es decir, por medio de un stress testing en condiciones extremas. El cual refleja las pérdidas potenciales suponiendo escenarios de crisis observados en el pasado y que rompen con los supuestos de normalidad.

Un stress testing consiste en impactar todos los factores de riesgo asociados a los instrumentos que componen nuestra cartera, generando escenarios que repliquen el impacto que se presentó en las distintas crisis. Para la generación de dichos escenarios los factores de riesgo se agrupan en tres:

- Factores de riesgo contemporáneos a la crisis: Son aquellos factores conocidos y asociados a los instrumentos que integran las carteras. Para conocer su impacto se toma la variación histórica que tuvieron durante ese período.
- Factores de riesgo posteriores a la crisis: Son aquellos factores que no cuentan con una historia; para éstos se toma un grupo de factores contemporáneos a la crisis y en base a una regresión se define su comportamiento.
- Factores de riesgo nuevos: Son aquellos que se crean utilizando la información histórica de los instrumentos en base al tipo de activo y características similares.

La selección del período de crisis es fundamental para un stress testing, porque consiste en determinar el rango de fechas en que se calcularán las razones de cambio de cada factor de riesgo. La fecha inicial se determina por el evento que detonó la crisis, analizando variables que representarán a los distintos mercados y de las que se tiene información disponible para poder determinar el período de crisis.

A continuación se muestran los escenarios de stress a partir de impactar los activos netos de las SIEFORES a diciembre de 2011 con dos escenarios de volatilidad extrema seleccionados. Los impactos se muestran en términos del portafolio óptimo obtenido en el capítulo anterior.

Para el escenario estresado tendremos dos resultados:

- Impacto acumulado (AC): Se obtendrá un promedio ponderado de las variaciones de los factores de riesgo desde el inicio hasta el final del período de crisis.
- Peor escenario (PE): La máxima variación para cada factor de riesgo dentro del período de crisis.

Fue tal el impacto de la crisis de 2008 que es de suma importancia analizar ahora este período de fuerte volatilidad como un escenario de stress.

En México los impactos de la crisis se reflejaron de septiembre a octubre de 2008 cuando el tipo de cambio se depreció en un 25%, el IPC disminuyó un 45% y la yield del bono más líquido del mercado gubernamental el M_BONOS_241205 pasó de 8.51% a 11.38%¹⁴.

Para este escenario de stress, se tomó como fecha inicial el 15 de septiembre de 2008, día en el que se declaró en quiebra el banco Lehman Brothers. Las variables de referencia que se impactaron: el tipo de cambio, el IPC, el Dow Jones y los benchmarks del mercado de deuda gubernamental y corporativa. Se eligió como fecha final del análisis el 24 de octubre de 2008, ya que en esta fecha se encontró la máxima variación porcentual de los factores de riesgo elegidos.

Cuadro 4.1 Crisis Sub-prime 2008 (Credit Crunch)

Siefor e	Activos Netos	Credit Crunch (AC)	Credit Crunch (PE)
Escenario de Stress	\$ 144,568,799,299	\$ 139,385,309,257	\$ 141,039,347,194
SIB1		\$ 5,183,490,042	\$ 3,529,452,105
Monto Pérdidas			
% Pérdidas		3.5855%	2.4414%
Escenario de Stress	\$ 424,036,601,208	\$ 408,832,840,032	\$ 413,684,319,935
SIB2		\$ 15,203,761,175	\$ 10,352,281,272
Monto Pérdidas			
% Pérdidas		3.5855%	2.4414%
Escenario de Stress	\$ 483,980,754,835	\$ 466,627,705,622	\$ 472,165,017,638
SIB3		\$ 17,353,049,214	\$ 11,815,737,197
Monto Pérdidas			
% Pérdidas		3.5855%	2.4414%
Escenario de Stress	\$ 410,581,371,889	\$ 395,860,045,436	\$ 400,557,581,695
SIB4		\$ 14,721,326,453	\$ 10,023,790,194
Monto Pérdidas			
% Pérdidas		3.5855%	2.4414%
Escenario de Stress	\$ 82,697,432,629	\$ 79,286,676,238	\$ 80,484,264,683
SIB5		\$ 3,410,756,391	\$ 2,213,167,946
Monto Pérdidas			
% Pérdidas		4.1244%	2.6762%

FUENTE: Valmer.

¹⁴ Cifras tomadas del sitio de Internet de la Bolsa Mexicana de Valores.

En el cuadro anterior se puede observar que la SIEFORE con mayor impacto en el escenario acumulado y el peor escenario es la SIB5, donde su pérdida sería de 4.1244% y 2.6762% impacto acumulado y peor escenario respectivamente. Esto es lo esperado debido a que por su naturaleza es la SIEFORE en la que se asume un mayor grado de riesgo con el fin de encontrar una mayor rentabilidad.

Otro escenario de crisis fueron los atentados terroristas del 11 de septiembre de 2001, que si bien no desataron una enorme crisis financiera, los impactos en el mercado financiero fueron generalizados, como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 4.2 Crisis 11 de Septiembre

Siefore	Activos Netos	11 Sep (AC)	11 Sep (PE)
SIB1	Escenario de Stress	\$ 144,568,799,299	\$ 138,954,626,879
	Monto Pérdidas		\$ 5,614,172,420
	% Pérdidas		3.8834%
SIB2	Escenario de Stress	\$ 424,036,601,208	\$ 407,569,600,021
	Monto Pérdidas		\$ 16,467,001,186
	% Pérdidas		3.8834%
SIB3	Escenario de Stress	\$ 483,980,754,835	\$ 465,185,886,987
	Monto Pérdidas		\$ 18,794,867,849
	% Pérdidas		3.8834%
SIB4	Escenario de Stress	\$ 410,581,371,889	\$ 394,636,889,637
	Monto Pérdidas		\$ 15,944,482,252
	% Pérdidas		3.8834%
SIB5	Escenario de Stress	\$ 82,697,432,629	\$ 79,172,706,774
	Monto Pérdidas		\$ 3,524,725,855
	% Pérdidas		4.2622%

FUENTE: Valmer.

Del 11 al 17 de septiembre los mercados de Estados Unidos permanecieron cerrados, al reanudarse la actividad el Dow Jones había perdido el 7.1% en un

solo día, mientras que al final de la semana la pérdida acumulada ya era del 14.3%; al mismo tiempo en México el IPC bajó un 9.21%¹⁵.

El S&P descendió un 5%; en Europa el DAX bajó 9%, aumentando el Euro de 0.90 a 0.92 dólares. En Japón el Nikkei bajó 7% y el yen cotizó de 121 a 118 yenes por dólar¹⁶.

Para esta crisis el período de análisis fue del 11 de septiembre de 2001 al 20 de septiembre de 2001.

Nuevamente se puede observar que la SIEFORE 5 es donde se presenta la mayor pérdida con un escenario acumulado de 4.2622%, mientras que en su peor escenario la pérdida fue de 1.7791%. Debido a que el impacto en los factores de riesgo fue mucho menor en la crisis del 11 de Sep comparado con Sub-prime, el peor escenario que pueden presentar nuestros portafolios también es menor. Por otro lado, aunque el nivel de pérdida acumulada se ve mayor en 2009, la ventana de volatilidad fue más corta y la recuperación más inmediata.

Ambos resultados les servirán a las Administradoras cómo pronóstico de la sensibilidad de sus portafolios ante un acontecimiento relevante de cualquier índole, o bien, ante un periodo extenso de alta volatilidad que deriva en una crisis.

¹⁵ Cifras tomadas del sitio de Internet de la Bolsa Mexicana de Valores.

¹⁶ Cifras tomadas del sitio de Internet de la Bolsa Mexicana de Valores.

Conclusiones

Con lo anterior se demostró la relevancia del uso combinado de las metodologías expuestas, como herramientas de decisión para la correcta administración de portafolios específicamente en la industria de fondos de ahorro para el retiro.

Al aplicar el modelo estadístico del VaR pudimos observar como el comportamiento histórico del portafolio permite predecir las pérdidas futuras del mismo. A partir de tomar una muestra de instrumentos disponibles en el mercado, fue posible trazar una frontera eficiente resultado de las combinaciones más óptimas de inversión en estos instrumentos. La frontera mostró coherencia con la evolución observada de los rendimientos y se identificó la diversificación más óptima. Para finalmente comprender mejor el comportamiento de los portafolios propuestos, en términos de pérdidas y ganancias, ante condiciones inesperadas del mercado que no se pudieron considerar en la estrategia de inversión original por falta de experiencia.

Con el fin de entender el impacto de la volatilidad financiera de los mercados en la administración de los recursos que integran las SIEFORES, es importante destacar los siguientes hallazgos:

- Los cambios en los mercados nacionales e internacionales pueden propiciar una reacción coyuntural negativa en las carteras de inversión para el retiro. En mayor medida en la SIB4 y SIB5 por tener el porcentaje más permisible de inversión en renta variable nacional e internacional, así como instrumentos especializados. Sin embargo, la recuperación de éstas es natural debido al horizonte de tiempo en que los recursos estarán invertidos (trabajadores jóvenes).
- Identificar y delimitar los riesgos asociados al portafolio es el primer gran reto del administrador. En el caso particular del riesgo de mercado se asocian los

factores de riesgo que impacten los precios de los instrumentos de manera individual.

- Para modelar la pérdida máxima esperada de un portafolio en condiciones normales de mercado, se aplica la metodología establecida por la entidad regulatoria. Según el capítulo referente a VaR, el 2008 fue un parte aguas para incluir metodologías más robustas que reflejaran el verdadero impacto de la volatilidad del mercado.
- Determinar un portafolio óptimo es una tarea compleja que exige la aplicación complementaria de diversas teorías de Carteras de inversión, pero también depende en gran medida del raciocinio del administrador. El modelo de Markowitz plantea los principios básicos de la diversificación, ya que toma en cuenta la correlación que existe entre los rendimientos de todos los instrumentos que conforman el portafolio.
- La aplicación del modelo de Markowitz en el portafolio elegido para este estudio mostró niveles de rentabilidad muy bajos diversificando en cinco activos sobre un periodo de crisis financiera.
- Es deber crucial del regulador y las Administradoras reaccionar proactivamente ante los cambios constantes en el mercado. Una práctica recomendable es la valuación del portafolio bajo condiciones de estrés, la experiencia del administrador le permitirá elegir los escenarios de estrés que muestren la pérdida más aproximada a la real, según los riesgos a los que este expuesto cada portafolio. Esto remedia en cierta medida las limitaciones expuestas de la metodología del VaR.

La CONSAR por su parte, ha incorporado este tipo de análisis y mejores prácticas dentro de la regulación con el objetivo de propiciar una administración del riesgo más integral y mejor preparada para cualquier cambio atípico dentro de los mercados financieros. Una muestra clara de la evolución y actualización que ha tenido el régimen de inversión al que se sujetan las SIEFORES, es la flexibilidad de poder sustituir los límites regulatorios del VaR por un portafolio de referencia

aprobado por la Comisión, cumpliendo con las políticas y estrategias de inversión acordes con el plazo y perfil de cada una de ellas.

Las Administradoras también son conscientes de que las condiciones de los mercados son cada vez más inciertas y la confiabilidad en la predicción se torna más compleja. En la práctica, tienen una mejora constante para minimizar los riesgos propios del manejo de portafolios de inversión.

Finalmente, es importante mencionar que el riesgo de mercado abordado en el presente trabajo, no es el único al que se enfrentan las Sociedades de Inversión. Podrían existir otras pérdidas potenciales derivadas de otros tipos de riesgo como crédito, liquidez y operativo. Pero de la misma manera, que lo expuesto para el riesgo de mercado, para los otros riesgos latentes se requiere de una adecuada administración que incluye medición, monitoreo y control, misma que se lleva a cabo dentro de la normatividad vigente.

Bibliografía

Banco de México (2009). “Consideraciones sobre la Crisis Financiera y sus Efectos sobre la Economía Mexicana”, México.

CONSAR (2004). “Avances, Experiencia Internacional y Retos de los Sistemas de Ahorro para el Retiro”, México.

El Economista (2009). “Afores invertirán sólo en valores mexicanos: Consar” – Marzo 2009, disponible en: <http://eleconomista.com.mx/finanzas/2009/03/12/afores-invertiran-solo-valores-mexicanos-consar>

CONSAR (2008), “Informe Semestral al H. Congreso de la Unión sobre la situación del SAR Julio – Diciembre 2008”, disponible en: [https://www.consar.gob.mx/otra_informacion/pdf/transparencia/informe semestral 2 2008.pdf](https://www.consar.gob.mx/otra_informacion/pdf/transparencia/informe_semestral_2_2008.pdf)

CONSAR (2007). “Reglas Generales que establecen el régimen de inversión al que deberán sujetarse las sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro”, *Circular 15-19 publicada en el DOF 9 de julio 2007*, México.

CONSAR (2015), Información Estadística, “Recursos Registrados en las Afores”, “Activos Netos de las SIEFORES”, “Rendimiento Netos”, <http://www.consar.gob.mx/SeriesTiempo/Enlace.aspx?md=1>, periodo de consulta Enero 2008 a Diciembre 2015.

Global Association of Risk Professionals (2016). “2016 Financial Risk Manager”, Editorial Person, EUA.

INEGI (2015), BIE Banco de Información Económica, “Producto Interno Bruno Constantes”, <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/default.aspx>, periodo de consulta Enero 2008 a Diciembre 2015.

Krugman P., Stiglitz J., Gorbachov M.y otros. (2009). “La Crisis Económica Mundial”, Editorial Random House Mondadori, S.A. de C.V., México.

Lore M., Borodovsky L. (2000). “Financial Risk Management”, Reed Educational and Pressional Publishing, EUA.

Markowitz Harry M. (1987). “Mean- Variance Analysis in Portafolio Choice and Capital Markets”, Editorial Brasil Blackwell.

Messuti J., Álvarez V., Romano H. (1992). “Selección de Inversiones”, Macchi Grupo Editor, Argentina.

Miranda P., Noriega J. (1997). “Entendiendo las AFORES”, SICCO, México.

Sánchez C., (2001). “Valor en Riesgo y otras aproximaciones”, Editorial Valuación, Análisis y Riesgo, S.C., México.

Weston F., Copeland T. (1994). “Manual de la Administración Financiera”, Editorial Mc Graw-Hill, Colombia.

Zurita J., Martínez J., Rodríguez F. (2009). “La crisis financiera y económica del 2008. Origen y consecuencias en los Estados Unidos y México”, El Cotidiano, núm. 157, Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Zvi B., Kane A., Marcus A. (2004). “Principios de Inversiones”, Editorial Mc Graw-Hill, España.