



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE ECONOMÍA
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL VALOR EN RIESGO
ENTRE ADMINISTRADORAS DE FONDOS PARA EL
RETIRO QUE OPERAN EN MÉXICO. EL CASO DE LA
SOCIEDAD DE INVERSIÓN ESPECIALIZADA EN FONDOS
PARA EL RETIRO BÁSICA 2 DE
BANAMEX, BANCOMER, BANORTE GENERALI E
INBURSA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS ECONÓMICAS

(ECONOMÍA FINANCIERA)

P R E S E N T A

LILIA ALEJANDRA FLORES CASTILLO



MÉXICO, D. F.

OCTUBRE DE 2009



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

ACTA DE REVISION DE TESIS

En México D.F., siendo las 10:00 horas del día miércoles 19 del mes de agosto del año 2009, se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de la SEPI ESE-IPN, para examinar la tesis de grado titulada:

Análisis comparativo del valor en riesgo entre administradoras de fondos para el retiro que operan en México. El caso de la sociedad de inversión especializada en fondos para el retiro básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa.

LILIA ALEJANDRA FLORES CASTILLO con registro:

B	0	7	1	2	9	5
---	---	---	---	---	---	---

presentada por el alumno (a)

Maestría en Ciencias Económicas
aspirante al Grado de:

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifiestan SU APROBACIÓN DE LA TESIS, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Dr. Miguel Flores Ortega
(Director de Tesis)

Dra. Alicia Bazarte Martínez

Dr. Francisco Almagro Vázquez
(Codirector de Tesis)

Dr. Gerardo Angeles Castro

M.en C. Héctor Allier Campuzano

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. Gerardo Angeles Castro



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En México D. F., siendo las 10:00 horas del día 19 del mes de agosto del año 2009, el (la) que suscribe Lilia Alejandra Flores Castillo alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias Económicas con número de registro B071295 adscrito a la SEPI ESE-IPN, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección del Dr. Miguel Flores Ortega y codirección del Dr. Francisco Almagro Vázquez y cede los derechos del trabajo intitulado Análisis comparativo del valor en riesgo entre administradoras de fondos para el retiro que operan en México. El caso de la sociedad de inversión especializada en fondos para el retiro básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección Reforma mz. 3 Lt. 37. Col. Reforma Urbana. Tlanepantla, Estado de México D.F. (C.P. 54110) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

LILIA ALEJANDRA FLORES CASTILLO

Nombre y firma

AGRADECIMIENTOS

*La vida es difícil, pero la mía es plena y feliz porque tengo
brillantes faros que me han guiado por la senda.
Que fácil es todo cuando hay apoyo sin ustedes no sería lo que soy,
¡No estaría donde estoy!*

*A Dios, a mis Padres
y Maestros*

*Por la amistad, motivación, tiempo,
enseñanzas y consejos otorgados, pilares
fundamentales para la elaboración y
conclusión de mi tesis.*

A mi director de tesis, Dr. Miguel Flores Ortega

*Por el apoyo y la confianza otorgada.
A mi consejero de estudios M.en C. José Ramos Poutou*

*Por el apoyo y la dedicación para la
revisión de mi tesis.
M.en C. Hector Allier Campuzano*

*A mi hermano que ocupa un lugar
importante en mi corazón.
José de Jesús Méndez Castillo*

*Por haberme formado profesionalmente,
por recibirme con los brazos abiertos.
AL IPN*

*Por darme la oportunidad de alcanzar
dos de mis grandes sueños,
por brindarme las facilidades
mediante una beca,
por regalarme la amistad de dos
de mis grandes amigas, Angelica y Ruth..
A LA ESE*

*Por el apoyo brindado para
continuar mis estudios.
Comisión de Becas de Posgrado*

*A todos mis maestros de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, por su lucha
incansable en el aprendizaje de todos sus alumnos.*

Índice	Página
Índice de figuras, tablas y gráficas	vii
Lista de abreviaturas	ix
Glosario de términos	x
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv
Capítulo 1. El concepto de valor en riesgo y la administración de un portafolio de inversión.	1
1.1 Teoría del portafolio de inversión.	2
1.1.1 Riesgo y rendimiento de un portafolio de inversión.	3
1.1.2 Frontera eficiente de un portafolio de inversión.	9
1.2 Modelo de valor en riesgo.	17
1.2.1 Banco de Pagos Internacionales.	18
1.2.2 El concepto de valor en riesgo.	19
1.2.3 Metodologías desarrolladas para calcular el valor en riesgo.	20
1.2.3.1 Método varianza- covarianza.	20
1.2.3.2 Método simulación histórica.	23
1.2.3.3 Método simulación Monte Carlo.	25
Capítulo 2. Sistema de administración de fondos para el retiro que opera en México.	29
2.1 Administradoras de fondos para el retiro (afore).	31
2.2 Rendimiento sobre activos (ROA) y rendimiento sobre capital (ROE) del sector afore.	37
2.3 Análisis comparativo entre afore Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa.	42
2.4 Normatividad y autoridades reguladoras de fondos para el retiro.	48
Capítulo 3. Sociedad de inversión especializada en fondos para el retiro el caso de la: siefore básica 2.	52
3.1 Características de las sociedades de inversión especializadas en fondos para el retiro.	53
3.2 Análisis de la composición de la siefore básica 2.	54
3.3 Coeficiente de riesgo beta de la siefore básica 2.	59

Capitulo 4. Estimación del valor en riesgo (VaR).	64
4.1 Análisis de los rendimientos de la siefore básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa.	64
4.2 Estimación del VaR de la siefore básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa, mediante el método Varianza-Covarianza.	67
4.3 Estimación del VaR de la siefore básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa, mediante el método de simulación Monte Carlo.	69
4.4 Verificación del VaR mediante el método del cociente de fallas.	76
Conclusiones	78
Bibliografía	83

Índice de figuras, gráficas y tablas		Página
Figura 1.1	Relación entre el número de activos financieros y la varianza del portafolio.	2
Figura 1.2	Comparación de distribuciones de probabilidad.	6
Figura 1.3	Conjunto de posibles portafolios de inversión.	10
Figura 1.4	Curva de indiferencia en la selección del activo x_1 y x_2 .	13
Figura 1.5	Supuesto de deseabilidad.	13
Figura 1.6	Curvas de utilidad para diferentes inversionistas.	14
Figura 1.7	La frontera eficiente y las curvas de indiferencia.	15
Figura 1.8	Frontera eficiente y relación riesgo-rendimiento.	16
Figura 4.1	Interpretación gráfica del VaR.	69
Gráfica 2.1	Inversión del sector estatal de los fondos de pensiones en Latinoamérica.	33
Gráfica 2.2	Inversión del sector empresas de los fondos de pensiones en Latinoamérica.	34
Gráfica 2.3	Inversión del sector financiero de los fondos de pensiones en Latinoamérica.	34
Gráfica 2.4	Inversión del sector extranjero de los fondos de pensiones en Latinoamérica.	35
Gráfica 2.5	Tendencia del rendimiento porcentual de los fondos de pensiones en México.	36
Gráfica 2.6	Tendencia del rendimiento sobre activos.	37
Gráfica 2.7	Tendencia gastos de administración.	38
Gráfica 2.8	ROE del sector afore.	39
Gráfica 2.9	ROE del sector bancario.	40
Gráfica 2.10	ROE del sector de la Bolsa Mexicana de Valores.	40
Gráfica 2.11	Subcuenta de aportaciones voluntarias.	42
Gráfica 2.12	Comparativo de recursos administrados por afore, Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa.	46
Gráfica 2.13	Utilidades obtenidas por afore Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa.	47
Gráfica 2.14	Proporción de activos y ahorros por afore Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa.	47
Gráfica 3.1	Composición de la inversión siefore básica 2.	57
Gráfica 4.1	Tendencia de las series de precios de siefore básica 2.	65
Gráfica 4.2	Histograma de los rendimientos del portafolio de inversión de la siefore básica 2, conformado por Sbbmx2, Consol2, Solban2 e Inbursi.	67
Gráfica 4.3	Caminatas aleatorias para la afore Banamex.	72
Gráfica 4.4	Distribución del valor del portafolio.	74

Gráfica 4.5	Distribución de pérdidas y ganancias.	75
Tabla 2.1	Número de trabajadores afiliados al sistema de pensiones en México.	30
Tabla 2.2	Estructura de inversión de los fondos de pensión en México.	32
Tabla 2.3	Estructura de inversión de los fondos de pensiones en Latinoamérica.	33
Tabla 2.4	Rendimiento porcentual de los fondos de pensiones en México.	35
Tabla 2.5	Rendimiento sobre activos.	37
Tabla 2.6	Gastos de administración.	38
Tabla 2.7	Comparativo del rendimiento sobre capital del sector afore.	39
Tabla 2.8	Rendimiento sobre capital de los diferentes sectores Económicos.	41
Tabla 2.9	Recursos administrados por afores en México.	42
Tabla 2.10	Rendimiento histórico de la siefore básica 2.	43
Tabla 2.11	Comisión sobre saldo.	43
Tabla 2.12	Índice del rendimiento neto de las diferentes afores.	44
Tabla 2.13	Comisión y rendimiento respecto al promedio.	45
Tabla 2.14	Comparativo porcentual de los principales indicadores de las afores de estudio.	45
Tabla 3.1	Rango de edad de los trabajadores para el nuevo régimen de inversión en las siefores.	53
Tabla 3.2	Estructura del portafolio de inversión de las siefores.	54
Tabla 3.3	Régimen de inversión antes de la modificación del año 2004 al sistema de ahorro para el retiro.	55
Tabla 3.4	Fondo de inversión siefore básica 2.	56
Tabla 3.5	Rendimientos de la siefore básica 2.	57
Tabla 3.6	Rendimientos de la siefore básica 2 para las afores seleccionadas.	61
Tabla 3.7	Covarianza de los fondos seleccionados.	62
Tabla 4.1	Rendimiento del portafolio.	66
Tabla 4.2	Distribución de frecuencia de los rendimientos del portafolio.	66
Tabla 4.3	Precios históricos de la siefore básica 2 correspondiente a cada afore.	70
Tabla 4.4	Rendimiento y desviación estándar de la siefore básica 2.	70
Tabla 4.5	Pseudo realizaciones de los precios de la siefore básica 2 para la afore Banamex.	72
Tabla 4.6	Valor de mercado del portafolio.	74
Tabla 4.7	Verificación del modelo de regiones de no rechazo.	76

Lista de abreviaturas

Afores : Administradoras de fondos para el retiro.

BPI : Banco de pagos internacionales.

CONSAR : Comisión nacional del sistema de ahorro para el retiro.

G-10 : Grupo conformado por gobernadores de bancos centrales, Bélgica, Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Holanda, Suecia, Reino Unido y los Estados Unidos.

IPyC : Índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores.

ROA : Rendimiento sobre activos.

ROE : Rendimiento sobre capital.

SAR : Ley del sistema de ahorro para el retiro.

SHCP : Secretaria de hacienda y crédito popular.

Siefores : Sociedades de inversión especializadas en fondos para el retiro.

VaR : Valor en riesgo.

Glosario de términos

Análisis de riesgo: Cálculo de la probabilidad de que los rendimientos futuros de un activo sean diferentes del rendimiento esperado, esta probabilidad se mide por la desviación estándar o por el coeficiente de variación de los rendimientos esperados.

Aversión al riesgo: Supuesto que se suele hacer en finanzas respecto al comportamiento de los inversionistas: supone que a los inversionistas no les gusta el riesgo, por tanto para que alguien acepte asumir un mayor riesgo al realizar una inversión deberá esperar un mayor rendimiento de la misma.

Beta: Medida del riesgo no sistemático relativo del activo con respecto al mercado. Mide la sensibilidad del rendimiento de un activo frente a variaciones en el mercado.

Fibras: A los títulos o valores emitidos por fideicomisos que se dediquen a la adquisición o construcción de bienes inmuebles en territorio nacional que se destinen al arrendamiento o a la adquisición del derecho a percibir ingresos provenientes del arrendamiento de dichos bienes, así como a otorgar financiamiento para esos fines.

Instrumentos estructurados: Se define como el resultado de utilizar el valor financiero generado por distintas figuras de derivados sobre diferentes activos subyacentes basándose en su volatilidad combinadas con los rendimientos generados por la estructura de la curva cupón cero a un plazo de tiempo determinado.

Instrumentos de renta variable: Son instrumentos en los que el rendimiento se desconoce de antemano, el rendimiento puede ser positivo o negativo lo que implica que el instrumento puede aumentar su valor o disminuirlo.

Instrumentos de renta fija: Son emisiones de deuda dirigidos a un amplio mercado. Generalmente son emitidos por los gobiernos y entes corporativos de gran capacidad financiera en cantidades definidas que conllevan una fecha de expiración. A cambio de prestar su capital, los inversionistas reciben un interés pagado al final o cada seis meses.

Instrumentos estructurados: Son instrumentos estructurados diseñados para financiar proyectos desde la etapa de inversión.

Intermediarios financieros: Instituciones que actúan como mediadores entre aquellos quienes desean recibir recursos y quienes desean invertirlos, logrando con eso transformar plazos, montos, riesgos y reducir costos. Los intermediarios financieros deben de contar con la autorización de la SHCP para organizarse e iniciar operaciones.

Mercados de capitales: Mercado financiero en el que se negocian activos a medio y largo plazo. La oferta procede del ahorro privado y se canaliza hacia el financiamiento de inversiones de capital fijo que puedan realizar las empresas privadas. Se divide en mercado accionario y mercado de crédito.

Minusvalía: Es la pérdida producida por la diferencia entre el precio de venta y el de compra en valores.

Plusvalía: Incremento de valor que recibe el inversor en un activo resultado de la diferencia entre el precio de venta y el precio de compra.

Riesgo de mercado: Es la pérdida potencial por cambios en los factores de riesgo que incidan sobre la valuación de las posiciones, tales como tasas de interés, tipos de cambio e índices de precios, entre otros.

Resumen

Este trabajo presenta los resultados de la investigación de las afores Banamex, Bancomer, Inbursa y Banorte Generali con el análisis retrospectivo del periodo 1998-2008 se corrobora el comportamiento del indicador valor en riesgo y se analiza la precisión en su cálculo, para establecer si es un indicador adecuado para describir la exposición de riesgo a que están sujetos los fondos de inversión para el retiro que cumplen con las características de la siefore básica 2.

Se utiliza el marco teórico para la conformación de portafolio que desarrolló Markowitz y a partir de esta teoría se determina el riesgo asociado a la inversión en un portafolio de activos financieros y se expresa mediante el parámetro valor en riesgo (VaR), el cálculo numérico se realiza en forma paramétrica con el método de varianza-covarianza el resultado obtenido se ratifica y compara con la solución obtenida por el método de simulación Monte Carlo.

Se presentan las simulaciones realizadas y se presentan los resultados del ajuste del modelo estocástico a partir de la serie histórica de rendimientos y correlación de los activos que conforman cada portafolio que se ajusta a la especificación del riesgo de la siefore básica 2.

El trabajo presenta de forma didáctica la aplicación del método de simulación Monte Carlo para calcular el VaR del portafolio y determinar la calidad de los resultados, se reportan los resultados del análisis del caso real del periodo de estudio y se muestra que la implementación de la metodología de valor en riesgo es un instrumento eficiente para la valuación de riesgo de mercado de los fondos para el retiro adecuadamente permite el control y la eficiente operación financiera para maximizar el rendimiento de los trabajadores.

Abstract

This work presents the results of the investigation of the aforesaid Banamex, Bancomer, Inbursa and Banorte Generali with the retrospective analysis of the period 1998-2008 corroborates the behavior of the indicator value in risk and the precision is analyzed in their calculation to establish if it is an indicator adapted to describe the exhibition of risk of the investment funds for the retirement pension of the *siefore* basic 2.

With the theoretical frame of the conformation of the theory of portfolio that Markowitz developed from the theory is determined the risk associated with investing in a portfolio of financial assets and is expressed by the parameter value at risk (VaR), the numerical calculation is performed parametrically with the variance-covariance method the result is confirmed and compared with the solution obtained by the Monte Carlo simulation method.

The simulations and the results of the stochastic model fit from the time series of returns and correlation of the assets that make up each portfolio that meets the specification of the risk of *siefore* basic 2, are presented on the development of this work.

The work presents of didactic form the application of the method of Monte Carlo simulation to calculate the VaR of the portfolio and to determine the quality of the results. The results are reported the results of the analysis of the real case show that the implementation of the methodology of value in risk is an efficient instrument for the risk of market valuation of funds for the retirement and allows the control, the efficiency of the financial operation.

Introducción

Las finanzas representan una aplicación de la teoría económica que incorpora el análisis de los mercados financieros. El análisis se realiza con la aplicación de modelos matemáticos y estadísticos que conforman un marco teórico formal y sólido para su estudio. El análisis de los riesgos económicos y financieros requiere de la identificación y medición de las consecuencias de la ocurrencia de un evento, no solo se limita en observar el efecto, dado que los agentes económicos que actúan de forma racional tienen como objetivo maximizar sus recursos en el corto y largo plazo, y minimizar en todos los casos el riesgo asociado a la actividad financiera que realizan, la teoría del portafolios fundamenta la utilización de fondos de inversión para reducir la exposición de riesgo.

La realidad muestra que el sector financiero es muy dinámico y refleja los vaivenes de la economía, como consecuencia los instrumentos financieros reflejan la exposición al riesgo de mercado por la volatilidad de las variables financieras. El Estado como ente rector del sistema financiero con el objetivo de contar con un lenguaje común para medir la exposición al riesgo que asumen los inversionistas al adquirir los instrumentos financieros utiliza al banco central para difundir metodologías para analizar y reportar adecuadamente la exposición al riesgo de los inversionistas al hacer uso de las instituciones financieras y crear sistemas de control para el análisis y divulgación que permitan proteger los intereses del público inversionista. A nivel mundial se creó el comité de supervisión bancaria de Basilea con sede en Suiza como rector de la actividad bancaria del G-10, el resultado fue un acuerdo que se conoce como el acuerdo Basilea I, hace referencia al riesgo de mercado y al riesgo crédito que afectan a los inversionistas y a los intermediarios financieros, el acuerdo suscribe la necesidad de utilizar el valor en riesgo como una herramienta esencial para la administración del riesgo de mercado de las inversiones y el riesgo de crédito de las instituciones financieras.

El enfoque del análisis del valor en riesgo del acuerdo de Basilea I resalta la importancia de cuantificar las pérdidas de capital en una inversión o portafolio de inversión, representa la cuantificación económica del riesgo esto permite determinar la pérdida a la que se puede enfrentar el inversionista en un horizonte de tiempo, con un intervalo de confianza. Las metodologías más utilizadas para obtener el valor en riesgo son, el método de varianza-covarianza, el método de simulación histórica, y el método de simulación Monte Carlo.

El objetivo fundamental de este trabajo es comprobar que la utilización de la metodología de valor en riesgo permite evaluar y comunicar con facilidad la exposición de riesgo y el rendimiento esperado por los fondos de inversión utilizados para el retiro de los trabajadores que son administrados por las afores. Para realizar una prueba empírica de la representatividad de los resultados se utilizo una muestra representativa del mercado de fondos conformada por los fondos de Banamex, Bancomer, Inbursa y Banorte Generali con la información correspondiente al periodo 1998-2008.

El análisis de la aplicación económica se centra en el sector de las administradoras de fondos para el retiro denominadas afores y se limita al análisis de los fondos de inversión que cumplen con la característica de la siefore básica 2, ello se debe a que es la única siefore que cuenta con los datos completos desde que se estableció el sistema de pensiones basado en cuentas individuales desde 1997, por otro lado las afores Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa son las afores que han logrado permanecer en el sector en el periodo de estudio.

La hipótesis que se busca probar es que, si la utilización de la metodología de valor en riesgo permite evaluar con facilidad las condiciones de riesgo que han presentado los fondos de inversión de las afores Banamex, Bancomer, Inbursa y Banorte Generali con la información del periodo 1998-2008, entonces la metodología de valor en riesgo se puede utilizar para determinar estrategias de operación de los fondos seleccionados.

Para comprobar la hipótesis, se eligió el método de varianza –covarianza por ser uno de los métodos de fácil aplicación. El método es ilustrativo y permite manejar una gran cantidad de activos; ya que para su implementación se requiere de los valores de mercado que son públicos, las posiciones actuales del portafolio y la matriz de varianzas-covarianzas. En muchas situaciones representa una medida adecuada del riesgo, en especial cuando se trabaja con lapsos muy cortos.

Adicionalmente se eligió el método de simulación Monte Carlo para el cálculo del VaR, que toma en cuenta factores omitidos en otros enfoques tales como: riesgos no lineales, riesgos de volatilidad, cambios de riesgo en el tiempo, colas anchas y escenarios extremos, que son de gran relevancia sobre todo por la volatilidad observada en el tercer trimestre de 2008.

La investigación incluye cuatro capítulos; en el primer capítulo se conceptualizan los planteamientos principales de la teoría de portafolio de inversión, y la metodología para determinar el VaR, se analizan los fundamentos, y la estructura matemática y estadística sobre la estimación del riesgo y rendimiento esperado de los activos de inversión.

El segundo capítulo analiza la importancia del sistema de pensiones actual que opera en México, detallando su composición y las instituciones que lo integran. A su vez, se muestra un análisis estadístico tomando como referencia indicadores financieros, comparando el rendimiento sobre el capital de los diferentes sectores con respecto al sector financiero donde se encuentran las afores.

En el tercer capítulo se describen las principales características de las siefores. De acuerdo al nuevo régimen de inversión cuando surgen las siefores, se realiza un análisis descriptivo de la siefore básica 2.

Finalmente, en el cuarto capítulo se realiza la estimación del VaR mediante el método varianza – covarianza y el método simulación Monte Carlo, se efectúa una

comparación entre ambos métodos para observar cual de los dos es el que permite tener una percepción más clara de la exposición al riesgo de mercado de cada portafolio utilizado en la investigación y a su vez se verifica la calidad del cálculo del VaR mediante el método de cociente de fallas. Por último, se incluye un apartado donde se establecen las conclusiones, los hallazgos de la investigación y una propuesta para trabajos futuros.

Capítulo 1. El concepto valor en riesgo y la administración de un portafolio de inversión.

En el ámbito y mundo de las inversiones, es indispensable utilizar herramientas de medición del riesgo de mercado para arribar a una adecuada toma de decisiones. La teoría del portafolio es una alternativa adecuada para seleccionar los activos que se incorporan a la cartera en conjunto con el método de valor en riesgo que es una herramienta moderna para cuantificar el riesgo asociado a una inversión y presentarlo al inversionista en forma clara.

El capítulo parte del desarrollo del marco teórico de portafolios de inversión para la selección de la mezcla de activos que minimiza la exposición al riesgo de portafolio, el marco teórico se complementa con el concepto de valor en riesgo para mostrar la exposición de riesgo de los fondos de retiro de los trabajadores.

Un portafolio de inversión es un conjunto de activos cuyo rendimiento es la suma ponderada de los rendimientos de los activos que lo integran, el resultado es incierto y, por lo tanto, existe un riesgo en la inversión. La teoría del portafolio utiliza técnicas para elegir el portafolio óptimo, con base en la relación riesgo rendimiento, en esencia se busca la mayor rentabilidad con el menor riesgo posible. En principio consiste en determinar la mezcla de instrumentos financieros que mejor cumplan con el objetivo.

Una aplicación de la teoría del portafolio que se presenta en la vida real es la conformación de los fondos para el retiro de los trabajadores que administran las afores, cada una maneja diferentes fondos de acuerdo a las preferencias de inversión, por lo que cada fondo representa un portafolio de inversión.

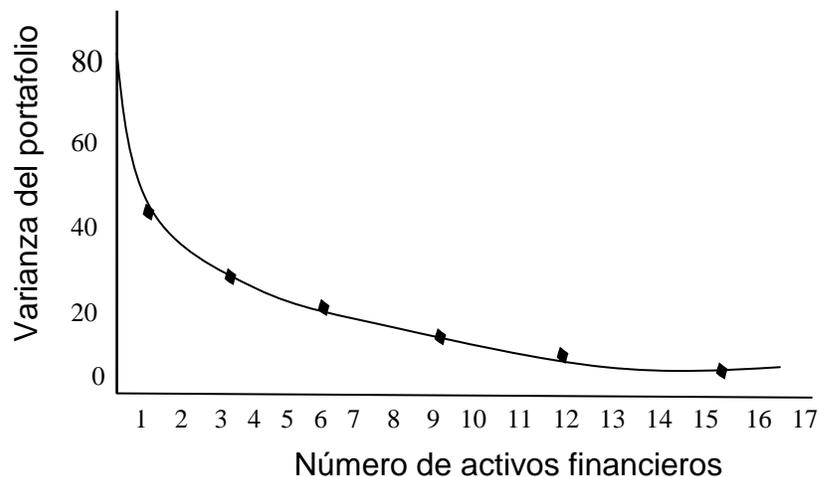
1.1 Teoría del portafolio de inversión.

La teoría de portafolio se define como “análisis cuantitativo de la administración óptima del riesgo, de una colección de valores en poder de un solo inversionista, bien sea una persona física o una persona moral”(W. Kalb, 1993).

La teoría del portafolio representa un parteaguas en la economía financiera donde se formaliza la relación entre el riesgo y rendimiento. El fundamento de la teoría de portafolio lo desarrolló Markowitz (1952), en su artículo, demuestra que la diversificación de los activos que integran un portafolio de inversión disminuye el riesgo, asimismo un portafolio con un número mayor de activos es menos riesgoso que uno con menos activos.

En la figura 1.1, se observa que al aumentar el número de activos financieros que integran un portafolio, la varianza disminuye, con lo cuál se comprueba que es posible disminuir el riesgo de un portafolio de inversión mediante la diversificación, que corresponde a la herramienta fundamental de la teoría de portafolio. En el ámbito financiero la administración del riesgo se refiere a la búsqueda de realizar acciones para mitigar el riesgo y maximizar el rendimiento. En forma ideal buscando la eliminación o reducción del riesgo.

Figura 1.1 Relación entre el número de activos financieros y la varianza del portafolio.



Los planteamientos utilizados por Markowitz asumen que:

- 1) El rendimiento de una inversión debe ser tratado como un fenómeno estocástico.
- 2) El inversionista típico actúa con aversión al riesgo.
- 3) El riesgo y el rendimiento esperados de los activos de inversión tienen medidas estadísticas que corresponden a la media y la varianza de una distribución normal.
- 4) La selección de inversiones se refiere estrictamente para un periodo.
- 5) Las preferencias entre riesgo y rendimiento del inversionista pueden expresarse matemática o gráficamente en un espacio definido por la varianza o desviación estándar y la expectativa de rendimiento.
- 6) Existen en el mercado de capitales n activos perfectamente divisibles y líquidos con los cuáles es posible formar un portafolio (cualquier combinación de activos).
- 7) Para cada uno de estos activos se puede calcular la esperanza matemática del rendimiento, su varianza (o su desviación estándar) y las covarianzas.
- 8) Los activos son perfectamente divisibles, es decir, están disponibles en el mercado en fracciones.
- 9) Se ignoran todo tipo de costos de transacción, en particular, no se consideran impuestos ni comisiones.
- 10) El mercado en el que se intercambian los activos es de competencia perfecta, no se consideran asimetrías de información o de poder de mercado.

1.1.1 Riesgo y rendimiento de un portafolio de inversión.

Dentro de los planteamientos de Markowitz, el riesgo y el rendimiento esperados de un portafolio de inversión se miden mediante dos parámetros estadísticos, el rendimiento esperado y su varianza.

Cuando se plantea la medición de riesgo de mercado, “la variable aleatoria considerada es la tasa de rendimiento de un activo financiero” (Jorion, 1999).

Markowitz (1952), propuso de manera específica que se “utilizara la varianza de los rendimientos esperados como medida de riesgo, y que el criterio de selección fuese minimizar el riesgo” (Márquez, 1992).

Para determinar el rendimiento de un activo se utiliza la definición que emite el autor Alfonso de Lara Haro: “el rendimiento de un activo R_i es el cambio de valor que registra en un periodo con respecto a su valor inicial” (De Lara, 2003).

Expresión que define el rendimiento:

$$R_i = \frac{\Delta Valor}{Valor_{inicial}} = \frac{Valor_{final} - Valor_{inicial}}{Valor_{inicial}} \quad (1.1)$$

De la misma forma, con la siguiente expresión se puede obtener el rendimiento de un activo:

$$R_i = \left(\frac{Valor_{final}}{Valor_{inicial}} \right) - 1 \quad (1.2)$$

Por ejemplo, un activo cuyo valor el día de hoy es de \$3, 256,000 pesos y mañana \$3, 789,000 pesos, su rendimiento es:

$$R = \left(\frac{3789000}{3256000} \right) - 1 = 0.163697 = 16.3697\%$$

Un caso más complejo es el cálculo del rendimiento de un portafolio de inversión que corresponde a la suma ponderada de los rendimientos individuales de los activos que componen el portafolio de inversión (De Lara, 2003).

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n \omega_i R_i \quad (1.3)$$

Utilizando la notación matricial se tiene:

$$E(r_p) = \begin{bmatrix} \omega_1 & \omega_2 & \dots & \omega_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \cdot \\ R_N \end{bmatrix} = \omega \cdot R \quad (1.4)$$

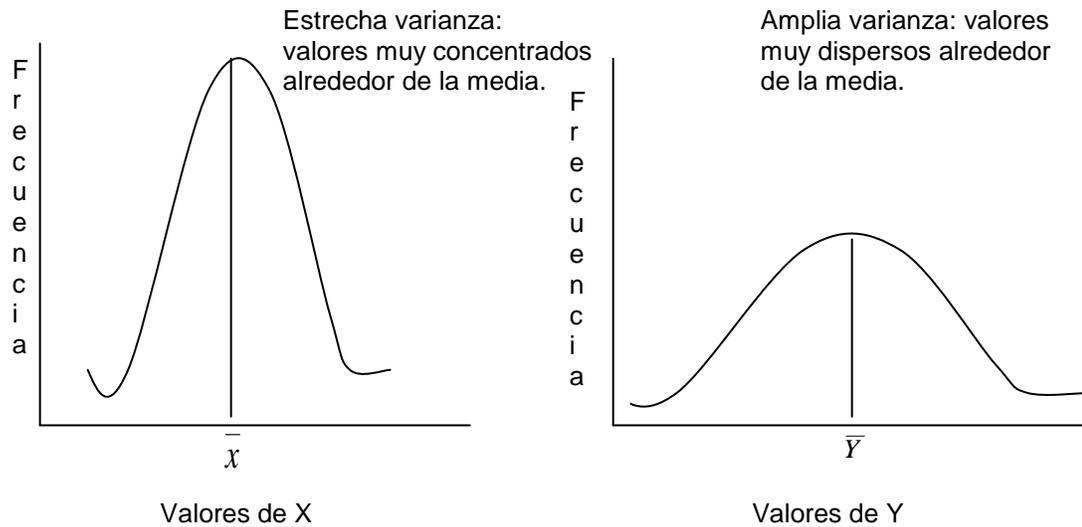
Donde $E(r_p)$ es el rendimiento esperado del portafolio de inversión, los términos ω_i corresponde al peso o proporción con la que participa cada activo en el portafolio y r_i representa el rendimiento del activo i .

La suma de todas las ponderaciones debe ser igual a la unidad y todos los ponderadores deben ser no negativos.

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1 \quad \omega_i \geq 0 \quad i = \{2, \dots, n\} \quad (1.5)$$

La varianza del rendimiento de un activo o de un portafolio corresponde estadísticamente a una medida de dispersión alrededor de la media de los rendimientos en el caso anualizado. Es decir, si una variable puede tomar muchos valores en forma aleatoria, la varianza es un indicador de que tan concentrados se encuentran los valores posibles del rendimiento del activo alrededor de su valor medio. En la figura 1.2 se ilustra el concepto de varianza.

Figura 1.2 Comparación de distribuciones de probabilidad.



Se observa que una distribución con amplia varianza es más plana, indica un riesgo más grande, y una distribución más estrecha corresponde a un riesgo más bajo. Por ello, como afirmaba Markowitz, el rendimiento μ de un portafolio es eficiente si la varianza asociada a ella es mínima para todos los posibles portafolios que proporcionan el mismo rendimiento esperado. De manera alternativa, un portafolio con varianza σ^2 es eficiente si el rendimiento esperado μ es el máximo entre todos los posibles portafolios que proporcionan la misma varianza.

La varianza de un activo se obtiene de forma estadística como:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n [R_i - E(R)]^2}{n-1} \quad (1.6)$$

Para un portafolio de inversión con dos activos:

$$\sigma^2 = \omega_A^2 \sigma_A^2 + \omega_B^2 \sigma_B^2 + 2\omega_A \omega_B \rho_{AB} \sigma_A \sigma_B \quad (1.7)$$

Para un portafolio de inversión con tres activos:

$$\sigma^2 = \omega_A^2 \sigma_A^2 + \omega_B^2 \sigma_B^2 + 2\omega_A \omega_B \rho_{AB} \sigma_A \sigma_B + 2\omega_A \omega_C \rho_{AC} \sigma_A \sigma_C + 2\omega_B \omega_C \rho_{BC} \sigma_B \sigma_C \quad (1.8)$$

$\omega_A, \omega_B, \omega_C$ = Pesos de las posiciones del portafolio

$\sigma_A^2, \sigma_B^2, \sigma_C^2$ = Varianza de los activos A, B y C

$\rho_{A,B}, \rho_{AC}, \rho_{BC}$ = Correlación entre los rendimientos de los activos (A y B, A y C, B y C)

Para el caso general de n activos la fórmula para calcular la varianza se puede expresar de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \sum_{i=1}^N \omega_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N \rho_{ij} \omega_i \omega_j \sigma_i \sigma_j \\ &= \sum_{i=1}^N \omega_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j < i}^N \rho_{ij} \omega_i \omega_j \sigma_i \sigma_j \end{aligned} \quad (1.9)$$

Esta ecuación también puede expresarse como:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n \rho_{ij} \omega_i \omega_j \sigma_i \sigma_j \quad (1.10)$$

Si se utiliza la notación matricial se tiene que:

$$\sigma^2 = \begin{bmatrix} \omega_1 & \dots & \omega_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1N} \\ \cdot & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \dots & \sigma_{2N} \\ \cdot & \cdot & \sigma_{33} & \dots & \sigma_{3N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \sigma_{NN} \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \sigma_{N3} & \dots & \sigma_N^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \omega_N \end{bmatrix} \quad (1.11)$$

La desviación estándar indica la dispersión del rendimiento con respecto al rendimiento esperado. La desviación estándar se utiliza como medida del riesgo ya que trata de igual manera las desviaciones negativas y las positivas. En

términos prácticos, la varianza puede tomar gran variedad de valores y es común utilizar la desviación estándar como medida de riesgo que se denota como la volatilidad en lenguaje financiero. Dado que se asume que los rendimientos de los instrumentos financieros se comportan con una distribución de probabilidad normal, la desviación estándar se ajusta perfectamente como medida de riesgo.

Para un activo:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \mathbf{R}_i - E \mathbf{R}} \quad (1.12)$$

Para un portafolio de inversión con dos activos:

$$\sigma = \sqrt{\omega_A^2 \sigma_A^2 + \omega_B^2 \sigma_B^2 + 2\omega_A \omega_B \rho_{AB} \sigma_A \sigma_B} \quad (1.13)$$

Para un portafolio de inversión con tres activos:

$$\sigma = \sqrt{\omega_A^2 \sigma_A^2 + \omega_B^2 \sigma_B^2 + 2\omega_A \omega_B \rho_{AB} \sigma_A \sigma_B + 2\omega_A \omega_C \rho_{AC} \sigma_A \sigma_C + 2\omega_B \omega_C \rho_{BC} \sigma_B \sigma_C} \quad (1.14)$$

Para un portafolio de inversión de n activos corresponde al caso general de la formulación que se expresa como:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N \omega_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \omega_i \omega_j \sigma_{ij}} \quad (1.15)$$

La covarianza es una medida de la relación lineal entre dos variables aleatorias que describe el movimiento conjunto entre estas variables, el concepto se aplica a los rendimientos de un portafolio (De Lara, 2003). Un valor positivo de la covarianza significa que los rendimientos de estos valores tienden a moverse en la misma dirección y un valor negativo significa un movimiento en dirección opuesta, cuando uno sube el otro baja el movimiento es contrario y un valor muy bajo o de cero significa que hay muy poca o ninguna relación entre los rendimientos de

ambos activos, la covarianza es fundamental para determinar el riesgo de un portafolio.

La covarianza se calcula para dos activos como:

$$COV(R_A, R_B) = \sum_{i=1}^n \omega_i (R_{A_i} - E(R_A)) (R_{B_i} - E(R_B)) \quad (1.16)$$

Para medir el grado de movimiento conjunto entre dos variables o la relación lineal entre ambas, se utiliza la correlación la cuál se encuentra entre -1 y +1.

$$Corr(R_i, R_j) = \rho_{ij} = \frac{COV(R_i, R_j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (1.17)$$

Una correlación de 1 representa una correlación positiva perfecta (Ross, 2000), lo que implica un movimiento de ambas variables en la misma dirección y en la misma proporción. Cuando la correlación es entre 0 y 1 el cambio de un activo dependiente es menor respecto al cambio en el activo seleccionado.

La correlación negativa quiere decir que varían en forma inversa, el cambio en el activo dependiente es en sentido contrario y con una magnitud proporcional al parámetro, en el caso que sea unitaria la correlación inversa es perfecta varia en la misma proporción en sentido inverso. Cuando la correlación es cero quiere decir que los rendimientos de ambos activos no tienen relación.

Un punto relevante de la teoría de portafolio es que la diversificación y la existencia de una correlación negativa permite diseñar un portafolio libre de riesgo dado que las pérdidas en un activo corresponden a ganancias en el de otro activo.

1.1.2 Frontera eficiente de un portafolio de inversión.

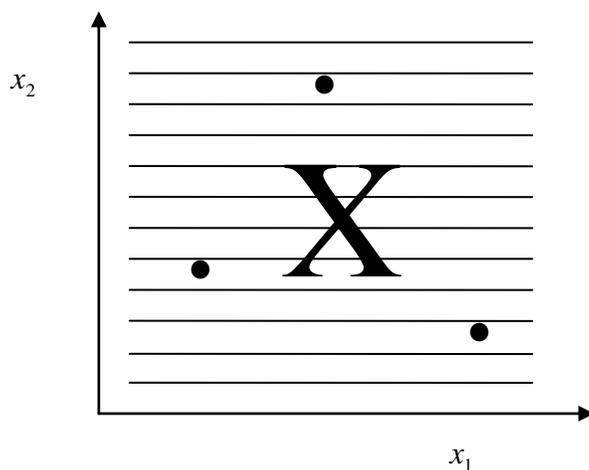
La teoría del portafolio de inversión desarrollada por Markowitz, quien utilizó el método de media –varianza para conformar una serie de portafolios que cumplen

con tener la varianza mínima dentro de todas las combinaciones posibles de rendimiento estableció que todos los portafolios que cumplen con esta condición trazan una trayectoria que describe la frontera eficiente, lugar donde se ubican todos los portafolios óptimos de acuerdo al rendimiento esperado.

Para entender el término de frontera eficiente es necesario analizar las preferencias del inversionista, para ello se parte de los principios básicos de las preferencias del consumidor. Se considera que el portafolio de inversión está formado por dos activos y que x_1 representa la cantidad de uno de ellos y x_2 la del otro. Por lo tanto, el portafolio de inversión completo corresponde al conjunto (x_1, x_2) , este portafolio de inversión se representa mediante la abreviatura X (Varian, 1999).

Existe un conjunto de portafolios de inversión \mathcal{X} que representa a todos los portafolios de inversión que puede elegir el inversionista que se ilustra en la figura 1.3.

Figura 1.3 Conjunto de posibles portafolios de inversión.



Donde X es un vector: $X : \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \bullet \\ \bullet \\ x_L \end{bmatrix}$

Se considera dos portafolios de inversión cualesquiera, (x_1, x_2) y (y_1, y_2) , el inversionista puede ordenarlo según su atractivo.

El signo mayor que ($>$) se utiliza para indicar que un portafolio de inversión se prefiere estrictamente a otro:

$(x_1, x_2) > (y_1, y_2)$, significa que el inversionista prefiere estrictamente (x_1, x_2) a (y_1, y_2) .

El símbolo (\sim) indiferente, implica que cualquiera de los dos portafolios de inversión satisface la preferencia del inversionista de forma indistinta.

El símbolo (\geq) indica que el portafolio es débilmente preferido.

Los supuestos sobre las relaciones de preferencia del consumidor se distribuyen en:

1-. El supuesto de racionalidad en donde un inversionista tiene la capacidad de comparar los portafolios de inversión y expresar una decisión y mantener cierta consistencia.

a) Las preferencias son completas si $\forall Y, Z \in X$ se asume que es posible comparar dos portafolios de inversión cualquiera, es decir dado cualquier portafolio Y y cualquier portafolio Z se supone que:

$$Z \geq Y \quad \text{o} \quad Y \geq Z \quad \text{o} \quad \text{ambas.}$$

b) Las preferencias son transitivas si $\forall M, Y, Z \in X$ se hace que:

$$M \geq Y \quad \text{y} \quad Y \geq Z \quad \text{tenemos que} \quad M \geq Z$$

Si las preferencias no fueran transitivas, podría haber un conjunto de portafolios de inversión tal que ninguna de las elecciones fuera la mejor.

2-. El supuesto de deseabilidad indica que cuando se trata de rendimiento de un portafolio los inversionistas prefieren más ganancias que menos.

a) Las preferencias son monótonas, si Y es un portafolio con un rendimiento esperado y nivel de riesgo dado y Z es otro que contiene al menos el mismo nivel de riesgo y mas rendimiento si se mantienen los demás parámetros constantes entonces, $Z \succ Y$.

3-. El supuesto de convexidad asume que a los inversionistas no les gusta especializarse en las inversiones. Las preferencias son convexas si:

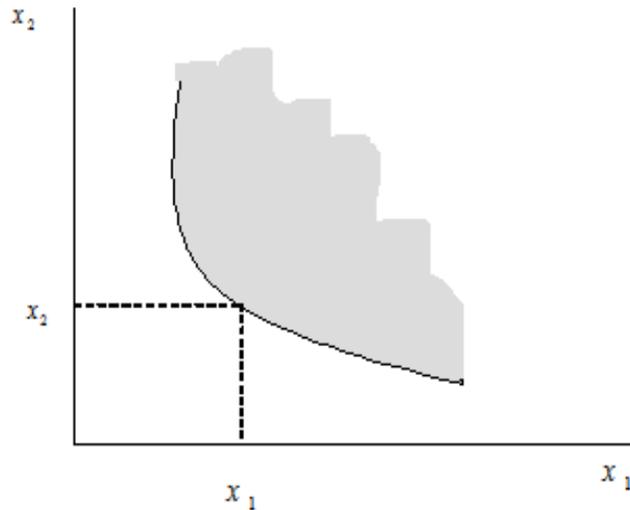
$$Y \geq M \quad Z \geq M$$

4-. El supuesto de continuidad permite garantizar que exista una función que represente las preferencias de los inversionistas.

La elección del inversionista puede formularse en función de sus preferencias que satisfacen los supuestos descritos, estos supuestos se pueden describir gráficamente mediante las curvas de indiferencia que constituyen un instrumento para describir las preferencias del inversionista.

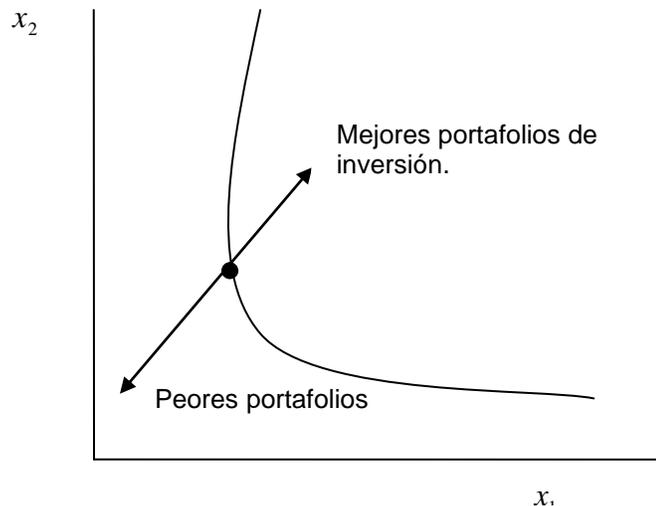
En la figura 1.4 se ilustra el concepto curva de indiferencia al elegir un portafolio de inversión conformado por (x_1, x_2) , todos los demás portafolios de inversión que se encuentran dentro del área son débilmente preferidos por el inversionista. Los portafolios de la frontera de este conjunto –son aquellos que el inversionista considera iguales que (x_1, x_2) - y constituyen la curva de indiferencia sobre la frontera eficiente. (Varian, 1999).

Figura 1.4 Curva de indiferencia en la selección del activo x_1 y x_2 .



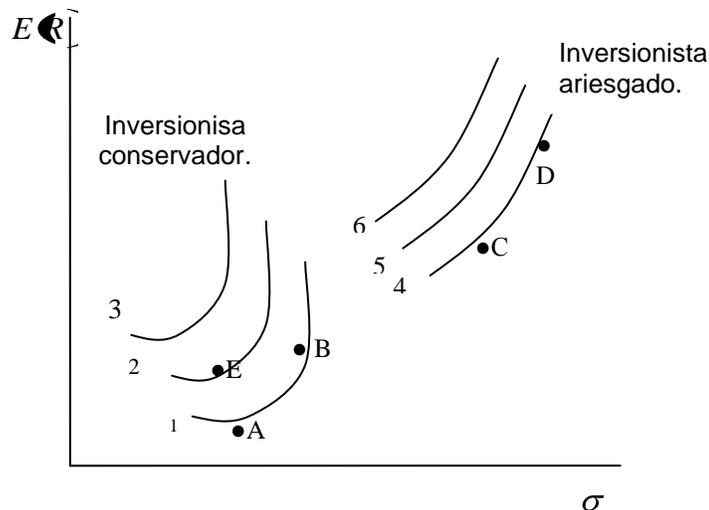
Dentro de las posibilidades de elección, hay portafolios de inversión que son considerados como malas inversiones y corresponden a portafolios que no le gustan al inversionista. Si se parte de este hecho y en referencia al supuesto de deseabilidad, para un inversionista racional cuando todo lo demás permanece constante, es mejor seleccionar un portafolio de inversión que otorga un mayor rendimiento esperado; en la figura 1.5 se muestra de forma grafica el supuesto de deseabilidad.

Figura 1.5 Supuesto de deseabilidad.



En la figura 1.6 se presenta un ejemplo gráfico de las preferencias de inversión, las diferentes curvas muestran combinaciones de rendimiento y riesgo para un nivel de utilidad.

Figura 1.6 Curvas de utilidad para diferentes inversionistas.



Fuente: W. Kalb, Robert, Inversiones.

Por ejemplo para el inversionista conservador no hay diferencia entre las posiciones A y B de la curva 1. La alternativa A ofrece menos rendimiento esperado que B, por lo que a esta clase de curva se le conoce como una curva de indiferencia debido a que el inversionista es indiferente a todas las distintas oportunidades que se encuentran sobre una curva en particular. Al inversionista arriesgado le resultarían indiferentes, por ejemplo las posiciones C y D.

Para cada uno de los inversionistas existe un grupo de curvas de indiferencia construidas en una forma que expresen diferentes formas de satisfacción o utilidad. El inversionista conservador encontrará igualmente atractivos todos los puntos sobre la curva 2, pero preferiría encontrarse en algún punto sobre la curva 2, y no estar en ningún punto sobre la curva 1. En términos de la gráfica, el

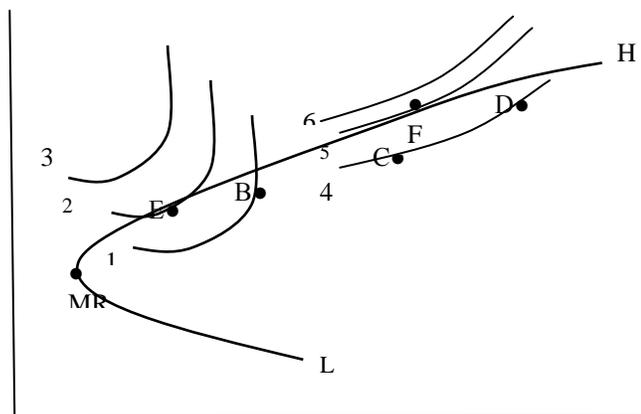
inversionista conservador preferiría encontrarse sobre la curva más alta que fuera seleccionable; lo mismo ocurre para el inversionista arriesgado (W. KALB, 1993).

Los resultados obtenidos por Markowitz (1952) plantean que la frontera eficiente muestra la combinación de activos que conforman un portafolio cumplen simultáneamente con dos condiciones:

- a) Tienen la mínima varianza para todas las combinaciones posibles de activos para un rendimiento esperado dado.
- b) Tienen el rendimiento esperado máximo dentro de todas las combinaciones posibles que tienen una varianza especificada. Aquellas combinaciones que reúnen los dos atributos son parte del conjunto de portafolios eficientes, el conjunto de portafolios eficientes define la frontera de portafolios eficientes.

En la figura 1.7, el grupo de portafolios eficiente se muestra desde el punto *H* hasta *MR*, señala las mejores oportunidades disponibles para los inversionistas. El portafolio que se encuentra en el punto *E* y el portafolio *F*, corresponden al portafolio cuya curva de indiferencia hace tangencia con la frontera eficiente, lo que indica que estos portafolios son óptimos para un nivel de rendimiento al minimizar el riesgo.

Figura 1.7 La frontera eficiente y las curvas de indiferencia.

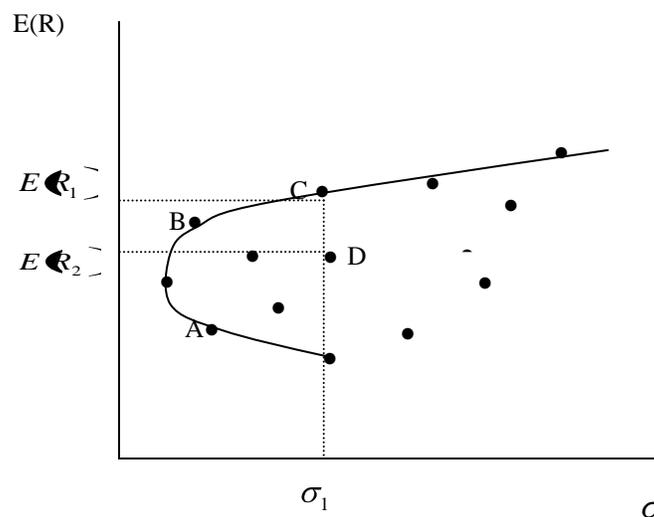


Fuente: W. Kalb, Robert, Inversiones.

En la frontera eficiente, están situados todos aquellos portafolios que proporcionan el máximo rendimiento con un nivel de riesgo, los puntos de la frontera eficiente se clasifican de la forma que a mayor riesgo corresponda un mayor rendimiento.

Se observa en la figura 1.8, que el riesgo se representa en el eje horizontal y el rendimiento del portafolio en el eje vertical. Los puntos por debajo de la curva representan portafolios de inversión con combinaciones de riesgo y rendimiento que no son óptimos, esto es, existe por lo menos un portafolio que para el nivel de riesgo seleccionado ofrece mayor rendimiento.

Figura 1.8 Frontera eficiente y relación riesgo-rendimiento.



La línea curva (ABC) representa el conjunto de portafolios eficientes. Cualquier portafolio situado por debajo y a la derecha de la frontera eficiente (ABC), será ineficiente dado que ofrece rendimientos inferiores para el nivel de riesgo seleccionado. Si se observa el portafolio D, se encuentra que tiene un nivel de riesgo σ_1 , para un rendimiento $E(R_2)$, menor que el que ofrece el portafolio C.

Todos los inversionistas que desean rendimientos más altos y que desean reducir el riesgo, buscarán invertir en el portafolio de inversión que pertenezca al grupo de

la frontera eficiente, es decir que los inversionistas son aversos al riesgo, razón por la cuál, solo aceptarían un mayor riesgo siempre que se les premie con un mayor rendimiento.

1.2 Modelo del valor en riesgo.

En octubre de 1994, la institución financiera J. P. Morgan dio a conocer su sistema de evaluación de riesgo Risk Metrics^{MR}, la metodología diseñada representa una novedosa herramienta de administración del riesgo, que tiene el objetivo de informar al inversionista el nivel de exposición de riesgo que proporciona la metodología y una base de datos que utiliza la metodología para cuantificar el valor en riesgo (VaR). El trabajo se realizó con la medición de riesgo de trescientos instrumentos financieros en 14 países, el trabajo se ha expandido considerablemente desde 1994. Al observar las ventajas de la metodología se ha convertido en un estándar mundial adoptado por los bancos centrales de 30 países, que se acentuó en la suscripción de los acuerdos de Basilea de 1993.

En el mercado financiero cada día es más importante encontrar métodos que midan con eficiencia el riesgo de mercado de una inversión. Como en todos los casos, los inversionistas buscan obtener los mayores beneficios limitando el riesgo de exposición de la inversión, ningún inversionista racional busca perder dinero, sin embargo en toda inversión hay riesgo y existe la posibilidad de pérdida económica. Con la idea de facilitar la comprensión de la exposición de riesgo al que se expone el inversionista, el concepto de valor en riesgo (VaR) es muy útil debido a que relaciona una cantidad económica con una probabilidad de pérdida y un periodo de ocurrencia.

La metodología de valor en riesgo permite cuantificar el riesgo de mercado para cualquier activo o portafolio de inversión. Con el desarrolló de la metodología VaR se tiene una mejor estimación de la pérdida que pueden llegar a tener los portafolios de inversión, las instituciones financieras y las empresas.

1.2.1 Banco de pagos internacionales.

Los acuerdos internacionales en materia financiera los promueve el Banco de Pagos Internacionales (BPI), que es una organización internacional que realiza sus actividades en 1930, en Basilea, Suiza, tiene la función de institución de banca central única en el ámbito internacional. Su objetivo es promover la cooperación de los bancos centrales y ofrecer facilidades adicionales para operaciones financieras internacionales, actúa como banco de bancos centrales, promueve la estabilidad financiera internacional. En tal sentido, emite opiniones respecto de la política en materia financiera que, de acuerdo a sus estudios y evaluaciones, considera adecuada en términos de regulación financiera.

Las reuniones de gobernadores de bancos centrales conocido como el grupo de los diez (G-10)¹, es el foro base de las actividades mas importantes de estabilidad financiera y monetaria del banco (BPI). En el año de 1974, los integrantes del G-10 crearon el Comité de Basilea para mejorar la colaboración sobre supervisión bancaria, de este grupo, nace el acuerdo de Basilea en 1988, que se conoce como el Comité de Basilea I, en el cuál se menciona un conjunto de recomendaciones para establecer un capital mínimo que debe tener una entidad bancaria en función de los riesgos, este capital debe ser suficiente para hacer frente a los riesgos de crédito, mercado y tipo de cambio.

Así, en septiembre del año 1994, entre otros reportes, los banqueros centrales del G-10, emitieron un reporte sobre la revelación pública de los riesgos de mercado y crédito por los intermediarios financieros, el cuál recomienda utilizar el VaR como una herramienta esencial para la administración de riesgos de las instituciones financieras.

¹ Los miembros del Comité de Basilea son funcionarios ejecutivos del G-10: Bélgica, Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Holanda, Suecia, Reino Unido y los Estados Unidos, además de Luxemburgo y Suiza. Este grupo se reúne cuatro veces por año, usualmente en Basilea, Suiza.

En junio del año 2004, el comité publicó el documento, convergencia internacional de medidas y normas de capital: marco revisado, es conocido como Basilea II, tiene como objetivo construir una base sólida para la regulación prudente del capital, la supervisión y la disciplina de mercado, así como perfeccionar la gestión de riesgo y la estabilidad financiera, implementando la metodología del VaR para la valuación de riesgo de mercado y la metodología basada en calificaciones internas (IRB) para valorar el riesgo de crédito. Exige a las instituciones financieras la publicación de información periódica que sea oportuna, precisa y exhaustiva que sirva de base para una disciplina de mercado eficiente. La información que se requiere se haga pública hace referencia a los resultados financieros; posición financiera (incluyendo el capital de diferentes niveles, la solvencia y la liquidez), estrategias y prácticas de gestión de riesgo, exposiciones al riesgo (incluido el riesgo crediticio, operativo, legal, mercado y liquidez y otros), prácticas contables, información básica sobre la actividad empresarial, la administración y el gobierno corporativo.

1.2.2 El concepto de valor en riesgo.

El valor en riesgo es un concepto innovador que se define: “el valor en riesgo resume la pérdida máxima esperada (o peor pérdida) sobre un horizonte de tiempo objetivo dentro de un intervalo de confianza”(Jorion, 1999).

Para el cálculo del valor en riesgo el primer paso es determinar el horizonte del tiempo y el nivel de confianza. El comité de Basilea define un intervalo de confianza del 99 por ciento sobre 10 días y el horizonte (un periodo de observación basado en al menos, un año de datos históricos) puede ser determinado por la naturaleza del portafolio, J. P Morgan asume un nivel de confianza de 95% y un periodo de 20 días.

Para Philippe Jorion el valor en riesgo de un portafolio está conformado por los siguientes elementos:

$$\text{VaR} = W_0 \alpha \sigma_p \sqrt{\Delta t} \quad (1.18)$$

W_0 = Monto de la inversión inicial.

α = Factor que define el intervalo de confianza.

Δt = Horizonte de tiempo en que se desea ajustar el VaR.

σ_p = Volatilidad del portafolio (1 x 1).

1.2.3 Metodologías desarrolladas para calcular el valor en riesgo.

1.2.3.1 Método varianza – covarianza.

Este método, considera que el riesgo total del portafolio de inversión se describe como una función de volatilidad de cada instrumento integrante del portafolio y la correlación entre cualesquiera dos instrumentos del mismo. Esto se logra mediante la construcción de la matriz varianza – covarianza. Es necesario considerar el supuesto de que la distribución de los rendimientos son normales de media 0 (se asume que la media es cero debido al supuesto de que la magnitud de la media es muy pequeña en relación a la desviación típica estándar) y σ^2 constante en el tiempo donde los rendimientos son independientes entre si en el tiempo $R_t \sim N(0, \sigma^2)$. Este método se le denomina paramétrico debido a que implica la estimación de un parámetro, la desviación estándar. A continuación expondremos el método de varianza – covarianza, con el cuál se obtiene la varianza y desviación estándar, lo cuál permitirá medir el coeficiente VaR.

El método de varianza-covarianza sigue el supuesto que la distribución normal de los rendimientos esperados para un portafolio de n activos se define como:

$$E[R_p] = \omega E[R] \quad (1.19)$$

La varianza y desviación estándar del portafolio se representa por:

$$\sigma_p^2 = \mathbf{p}^T \mathbf{\Sigma} \mathbf{p} \quad \sigma_p = \sqrt{\mathbf{p}^T \mathbf{\Sigma} \mathbf{p}} \quad (1.20)$$

Donde:

\mathbf{p} = Vector columna de ponderadores no negativos que suman uno.

\mathbf{p}^T = Vector transpuesto de los pesos de las posiciones del portafolio
(1 x n).

Σ = Define la matriz de varianza covarianza para los retornos de n activos.

La matriz varianza-covarianza es una matriz cuadrada en la cuál la diagonal está compuesta por las varianzas o volatilidades al cuadrado (desviación estándar) de cada activo del portafolio y los elementos de la diagonal principal serán ceros:

$$\mathbf{\Sigma} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3^2 \end{bmatrix} \quad (1.21)$$

La matriz varianza-covarianza denotada por Σ se obtiene al multiplicar las siguientes matrices:

$\mathbf{\Sigma} = \mathbf{p}^T \mathbf{C} \mathbf{p}$ donde C es la matriz de correlación

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12}\sigma_1\sigma_2 & \rho_{13}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{14}\sigma_1\sigma_4 \\ \rho_{21}\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 & \rho_{23}\sigma_2\sigma_3 & \rho_{24}\sigma_2\sigma_4 \\ \rho_{31}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{32}\sigma_2\sigma_3 & \sigma_3^2 & \rho_{34}\sigma_3\sigma_4 \\ \rho_{41}\sigma_1\sigma_4 & \rho_{42}\sigma_2\sigma_4 & \rho_{43}\sigma_3\sigma_4 & \sigma_4^2 \end{bmatrix} \quad (1.22)$$

Una vez que se determinó la varianza y la desviación estándar, el VaR se calcula con la ecuación:

$$\text{VaR} = W_0 \alpha \sigma_p \sqrt{\Delta t} \quad (1.23)$$

$$\sigma_p = \sqrt{\mathbf{p}^T \mathbf{\Sigma} \mathbf{p}}$$

Donde:

α = Factor que define el intervalo de confianza.

Δt = Horizonte de tiempo en que se desea ajustar el VaR.

\mathbf{p} = Vector de pesos de proporciones de los activos del portafolio de inversión (n x 1).

\mathbf{p}^T = Vector transpuesto de los pesos de las posiciones del portafolio de inversión (1 x n).

$\mathbf{\Sigma}$ = Matriz de varianza-covarianza que incluye las correlaciones entre los valores del portafolio de inversión (n x n).

$\mathbf{\Gamma}$ = Matriz de correlaciones de los rendimientos de los activos del portafolio de inversión.

W_0 = Monto de la inversión inicial.

σ_p = Volatilidad del portafolio (1 x 1).

El método varianza-covarianza tiene varias ventajas:

- Se puede estimar fácilmente con una hoja de cálculo.
- Permite manejar cualquier cantidad de activos; ya que para su implementación únicamente se requiere de los rendimientos de los valores de mercado, las posiciones actuales del portafolio y la matriz de varianza y covarianza.
- El método presenta una medida adecuada del riesgo, en especial cuando se trabaja de lapsos muy cortos.

Algunas limitaciones que presenta este método son las siguientes :

- Cuantifica de manera pobre el riesgo de evento; es decir, la posibilidad de que se presenten circunstancias inusuales o extremas, tales como: desplomes en los mercados accionarios o colapsos en el tipo de cambio.
- No mide adecuadamente los instrumentos no lineales, tales como: opciones e hipotecas.

1.2.3.2 Método simulación histórica.

De acuerdo con Jorion (1999), el método consiste en utilizar una serie histórica de precios de la posición de riesgo del portafolio para construir una serie de tiempo de precios y/ o rendimientos simulados o hipotéticos, con el supuesto de que se ha conservado el portafolio durante el periodo de tiempo de la serie histórica.

Este método utiliza observaciones del comportamiento pasado de los rendimientos del activo, que se representan por:

$$R_{p,\tau} = \sum_{i=1}^N \omega_i R_{i,\tau} \quad \tau = 1, \dots, t \quad (1.24)$$

Para obtener los precios hipotéticos para el escenario t es necesario replicar cambios históricos en los rendimientos y aplicarlos al nivel actual de precios:

$$P_{i,\tau}^* = P_{i,0} + \Delta P_{i,\tau} \quad i = 1, \dots, N \quad (1.25)$$

El rendimiento hipotético se define por:

$$R_{p,\tau} = \left(\frac{P_{p,\tau}^*}{P_{p,0}} \right) - 1 \quad (1.26)$$

“El VaR se obtiene entonces a partir de la distribución completa de los rendimientos hipotéticos. Alternativamente, podría asumirse normalidad y confiar en la varianza para obtener el VaR”(Jorion, 1999).

La forma correcta de calcular el VaR por el método histórico es utilizando la historia de los cambios porcentuales del precio y aplicarlo al portafolio que se analiza siguiendo los siguientes pasos:

1. Obtener la serie histórica de cambios de precio para todos los instrumentos y factores de riesgo del portafolio.
2. Aplicar los cambios de precios al portafolio para generar una serie histórica de cambios en el valor del portafolio.
3. Ordenar los cambios en el valor del portafolio resultante, de mayor a menor y obtener los percentiles de la distribución.
4. Obtener el VaR del portafolio usando los percentiles correspondientes.

Algunas ventajas de este método son las siguientes:

- Es relativamente simple de implementar.
- Toma en cuenta el comportamiento no lineal de las opciones.
- No se necesita calcular la matriz de covarianzas, lo que simplifica el proceso.
- Como se basa en los cambios realmente observados, el método no supone ninguna distribución y no se afecta por distribuciones que no son normales o que tienen colas anchas.

Algunas críticas que se le han hecho a este método son:

- Asume que el pasado representa adecuadamente el futuro inmediato; sin embargo, no siempre esto se cumple, por lo que los datos históricos podrían omitir riesgos inminentes en el mercado.
- La calidad de los resultados depende del período histórico considerado. En caso de utilizar períodos largos, se podrían incorporar comportamientos

que ya no se observan en las variables; mientras que los períodos cortos pueden generar errores de muestreo.

- Le otorga la misma importancia a las observaciones recientes que a las antiguas.

1.2.3.3 Método simulación Monte Carlo.

Este método se utiliza cuando no se tienen los datos completos del precio de los instrumentos que componen un portafolio de inversión; es difícil el cálculo del riesgo de mercado. Fue propuesto por Boyle en 1977 y consiste en la generación de números aleatorios para calcular la integral de una función y se puede utilizar para calcular el valor de riesgo de un portafolio, el método genera escenarios y a partir de las observaciones infiere el resultado.

Para medir el VaR se considera cada cambio en los factores de riesgo que influyen en el precio de los instrumentos como un evento aleatorio, lo cuál permite generar un gran número de eventos que determinarán la distribución de probabilidad de la variable aleatoria en observación, que representa el comportamiento de la función de pérdidas y ganancias de donde se determina el riesgo.

El modelo de riesgo representa las relaciones estocásticas de las variables de análisis, el método consiste en generar el valor aleatorio de cada variable estocástica en un instante y es conocido como intento, paso, escenario, o realización, proporciona un valor posible para el rendimiento del portafolio de inversión en el horizonte establecido, con está información se determina la pérdida o ganancia de la posición del portafolio de inversión y se calcula el VaR. El propósito del método es generar una cantidad grande de escenarios, de tal manera que la distribución de los valores simulados del rendimiento del activo o portafolio converja hacia su distribución de probabilidad normal al asumir el teorema del límite central.

Los principales pasos a seguir para emplear el método de simulación Monte Carlo son los siguientes:

1. Se identifican las variables que se van a utilizar.
2. Se determina o se asume una distribución específica para los cambios de las variables de mercado.
3. Se selecciona un proceso generador aleatorio para calcular N valoraciones hipotéticas en los factores de mercado. Posteriormente se utilizan estos datos para calcular el nuevo valor a mercado del portafolio que se le restan al valor actual para obtener las pérdidas o ganancias del ejercicio esto se repite día a día.
4. Se ordenan los resultados en forma descendente.
5. Se determina el VaR seleccionando la pérdida que es igual o mayor al nivel de confianza seleccionado.

Francisco Venegas Martínez (2006) sugiere la posibilidad de generar números provenientes de una distribución uniforme que consiste en un dispositivo que produce pulsos (ruidos) electrónicos. Si durante un intervalo fijo de tiempo el número de pulsos que sobrepasan un umbral determinado es par, se asocia un cero, mientras que si excede dicho umbral con un número de pulsos impar, se asocia un uno. Si se tienen m dispositivos de este tipo que funcionan paralelamente y producen ceros y unos, entonces la proporción de unos provee un valor de una variable aleatoria distribuida uniformemente en el intervalo [0, 1].

La mayoría de los simuladores realizan la generación de números pseudo-aleatorios, mediante el método de congruencias lineales. “Este es uno de los algoritmos mas simples y conocidos para generar números aleatorio. A continuación se describe dicho algoritmo” (Venegas, 2006).

$$X_{n+1} \equiv (aX_n + b) \pmod{m}, n \in \mathbb{N} \cup \{0\}, X_0 \text{ dado,}$$

Se considera que los números aleatorios a, b y m son constantes. La ecuación aritmética que establece la ecuación anterior es:

$$\frac{aX_n + b}{m} = z + \frac{\text{residuo}}{m}, \quad (1.27)$$

Donde:

z = Es un número entero y

$$X_{n+1} = \text{residuo} \quad (1.28)$$

En el siguiente ejemplo tomado del mismo autor se ejemplifica un generador congruencial lineal. Sean $b = 0$, $a = 16807 = 7^5$ y $m = 2^{31}$, entonces $X_{n+1} \equiv (aX_n + b) \pmod{m}$, $n \in \mathbb{N} \cup \{0\}$, se transforma en

$$X_{n+1} \equiv (6807 X_n) \pmod{m} \quad (1.29)$$

La simulación de Monte Carlo, es uno de los métodos mas completos en términos de exactitud y aplicabilidad a diferentes tipos de instrumentos, al simular repetidamente un proceso aleatorio para la variable financiera de interés, recrea la distribución completa de los valores del rendimiento de un portafolio de inversión. Este método es una herramienta muy útil, ya que es capaz de estimar el VaR en un portafolio de gran complejidad y con instrumentos con rendimiento no lineales. La principal desventaja de este método es que requiere de un equipo de computo con una alta capacidad de procesamiento y la programación adecuada.

En este capítulo se han desarrollado los elementos sustantivos del marco teórico que se utilizan en esta investigación desarrollando paso a paso la metodología para el cálculo del valor en riesgo; se han expuesto brevemente los diferentes métodos para obtener el VaR.

Se eligió el método de varianza –covarianza para calcular el VaR por ser uno de los métodos de fácil aplicación, ya que el VaR se puede estimar con una hoja de

cálculo. Permite manejar gran cantidad de activos y para su implementación únicamente se requiere de los valores de mercado, las posiciones actuales del portafolio y la matriz de varianzas y covarianzas. En muchas situaciones representa una medida adecuada del riesgo, en especial cuando se trabaja con intervalos muy cortos.

El método de simulación Monte Carlo se utiliza por que toma en cuenta factores que omiten otros enfoques y estos son: riesgos no lineales, riesgos de volatilidad, cambios de riesgo en el tiempo, colas anchas y escenarios extremos.

El objetivo de utilizar ambos métodos es hacer una comparación y observar cuál de los dos es el que permite tener una percepción mas clara del riesgo de mercado de los portafolios de inversión de las afores.

Capítulo 2. Sistema de administración de fondos para el retiro que opera en México.

En México la legislación que regula al sistema de ahorro para el retiro de los trabajadores, es de régimen obligatorio, y se basa en la capitalización individual con la administración privada de los recursos, tiene la finalidad de garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios necesarios del bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión que de acuerdo a los requerimientos legales será garantizada por el Estado².

El sistema de pensiones implementado en México, debe proteger el interés de los trabajadores, asegurando una administración eficiente y transparente en la aplicación y crecimiento de su ahorro, el cuál debe favorecer un retiro digno y coadyuvar al desarrollo económico del país.

Tiene como objetivo otorgar a los trabajadores una subvención cuando alcanza determinada edad o cuando quedan incapacitados para trabajar. Esta prestación cubre también a sus beneficiarios directos. Las pensiones se cubren en base en tres seguros independientes:

1. El seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez (RCV), financiada con las aportaciones que se canalizan a las cuentas individuales.

² Ley del Seguro social. Art 2

2. El seguro de invalidez y vida (IV), es administrado por el IMSS bajo un esquema de beneficio definido, las aportaciones de IV son tripartitas (trabajador, empleador y gobierno), y equivalen al 2.5% del salario.

3. El seguro de Riesgos de Trabajo (RT), es financiado con aportaciones patronales manejadas por el IMSS.

Tabla 2.1 Número de trabajadores afiliados al sistema de pensiones en México.

Año	Afiliados
1997	11,188,000
1998	13,827,674
1999	15,594,503
2000	17,844,956
2001	26,518,534
2002	29,421,202
2003	31,398,282
2004	33,316,492
2005	35,278,105
2006	37,408,828
2007	38,531,579
2008	38,987,711

Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Internacional de Administradoras Fondos de Pensiones.

La tabla 2.1, entre otros, muestra el total de afiliados al sistema de pensiones en México para el año 2008, con una cifra igual a 38,987,711 trabajadores afiliados. En México existe una institución de seguridad social para trabajadores del sector privado que es el Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS), otra para los trabajadores del Gobierno Federal que es el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSTE).

2.1 Administradoras de fondos para el retiro (afore).

En abril del año 1996, se estableció un sistema de pensiones basado en cuentas individuales, creando instituciones financieras especializadas denominadas administradoras de fondos para el retiro (afores), los fondos concesionados a empresas privadas autorizadas para administrar las aportaciones de los trabajadores por concepto de retiro, censatia por edad avanzada y vejez.

El principal objetivo de las afores es generar rendimiento sobre el ahorro interno que permita a largo plazo que cada trabajador obtenga una pensión suficiente en el momento de su retiro. Cada afore invierte las aportaciones de los trabajadores en activos financieros a través de las sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro (siefores).

La cuenta individual se define como aquélla de la que sea titular un trabajador en donde se depositarán las cuotas obreros patronales y estatales y sus rendimientos. Se registrarán las aportaciones a los fondos de vivienda y se depositarán los recursos en términos de la ley de los sistemas de ahorro para el retiro.

La estructura de la cuenta individual se integra por tres subcuentas:

- a) Subcuenta de retiro, censatia en edad avanzada y vejez: Es en la que se depositan y acumulan los recursos para el retiro de los trabajadores, recibe aportes mensuales de los trabajadores equivalentes a un 6.5% de la remuneración más una contribución del gobierno. Los fondos de esta cuenta son administrados por las afores.
- b) Subcuenta de vivienda: Recibe aportes mensuales por los patronos equivalentes a 5% de las remuneraciones a nombre de los trabajadores cuyos fondos con administrados por el INFONAVIT.

- c) Subcuenta de aportaciones voluntarias: En ella se depositan los recursos que el patrón y/o trabajador ahorran voluntariamente, para aumentar los ahorros y mejorar las pensiones de los trabajadores. Los fondos de esta cuenta son administrados por las afores.

La inversión de los recursos administrados por las afores, se concentran en cuatro sectores:

- a) Sector estatal: Bonos o letras emitidos por el banco central de cada país o por el gobierno.
- b) Sector empresas: Bonos y acciones de empresas
- c) Sector financiero: Letras, hipotecas, depósitos a plazos, bonos y acciones de instituciones financieras.
- d) Sector extranjero: Títulos emitidos por entidades extranjeras.

Tabla 2.2 Estructura de inversión de los fondos de pensión en México.

País	Sector estatal	Sector empresas	Sector financiero	Sector extranjero	Otros activos	Inversión total
México	53,918,949	13,657,085	1,808,344	7,159,295	0	76,543,673

Fuente: Elaboración con datos de la Federación Internacional de Administradoras de Fondos de Pensiones, 2007.

La estructura del portafolio de inversión vigente de los fondos de pensiones mantiene una posición conservadora invirtiendo un 70.44% del total de sus recursos en activos del sector estatal por considerarlos activos de renta fija, puede decirse que proporciona certeza de rendimientos nominales, un alto grado de protección del capital, pero poca protección al poder adquisitivo, porque un aumento en las expectativas de inflación a largo plazo podría tener efectos negativos en portafolios de inversión que prefieren renta fija.

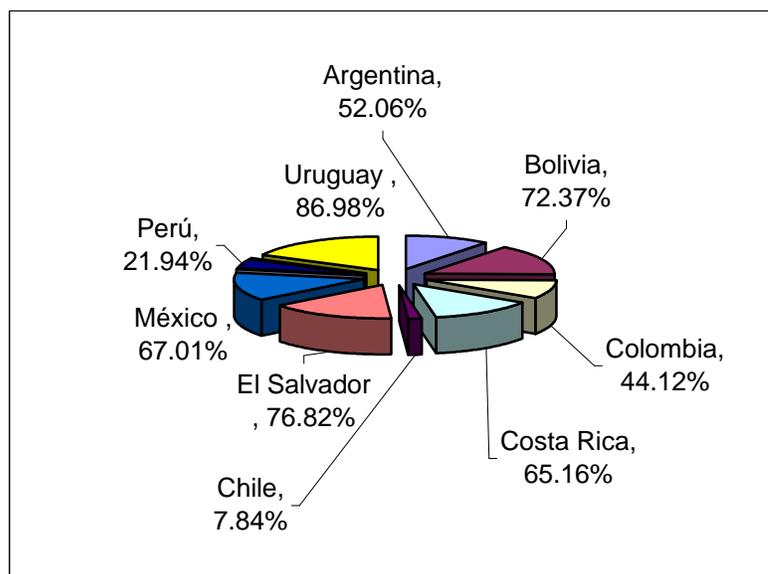
Los rendimientos podrán ser mayores si se diversificara un porcentaje mayor del total de los recursos en inversiones en el sector empresas, financiero y de inversión en el extranjero.

Tabla 2.3 Estructura de inversión de los fondos de pensión en Latinoamérica.

País	Sector estatal	Sector empresas	Sector financiero	Sector extranjero	Otros activos	Inversión total
Argentina	15,563,786	4,927,963	6,266,434	2,524,770	0	29,282,953
Bolivia	2,106,130	248,952	455,313	65,250	0	2,875,645
Colombia	11,192,343	6,079,537	4,548,916	3,034,490	96,119	24,951,405
Costa rica	909,302	35,298	264,413	186,551	0	1,395,565
Chile	8,704	29,048	33,686	39,502	0	110,941
El Salvador	3,114,255	27,316	647,686	168,910	0	3,958,167
México	53,918,949	13,657,085	1,808,344	7,159,295	0	76,543,673
Panamá	n. d	n. d	n. d	n. d	n. d	n. d
Perú	4,470,627	9,891,563	3,302,516	2,688,537	24,246	20,377,489
Rep. Dominicana	n. d	n. d	n. d	n. d	n. d	n. d
Uruguay	2,950,123	174,975	194,473	0	0	3,319,572

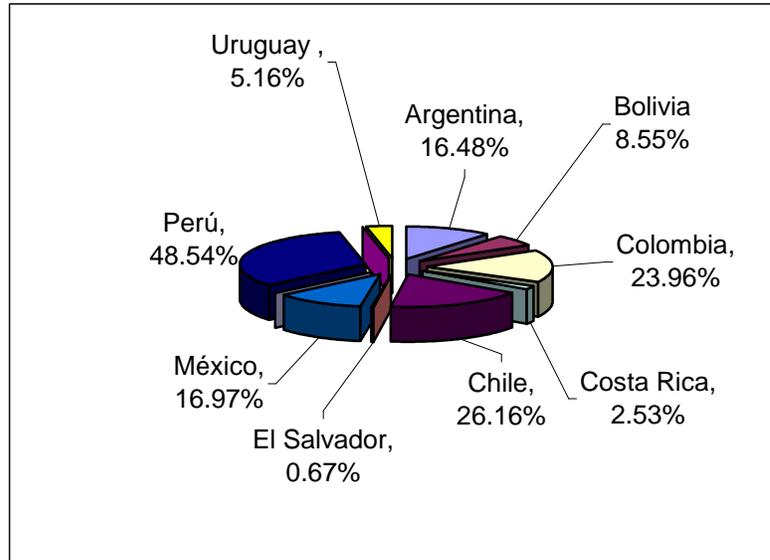
Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Internacional de Administradoras Fondos de Pensiones, 2007. Unidad de medida: miles de US\$ a diciembre del año 2007.

Gráfica 2.1 Inversión en el sector estatal de los fondos de pensión en Latinoamérica.



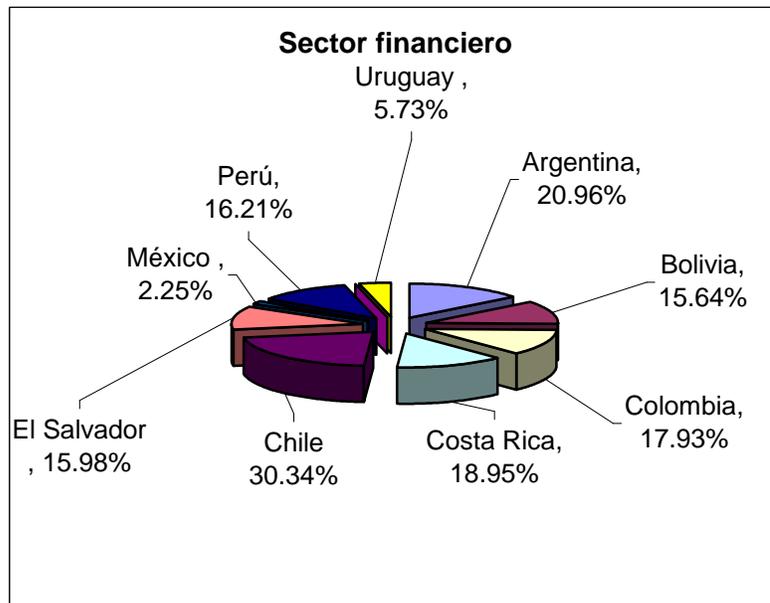
Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Internacional de Administradoras Fondos de Pensiones, 2007.

Gráfica 2.2 Inversión en el sector empresa de los fondos de pensión en Latinoamérica.



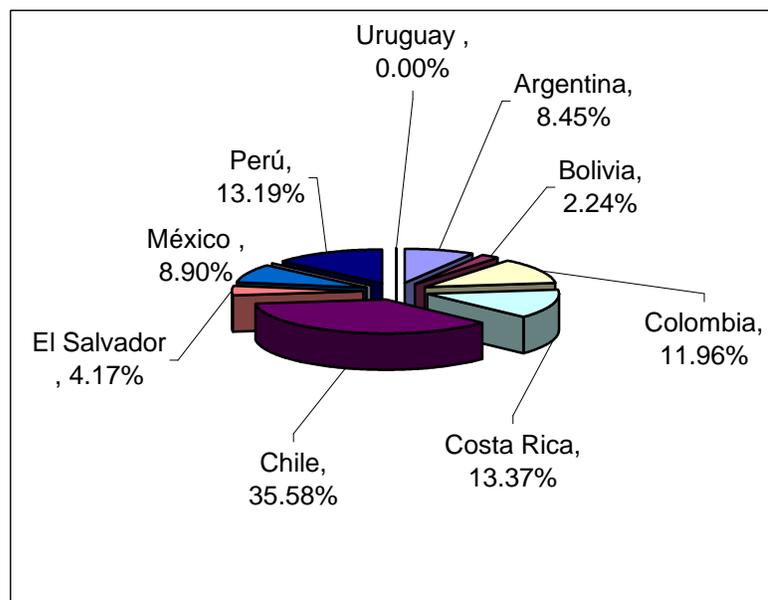
Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Internacional de Administradoras Fondos de Pensiones, 2007.

Gráfica 2.3 Inversión en el sector financiero de los fondos de pensión en Latinoamérica.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Internacional de Administradoras Fondos de Pensiones, 2007.

Gráfica 2.4 Inversión en el sector extranjero de los fondos de pensión en Latinoamérica.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Internacional de Administradoras Fondos de Pensiones, 2007.

La mayoría de los países de Latinoamérica mantienen más de la mitad de los recursos de los fondos del sistema de ahorro para el retiro invertidos en activos del sector estatal, con excepción de Chile y Perú. En Chile consideran que los rendimientos serán mayores si diversifican un porcentaje mayor del total de los recursos en inversiones en el sector de empresas, financiero y extranjero.

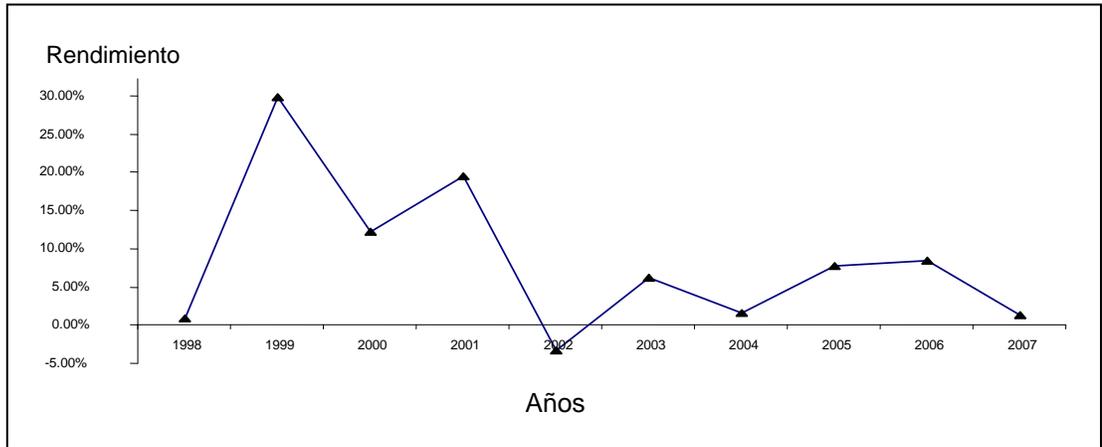
En la tabla 2.4 se presenta la comparación histórica de la rentabilidad de la inversión de los recursos de los fondos de pensiones, en un periodo de nueve años.

Tabla 2.4 Rendimiento porcentual de los fondos de pensiones en México.

Año	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Rendimiento	0.82%	29.8%	12.2%	19.4%	-3.3%	6.2%	1.5%	7.7%	8.4%	1.3%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Internacional de Administradoras Fondos de Pensiones. 2007. Cifras en términos reales en US\$ de cada año.

Gráfica 2.5 Tendencia del rendimiento porcentual de los fondos de pensiones en México.



Fuente: Elaboración con datos de la Federación Internacional de Administradoras Fondos Pensiones, 2007.

Debido a las condiciones económicas mundiales haciendo referencia al atentado terrorista en E.U en el año 2001 se originaria una caída en la bolsa de valores de cada país, afectando de manera directa la rentabilidad de los fondos de pensiones en México. En la gráfica 2.5 el análisis histórico de la rentabilidad del sistema de pensiones indica una tendencia a la baja, mostrando que en el año 2002 se presentó una minusvalía de -3.3%.

Para el año 2003 la rentabilidad se recupera y se posesiona en 6.2% se observa un periodo de crecimiento hasta el año 2006, cuando las condiciones económicas de México se vieron afectadas por la crisis inmobiliaria de Estados Unidos, el crecimiento del gasto real en consumo se desaceleró ante la caída del empleo, se presentaron mayores restricciones del crédito y se deterioró la situación financiera de las familias, esto afectó al sistema financiero estadounidense y después al internacional, como consecuencia se presentó una profunda crisis de liquidez ocasionando la caída de las bolsas de valores a escala mundial y con ello se presenta una minusvalía significativa en los rendimientos de los fondos de pensiones, se encontró que en el año 2007 la rentabilidad presentó una disminución hasta llegar a un rendimiento porcentual de 1.36%.

2.2 Rendimiento sobre activos (ROA) y rendimiento sobre capital (ROE) del sector afore.

Un análisis adicional se desarrolló a partir del rendimiento sobre activos (ROA) del sector de las afores el indicador mide la eficiencia del uso de los activos de sector para obtener ganancias sobre sus activos.

$$ROA = \frac{\text{ingreso neto}}{\text{activo total}} \quad (2.1)$$

Tabla 2.5 Rendimiento sobre activos.

Año	ROA
1998	3.68%
1999	17.38%
2000	18.24%
2001	24.67%
2002	26.69%
2003	30.99%
2004	23.92%
2005	22.02%
2006	13.22%
2007	9.29%
2008	6.48%

Gráfica 2.6 Tendencia del rendimiento sobre activos.



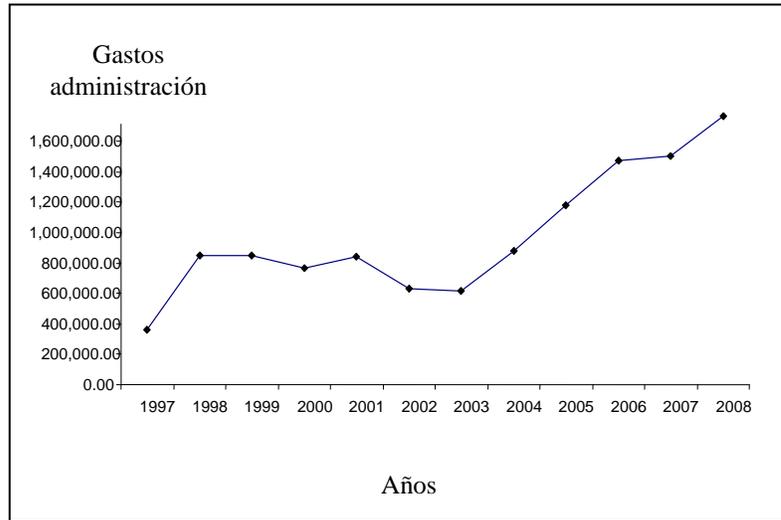
Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro.

En la gráfica 2.6 se observa que el rendimiento sobre los activos ha disminuido de forma significativa a partir del año 2006 lo cual refleja la pérdida de un sólido financiamiento financiero y operacional por parte de las afores.

Tabla 2.6 Gastos de administración.

Año	Gastos de admón.
1997	362, 624. 18
1998	846, 812. 83
1999	847, 987. 93
2000	767, 732. 97
2001	843, 977. 53
2002	634, 312. 93
2003	616, 036. 89
2004	879, 328. 93
2005	1, 182, 989. 02
2006	1, 476, 160. 04
2007	1, 503, 839. 21
2008	1, 763, 688. 65

Gráfica 2.7 Tendencia gastos de administración.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, datos en miles de pesos.

De acuerdo con la tabla 2.6 se identificó que los gastos de administración se han incrementado considerablemente a partir del año 2005, dado que los gastos de operación y promoción han aumentado.

Se necesita una administración más activa de las inversiones del capital de retiro acumulado, las afores necesitan disminuir los gastos de administración para incrementar los ingresos.

Otro de los indicadores que sirven como instrumentos de control, regulando la eficiencia financiera de operación, es el rendimiento sobre el capital (ROE), el cuál determina en que medida las afores han generado rendimientos sobre los recursos administrados.

$$ROE = \frac{\text{utilidad neta}}{\text{capital contable}} \quad (2.2)$$

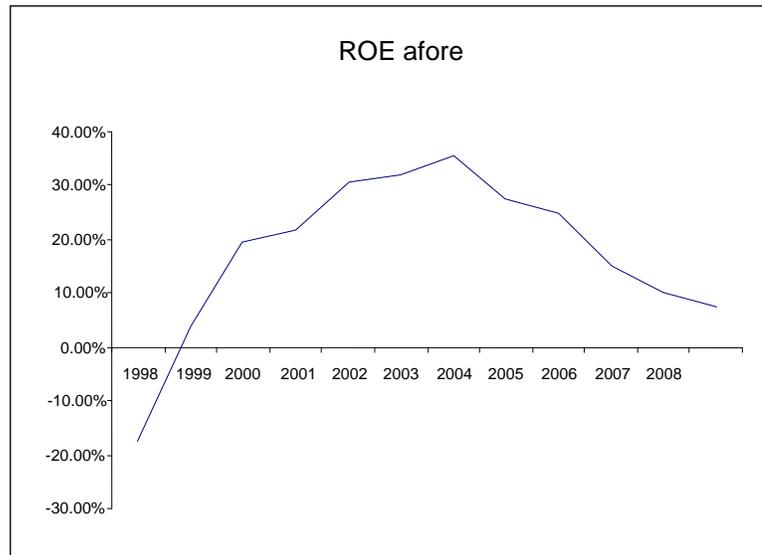
En la tabla 2.7 se presenta la comparación del rendimiento sobre capital del sector afore, banca y Bolsa Mexicana de Valores.

Tabla 2.7 Comparativo de rendimiento sobre capital del sector afore

Año	ROE afore	ROE banca	ROE Bolsa Mexicana de Valores
1997	-17.68%		
1998	3.98%		
1999	19.45%		
2000	21.55%	10.5 %	-20.7%
2001	30.65%	8.3%	12.7%
2002	31.84%	6.7%	-3.9%
2003	35.40%	14.3%	43.6%
2004	27.52%	11.2%	46.9%
2005	25.01%	18.2%	37.8%
2006	15.23%	21.4%	48.6%
2007	10.26%	18.1%	11.7%
2008	7.45%	14.1%	-7.1%

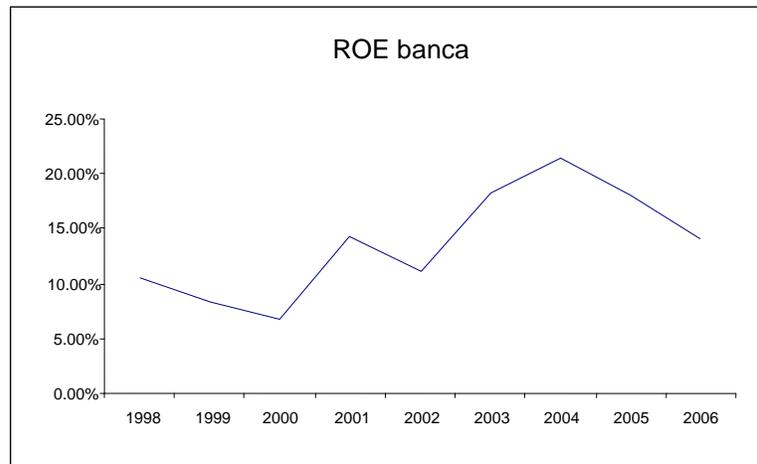
Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del sistema de Ahorro para el Retiro, Banco de México: Reporte del sistema

Gráfica 2.8 ROE del sector afore.



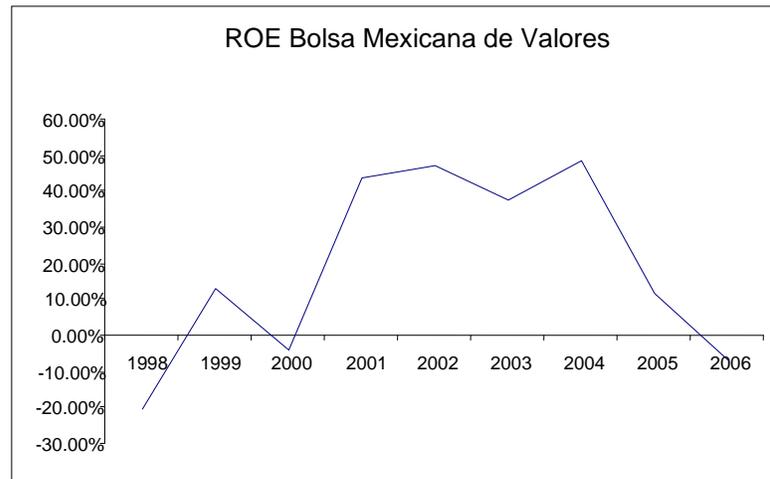
Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del sistema de Ahorro para el Retiro, Banco de México: Reporte del sistema financiero 2007.

Gráfica 2.9 ROE del sector bancario.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del sistema de Ahorro para el Retiro, Banco de México: Reporte del sistema financiero 2007.

Gráfica 2.10 ROE de la Bolsa Mexicana de Valores.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del sistema de Ahorro para el Retiro, Banco de México: Reporte del sistema financiero 2007.

El rendimiento sobre el capital dentro de las afores está relacionado directamente con la razón financiera ROE que ha presentado la Bolsa Mexicana de Valores, la cuál en el año 2008 llegó a tener un ROE de (-7.1), a consecuencia del entorno macroeconómico que se presentó en México a causa de la crisis inmobiliaria de Estados Unidos.

El Estado mexicano debe generar un ambiente macro y micro económico que estimule un mayor crecimiento y con ello una mayor tasa de interés de equilibrio; otra posibilidad es profundizar en los mercados de capitales para ampliar la eficiencia en la intermediación e inversión de fondos, y mejorar el sistema de supervisión y control para estimular la competencia entre las afores con el objetivo de disminuir costos de administración y las comisiones que pagan los trabajadores.

En la tabla 2.8 se presenta una comparación entre el rendimiento sobre el capital de los diferentes sectores económicos en México, se observa que el sector de las afores se encuentra entre los sectores con un menor rendimiento sobre el capital, esto indica que los recursos acumulados en la cuenta individual de los trabajadores, no está generando un rendimiento sobre el capital competitivo en el mercado y esto no es adecuado ni capaz de incrementar los recursos acumulados en la cuenta individual del trabajador al momento de pensionarse para garantizar una vejez digna.

Tabla 2. 8 Rendimiento sobre capital de los diferentes sectores económicos.

Sector	ROE	Sector	ROE
Papel	49. 3%	Cemento	14. 1%
Telefonía	44. 3%	Alimentos	11.75
Mineras	27. 3%	Departamentales	11.7%
Comercio especializado	21%	Construcción y vivienda	11.7%
Grupos industriales	20. 6%	Acero	10. 4%
Comerciales	19%	Aerolíneas y aeropuertos	4. 9%
Medios de comunicación	17. 3%	Químicas	1.7%
Bebidas	14. 3%	Hoteles	-1%
Banca	14. 1%	Afores	7. 45%

Fuente: Banco de México: Indicadores económicos y financieros 2008.

La posibilidad de realizar la diversificación internacional y en diferentes clases de activos que integren el portafolio de las afores reduciría el impacto de posibles

escenarios a la baja y así podría elevar el rendimiento sobre capital y figurar como un sector competitivo (Bulgaria, 2007).

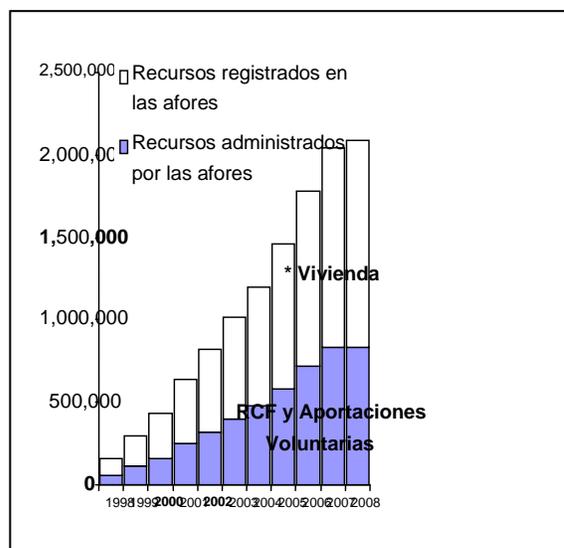
2.3 Análisis comparativo entre afore Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa.

La cifra al año 2008 de los ahorros de los trabajadores registrados en las afores corresponde a un valor de \$1,254,880.93 millones de pesos que representa el 13.96% del PIB (2008). Del total de este ahorro, las afores manejan a través de las siefores 66.82%, el cuál representa el 9.33% respecto al PIB.

Tabla 2.9 Recursos administrados por afores en México.

Año	Recursos administrados por las afores	Recursos registrados en las afores
1998	56, 693. 38	108, 112. 35
1999	108, 465. 90	189, 505. 56
2000	163, 619. 06	273, 913. 07
2001	247, 824. 00	395, 972. 16
2002	322, 534. 53	501, 342. 74
2003	402, 052. 52	612, 124. 15
2004	478, 549. 21	724, 886. 16
2005	587, 506. 42	872, 135. 67
2006	724, 265. 66	1, 050, 850. 71
2007	831, 437. 55	1, 206, 812. 35
2008	838, 609. 75	1, 254, 880. 93

Gráfica 2.11 Subcuenta de aportaciones voluntarias.



* Las afores solo registran las aportaciones de vivienda en las cuentas individuales de los trabajadores. Los recursos son administrados por el INFONAVIT.

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONSAR, a Diciembre de cada año, millones de pesos. Las Afores sólo registran las aportaciones de Vivienda en las cuentas individuales de los trabajadores. Los recursos son administrados por el INFONAVIT.

En la investigación se eligió cuatro afores para estudio, Banamex, Bancomer, Inbursa y Banorte Generali, que corresponde al 22% del mercado de las afores, que representan una muestra significativa.

Tabla 2.10 Rendimiento histórico de la siefore básica 2.

Año	Banamex	Bancomer	Banorte Generali	Inbursa
2000	9.13%	9.09%	9.57%	9.09%
2001	9.95%	9.84%	9.93%	9.43%
2002	9.06%	8.96%	9.22%	8.41%
2003	8.77%	8.57%	8.92%	7.81%
2004	7.76%	7.63%	7.83%	7.09%
2005	8.03%	7.52%	7.81%	7.09%
2006	8.25%	7.6%	7.8%	6.83%
2007	7.71%	7.03%	7.23%	6.55%
2008	5.73%	5.27%	5.76%	5.94%

Fuente: Elaboración con datos del Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro, rendimiento real, histórico, a diciembre de cada año, porcentajes anualizados.

En la tabla 2.10 se aprecia que los rendimientos de las afores de estudio han presentado una tendencia decreciente. Se observa que el entorno económico que ha afectado a la Bolsa Mexicana de Valores ha tenido repercusiones en el rendimiento de los diferentes fondos de pensiones, ocasionando minusvalías en el valor del fondo, en correspondencia de la participación de activos de renta variable.

Tabla 2.11 Comisiones sobre saldo.

Año	Banamex	Bancomer	Banorte Generali	Inbursa
1997	0	0	1.15%	0
1998	0	0	1.42%	0
1999	0	0	1%	0
2000	0	0	1%	0
2001	0	0	1%	0
2002	0	0	1%	0
2003	0	0	0.7%	0.5%
2004	0	0	0.6%	0.5%
2005	0	0	0.5%	0.5%
2006	1.48%	0.5%	0.4%	0.5%
2007	1.48%	0.5%	1.137%	0.5%
2008	1.84%	1.47%	1.71%	1.18%

Fuente: Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro, porcentaje anual.

A partir de 1996, cuando se efectúa la reforma a la ley del seguro social y se estableció el sistema de pensiones basado en cuentas individuales administradas por instituciones financieras especializadas denominadas administradoras de fondos para el retiro, las afores cobraban dos comisiones, la comisión sobre flujo y la comisión sobre saldo, con la modificación aprobada en el sistema de ahorro en abril del año 2008, se eliminó la comisión sobre flujo y solo se conservó la comisión sobre saldo. La comisión sobre saldo comenzó con un cobro nulo en algunas afores, a partir del año 2005 en adelante se empezó a elevar el porcentaje sobre saldo que las administradoras aplican sobre los recursos de los fondos de pensiones. En la tabla 2.12 se presentan las comisiones y rendimientos netos de cada afore con datos a diciembre del año 2008.

Tabla 2.12 Índice de rendimiento neto de las diferentes afores.

Índice de rendimiento neto			
Afores	Rendimiento	Comisión	*Rendimiento Neto
Argos	7.76 %	1.17 %	6.59 %
Inbursa	7.67 %	1.18 %	6.49%
XXI	7.39 %	1.45 %	5.94 %
HSBC	7.25 %	1.77 %	5.48 %
Afirme Bajo	7.04 %	1.70 %	5.34 %
ING	7.08 %	1.74 %	5.34 %
Scotia	7.10 %	1.98 %	5.12 %
Profuturo GNP	7.06 %	1.96 %	5.10 %
Banorte Generali	6.51 %	1.71 %	4.80 %
Principal	6.84 %	2.05 %	4.79 %
Azteca	6.67 %	1.96 %	4.71 %
Banamex	6.47 %	1.84 %	4.63 %
COPPAL	7.80 %	3.30 %	4.50 %
Bancomer	5.75 %	1.47 %	4.28 %
Metlife	6.26 %	2.26 %	4.00 %
Ixe	5.54 %	1.83 %	3.71 %
Invercap	5.81 %	2.48 %	3.33 %
Ahorra Ahora	3.90 %	3.00%	0.90 %
Promedio		1.94%	4.73%
* Rendimiento –comisión = rendimiento neto			

Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro.

Si se considera como referencia que el promedio de las comisiones es de 1.94%, y el rendimiento neto promedio es de 4.73%. Afore Banamex, Bancomer, Inbursa y Banorte Generali, cobran comisiones sobre el saldo por debajo del promedio.

Tabla 2.13 Comisión y rendimiento respecto al promedio.

Afore	Comisión cobrada por debajo del promedio	Rendimiento generado por arriba del promedio
Inbursa	-0.76%	1.76%
Banorte Generali	-0.23%	0.07%
Banamex	-0.10%	-0.10%
Bancomer	-0.47%	-0.45%

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONSAR.

De acuerdo al cuadro se determina que las afores que cuentan con el rendimiento neto mayor que el promedio y la comisión menor que el promedio han logrado un nivel promedio de eficiencia. Las afores que cuentan con ambas características son Inbursa, y Banorte Generali. Los resultados obtenidos están basados en las condiciones actuales que presenta cada afore, sin embargo el rendimiento depende de la conformación de la cartera de las siefores que maneja cada afore y del rendimiento de las mismas.

Tabla 2.14 Comparativo porcentual de los principales indicadores de las afores de estudio.

Afore	Afiliados	Cuentas	Recursos	Útilidades	Activo	Ahorro
Banamex	22.93%	15.84%	18.64%	51.68%	13.67%	18.31%
Bancomer	14.05%	15.84%	16.06%	31.76%	12.37%	41.78%
Banorte Generali	9.52%	8.29%	6.37%	8.10%	5.26%	2.08%
Inbursa	4.09%	8.27%	10.10%	11.40%	6.06%	6.52%

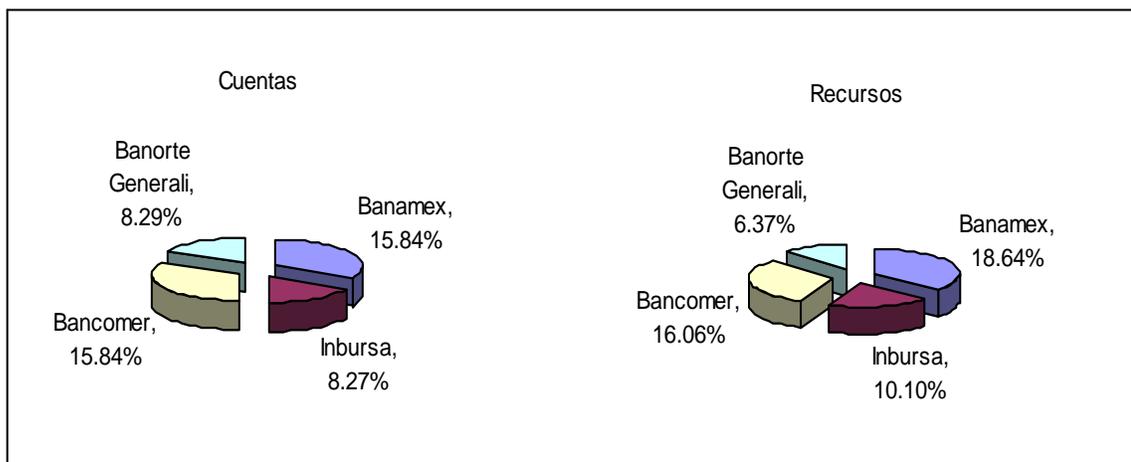
Fuente: Elaboración propia con datos de la CONSAR.

Los trabajadores que decidieron que la afore que debe administrar su cuenta individual en Banamex han sido 22.93% respecto al total del sector afore lo que equivale a 4,937,529 del total de trabajadores afiliados a las afores. En

comparación con la afore Bancomer, Banorte Generali, e Inbursa se observa que el porcentaje de afiliados es menor. Entre mas alto sea el porcentaje de afiliados indica que el nivel de confianza en la afore es mayor.

Del total de las cuentas administradas por el sector afore se encuentran concentradas entre afore Banamex y Bancomer lo que responde al 31.68%. Los recursos administrados por las cuatro afores equivalen al 51.17% del total de los recursos administrados por el sector afore.

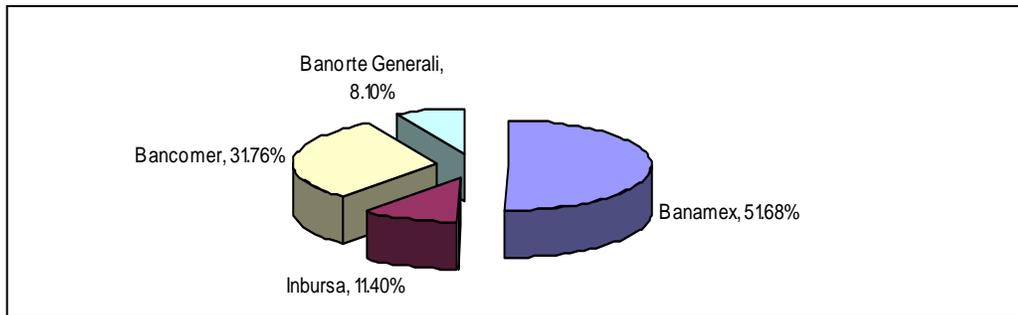
Gráfica 2.12 Comparativo de recursos administrados por afore Banamex, Bancomer, Banorte Generali, e Inbursa,



Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro.

Las utilidades del sector afore en octubre del año 2008 fueron de \$1,492,034.86 pesos de las cuáles el 51.68% fueron aportadas por Banamex. De las dieciocho afores que integran el sector afore actualmente, de acuerdo a la evolución histórica de las utilidades del sector, la afore Banamex y Bancomer son las afores que contribuyen en una mayor cuantía en las utilidades totales del sector.

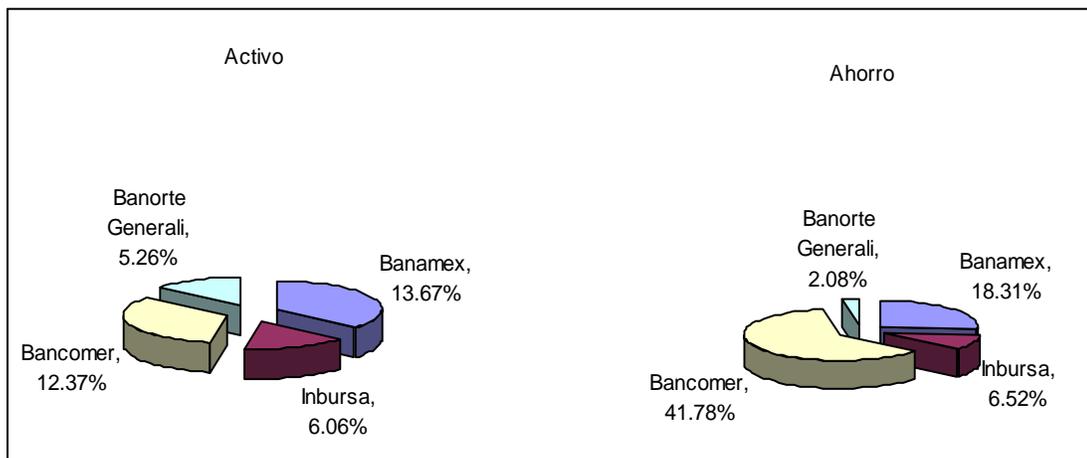
Gráfica 2.13 Utilidades obtenidas por afore Banamex, Bancomer, Banorte Generali, e Inbursa.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro.

Si se consideran los activos de cada afore, se observa que las afores que más concentración de activos tienen son afore Banamex y Bancomer, mientras que Banorte Generali van a la par. Por lo que se refiere al ahorro voluntario de los trabajadores la afore que tiene el nivel mas alto de ahorro respecto al total, es Bancomer.

Gráfica 2.14 Proporción de activos y ahorros por afore Banamex, Bancomer, Banorte Generali, e Inbursa.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro.

El análisis cuantitativo que se ha realizado respecto a las afores Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa, de acuerdo a las variables seleccionadas que se consideraron como indicadores de eficiencia de la administración de las

afores se concluye: las afores que han logrado mantener un crecimiento constante, productivo y con mayor aportación al sector son la de Banamex y la de Bancomer.

2.4 Normatividad y autoridades reguladoras de fondos para el retiro.

La Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (Consar) es el órgano regulador del sistema de pensiones. Su papel es autorizar y regular la operatividad de las afores y siefores, así como sancionar a quienes no cumplan con las disposiciones establecidas. Es un órgano desconcentrado de la SHCP.

Las funciones de la Consar son:

- Regular lo relativo a la operación, depósito, transmisión y administración de las cuotas.
- Establecer multas y sanciones en caso de infracciones.
- Dar a conocer a la opinión pública reportes sobre comisiones, número de afiliados, estado de situación financiera, estado de resultados, composición de cartera y rentabilidad de las sociedades de inversión, cuando menos en forma trimestral.
- Recibir y tramitar reclamaciones que formulen los trabajadores en contra de las instituciones de crédito o administradoras.
- Rendir informe al Congreso de la Unión sobre la situación que guardan los sistemas de ahorro.

Las afores se rigen por los términos de la ley del sistema de ahorro para el retiro (SAR). Para su constitución deben estar debidamente autorizadas por la SHCP, y supervisadas por la CONSAR.

Las afores deben contar con solvencia moral, capacidad técnica y experiencia suficiente para garantizar la adecuada administración de los recursos. Tienen las siguientes funciones:

- Abrir, administrar y operar cuentas individuales de los trabajadores.
- Recibir las cuotas y aportaciones de seguridad social.
- Individualizar las cuotas y aportaciones destinadas a las cuentas individuales, así como los rendimientos derivados de la inversión de las mismas.
- Registrar en la cuenta individual, los rendimientos que vaya generando el ahorro para el retiro del trabajador.
- Registrar en la cuenta individual las aportaciones para vivienda, que hace el patrón al INFONAVIT, que el propio Instituto administra, así como los rendimientos que generen.
- Administrar e invertir el ahorro para el retiro en la sifore que elija el trabajador, para obtener rendimientos.
- Enviar, por lo menos dos veces al año, al domicilio que indiquen los trabajadores, sus estados de cuenta y demás información sobre sus cuentas individuales y el estado de sus inversiones, destacando en ellos las aportaciones patronales, del Estado y del trabajador, y el número de días de cotización registrado durante cada bimestre que comprenda el periodo del estado de cuenta, así como las comisiones cobradas por la administradora y las sociedades de inversión que administre. Asimismo, se deberán establecer servicios de información y atención al público.
- Prestar servicios de administración a las sociedades de inversión.
- Prestar servicios de distribución y recompra de acciones representativas del capital de las sociedades de inversión (sifore) que administren.
- Operar y pagar los retiros programados bajo las modalidades que CONSAR autorice.
- Pagar los retiros parciales con cargo a las cuentas individuales de los trabajadores en los términos de las leyes de seguridad social.
- Entregar los recursos a las instituciones de seguros que el trabajador o sus

beneficiarios hayan elegido, para la contratación de rentas vitalicias o del seguro de sobrevivencia.

- Funcionar como entidades financieras autorizadas, en términos de lo dispuesto por la ley del instituto de seguridad y servicios sociales de los trabajadores del Estado u otros ordenamientos.

De acuerdo a la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro al año 2008, en México, se encuentran registradas dieciocho afores que cumplen con los requisitos establecidos en el SAR, dentro de las que se encuentran: Invercap, Inbursa, Ing, Banamex, XXI, Argos, Profuturo GNP, Afirme bajío, HSBC, Principal, Scotia, Coppel, Bancomer, Ixe, Metlife, Azteca, Banorte Generali, Ahorra, en el año de 2009 se incorporó la afore PensionISSSTE, con la modificación de la ley para el retiro de esta institución.

Concisamente se ha mostrado un panorama de la condición actual del sistema de administración de pensiones implementado en México, se concluye con la capitalización individual y la administración privada a cargo de las afores, se regula la administración de los fondos para el retiro y esto contribuye una alternativa de invertir los recursos de los trabajadores en el mercado de capital con lo que se busca que el sistema de pensiones pueda ser sostenible en el tiempo con su rendimiento independientemente de las tendencias demográficas.

Las afores deben concentrar su atención en la calidad y el rendimiento de las inversiones, particularmente en la forma en que estos logran equilibrar la relación riesgo y rentabilidad. Los afiliados, pueden evaluar su participación en el sistema de pensiones como si se tratara de una inversión individual.

De acuerdo al análisis descriptivo se observó que los recursos acumulados en las cuentas individuales de los trabajadores, bajo la administración de las afores, han presentado una rentabilidad con tendencia a la baja, lo mismo que el rendimiento sobre activos (ROA) y el rendimiento sobre capital (ROE). Es necesario que las afores apliquen mayor pericia en la inversión, amplíen el rango de instrumentos

financieros de inversión. Así como diversifiquen en mayor medida su participación en los mercados internacionales y en diferentes clases de activos, para reducir el impacto de escenarios de baja al reducir el riesgo de inversión y así poder elevar el rendimiento sobre capital y figurar como un sector competitivo.

El Estado es responsable de generar un ambiente macro y micro económico que estimule un mayor crecimiento y con ello una mayor oportunidad de obtener rendimiento superior a la tasa de interés de equilibrio; se debe profundizar en los mercados de capitales para ampliar la eficiencia en la intermediación e inversión de fondos, mejorar el sistema de supervisión, estimular la competencia entre las afores para disminuir los costos de administración y las comisiones que pagan los trabajadores.

Capítulo 3. Sociedad de inversión especializada en fondos para el retiro el caso de la: siefore básica 2.

Las siefores son un instrumento mediante el cuál la afore invierte los recursos de la cuenta individual del trabajador para obtener mayores rendimientos. Son administradas y operadas por las afores, tienen por objeto invertir los recursos provenientes de las cuentas individuales que reciban en los términos de las leyes de seguridad social y de la ley de los sistemas de ahorro para el retiro³.

El principal propósito de las siefore es obtener el mejor rendimiento en el proceso de inversión para incrementar al máximo la pensión de los trabajadores inscritos y procurar la mayor seguridad y rentabilidad de los recursos en una cartera de valores que disminuya el riesgo de pérdida del valor económico de los recursos.

La cifra al año 2008 de los ahorros de los trabajadores registrados en las afores corresponde a un valor de \$1,254,880.93 millones de pesos que representa el 13.96% del PIB (2008). Del total de este ahorro las afores invierten a través de las siefores 66.82%, que representa el 9.33% respecto al PIB.

Para tal efecto, las inversiones se canalizan preponderantemente a través de su colocación en valores para fomentar: la actividad productiva nacional, mayor generación de empleo, la construcción de vivienda, el desarrolló de infraestructura estratégica del país y al desarrolló regional.

³ CONSAR, *Ley de los sistemas de ahorro para el retiro*. Art. 39

3.1 Características de las sociedades de inversión especializadas en fondos para el retiro.

Las afores podrán operar varias siefores, mismas que tendrán una distinta composición de su cartera, atendiendo a los diversos grados de riesgo, rendimiento, plazos, orígenes y destinos de los recursos invertidos en ellas⁴.

En abril del año 2008 se aprobó una nueva modificación en el régimen de inversión estableciendo cinco siefores básicas. La diferencia entre una siefore y otra es la relación de riesgo –rendimiento que maneja cada fondo de inversión, por ejemplo la básica 1, es la que tiene menor riesgo, comprende la inversión en instrumentos de deuda nacional e internacional, mientras que de la básica 2 en adelante incrementa el riesgo de una a otra.

Tabla 3.1 Rango de edad de los trabajadores para el nuevo régimen de inversión en las siefores.

Siefore	Características
Siefore básica 1	56 años y más
Siefore básica 2	entre 46 y 55 años
Siefore básica 3	entre 37 y 45 años
Siefore básica 4	entre 27 y 36 años
Siefore básica 5	entre 26 y menores

Fuente: Elaboración con datos del Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro.

El ahorro del trabajador debe depositarse en la siefore que le corresponda de acuerdo a su edad. El objetivo de esta clasificación es alcanzar mayores rendimientos y una alta seguridad para los recursos de los trabajadores.

El régimen de inversión que cada siefore debe aplicar se basa en los lineamientos y restricciones que establece la ley de los sistemas de ahorro para el retiro, en la cuál se definen los instrumentos financieros y los límites máximos y mínimos en los que las siefores pueden invertir, para otorgar mayor seguridad y rentabilidad a

⁴ Ibidem, Art. 47

los recursos de los trabajadores. De acuerdo al artículo 43 de la ley del sistema de ahorro para el retiro, los valores en los cuáles se puede invertir los recursos de la cuenta individual, son:

- a) Instrumentos emitidos por el gobierno federal.
- b) Instrumentos de renta variable.
- c) Instrumentos de renta fija.
- d) Instrumentos de deuda emitidos por empresas privadas.
- e) .Títulos de deuda emitidos, aceptados o avalados por instituciones de banca múltiple o banca de desarrolló.
- f) Títulos cuyas características específicas conservan el poder adquisitivo conforme al Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).

La estructura del portafolio de inversión establecida es la siguiente:

Tabla 3.2 Estructura del portafolio de inversión de las siefores.

Siefore	Renta fija	Renta variable	Valores extranjeros	Fibras⁵	Inst. estructurados
Básica 1	80%	0%	20%	0%	0%
Básica 2	59%	15%	20%	5%	1%
Básica 3	50%	20%	20%	5%	5%
Básica 4	37.5%	25%	20%	10%	7.5%
Básica 5	30%	30%	20%	10%	10%

Fuente: Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, circulares 15-20.

3.2 Análisis de la composición de la siefore básica 2.

El primer régimen de inversión del sistema de ahorro para el retiro establecido que opero durante el periodo 1997-2004 estaba concentrado en un solo fondo de inversión denominado siefore básica. Este fondo de inversión no tenía una diversificación de inversiones que permitiera optimizar el rendimiento y disminuir el riesgo de la cartera de inversión, la estructura de inversión de la siefore básica estaba compuesta por activos de renta fija y depósitos bancarios.

⁵ Ver glosario.

Tabla 3.3 Régimen de inversión antes de la modificación del año 2004 al sistema de ahorro para el retiro.

Año	Instrumentos de tasa real total	Instrumentos de tasa nominal total
1999	2,635,723.11	495,503.57
2000	2,716,234.16	195,822.59
2001	4,633,245.89	2,255,652.83
2002	7,084,907.50	1,947,865.08
2003	11,119,838.17	952,720.21
2004	9,785,726.33	739,812.10

Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, cifras en miles de pesos.

El objetivo principal de la siefore básica era servir como mecanismo de inversión a las afores, todavía no había una estructura financiera dentro de las afores que permitiera una mayor diversificación de las inversiones.

Al realizarse la modificación al sistema de pensiones en el año 2004, se establecieron dos fondos de inversión, la siefore básica 1 y la siefore básica 2. Los recursos del fondo de inversión que ya existían se incorporaron a la cartera de inversión de la siefore básica 2, y en la siefore básica 1 se fueron traspasando los recursos de los trabajadores que estaban próximos al retiro.

El fondo de inversión siefore básica 1, concentró su portafolio de inversión en activos de renta fija, mientras que a la cartera de inversión de la siefore básica 2 mantuvo una composición de portafolio de inversión más diversificada, se integraron activos en valores extranjeros, instrumentos derivados y notas estructuradas.

A partir del año 2005 hasta el año 2007 la siefore básica 2 mantuvo un crecimiento sostenido en su nivel de activos incrementando su capital de inversión en un 41.98%, en diciembre del año 2007 registro utilidades por \$52,375,731.69 pesos.

Tabla 3.4 Fondo de inversión siefore básica 2.

Año	Valores extranjeros	Instrumentos derivados	Depósito Banxico	Notas⁶
2005	50,864.14	4,999.77	20.97475	2,225,488. 19
2006	1,174,257.90	10,964.47	29.25978	11,633,447. 79
2007	103,623.08	9,211.10	7,615.50	8,789,236. 37

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONSAR, cifras en miles de pesos.

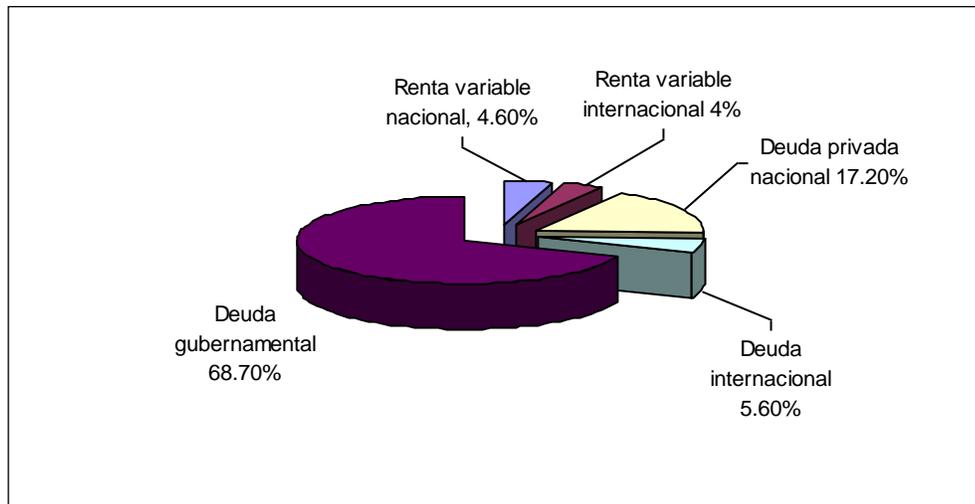
En abril del año 2008 se modificaría el régimen de inversión y se agregaron tres nuevas siefores. El límite de inversión para la siefore básica 2 se modifico estableciendo el 59% en renta fija, 15% renta variable, 20% valores extranjeros, 5% fibras 1% en instrumentos estructurados.

La composición de las inversiones de la siefore básica 2 se divide en renta variable nacional, renta variable internacional, deuda privada internacional, deuda privada nacional y deuda gubernamental. Los instrumentos de renta variable internacional se concentran en tres continentes: América, Asia y Europa.

En cuanto a los instrumentos de deuda privada nacional se concentran en el sector de alimentos, automotriz, banca de desarrolló, bancario, bebidas, cemento, centros comerciales, consumo, deuda a corto plazo, Estados, europesos, grupos industriales, hoteles, infraestructura, papel, paraestatal, servicios financieros, siderurgica, Sofoles especializadas, Telecom, transporte y vivienda. Del total de los recursos que se invirtió de las siefores, la siefore básica 2 mantiene el 22.66% de capital invertido.

⁶ Estas Notas protegen el capital original al vencimiento ofreciendo la posibilidad de alcanzar mayores rendimientos ligados a los índices accionarios más reconocidos del mundo, lo que implica la posibilidad de invertir en las empresas más grandes e importantes del país y del exterior, cumpliendo con los límites de calificación y concentración establecidos en el Régimen de Inversión

Gráfica 3.1 Composición de la inversión de la siefore básica 2.



Fuente: Elaboración propia con datos de la CONSAR, cifras porcentuales al cierre de Octubre del 2008

Los rendimientos de la siefore básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa para el periodo de estudio se presenta en la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Rendimientos de la siefore básica 2.

Año	Banamex	Bancomer	Banorte Generali	Inbursa
2001	22.60%	22.46%	22.76%	22.38%
2002	20.58%	20.51%	20.80%	19.95%
2003	19.15%	19.06%	19.44%	18.23%
2004	17.17%	17.18%	17.42%	16.65%
2005	16.55%	16.09%	16.38%	15.67%
2006	16.12%	15.43%	15.70%	14.96%
2007	15.75%	14.94%	15.28%	14.28%
2008	13.47%	13.03%	13.48%	13.48%

Fuente: Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro

Al analizar la política de inversión de cada afore se observó que fundamentalmente los objetivos primordiales de cada afore dentro de su política de inversión son los siguientes:

- a) El objetivo principal de siefore básica 2, es otorgar la mayor seguridad y rentabilidad a los recursos de los trabajadores, a través de una adecuada diversificación de las inversiones disminuyendo el riesgo de concentración, en un horizonte de largo plazo.
- b) Establecer un esquema de diversificación que permite optimizar el nivel riesgo/rendimiento del portafolio.
- c) Evaluar el riesgo liquidez, para Banamex, determinar los requerimientos de liquidez que consiste en “determina un plan de acción consistente en establecer un porcentaje mínimo de la cartera que esté invertido en valores de alta liquidez, considerándose para tal efecto que el 0.5 del total del activo neto debe estar invertido en instrumentos gubernamentales cuyo plazo de vencimiento sea menor a 92 días. Actualmente, este porcentaje es suficiente para cubrir las necesidades que puedan presentarse. Sin embargo, en el caso de percibirse situaciones críticas, como sería el caso de un incremento masivo en los traspasos de cuentas individuales y/o retiros de recursos, corresponde al director general y al director de inversiones delinear la estrategia a seguir, informando lo más pronto posible a los comités de inversión y riesgos financieros, para su revisión⁷.”
- d) Evaluar el riesgo mercado, para lo cuál se utiliza el método de valor en riesgo, la comisión del sistema de ahorro para el retiro establece un valor en riesgo regulatorio de 1% sobre el total del activo neto.
- e) Evaluar el riesgo de crédito, que es la pérdida potencial por la falta total o parcial de pago por parte del emisor de los valores; también se puede producir por el incumplimiento del régimen de inversión derivado de la disminución de la calificación de algún título dentro de la cartera.

⁷ Afore Banamex, Prospecto de información siefore Banamex básica 2, S. A de C. V, Julio 22 del 2008

- f) Evaluar el riesgo de procesos operativos, el cuál representa la pérdida potencial por el incumplimiento de políticas y procedimientos necesarios en la gestión de la administración de las cuentas individuales de los trabajadores y la inversión de sus recursos mediante el apego a normas internas y externas por parte de la administradora.
- g) Evaluar el riesgo legal, el cuál representa la pérdida potencial por el posible incumplimiento de las disposiciones legales aplicables, la emisión de resoluciones administrativas y judiciales desfavorables y la aplicación de sanciones, en relación con las operaciones llevadas a cabo por la administradora.
- h) Evaluar el riesgo tecnológico, el cuál representa la pérdida potencial por daños, interrupción, alteración o fallas derivadas en los sistemas físicos e informáticos, aplicaciones de cómputo, redes y cualquier otro canal de distribución necesario para la ejecución de procesos operativos por parte de la administradora.
- i) Evaluar el riesgo operativo de siefore, el cuál representa la pérdida potencial por fallas o deficiencias en los sistemas de información, en los controles internos o por errores en el proceso de las operaciones de las sociedades de inversión.

3.3 Coeficiente de riesgo beta de la siefore básica 2.

El riesgo de un activo financiero se divide en riesgo diversificable y riesgo no diversificable o de mercado. El primero hace referencia a aquel riesgo que es propio de la empresa, mientras que el segundo depende de la situación económica globalizada, puede ser eliminado o disminuido mediante una diversificación en los activos.

Tomando como referencia el riesgo no diversificable, la beta, nos permite medir la sensibilidad del activo ante movimientos del mercado. Así entonces nos indica

cuanto varia el rendimiento de dicho activo en función de las variaciones producidas en el rendimiento del mercado en aquel en que se negocia. De tal manera que al ser la beta del propio mercado igual a la unidad, todos los activos negociados en él tendrán betas superiores, inferiores, o iguales a la unidad. A aquéllos cuyas betas superen la unidad se les denomina activos agresivos y son los que más rápido ascienden ante una alza del mercado pero, por el contrario, son los que más rápido caen cuando el mercado se desploma; es decir, son los que más riesgo sistemático tienen. Por otro lado, los activos cuyas betas son inferiores a la unidad son los que varían menos que el mercado en su conjunto, cuando éste sube o baja, y, por tanto, disponen de un riesgo sistemático menor.

La fórmula para calcular beta es la siguiente:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_m, R_a)}{\sigma^2(R_m)} \quad (3.1)$$

Para el cálculo de la beta de la sifore básica 2, se toma como referencia la afore Banamex, Banacomer, Banorte Generali e Inbursa, cuya clave de cotización en la Bolsa Mexicana de Valores es Sbbmx2, Consol2, Solvan2, Inbursi correspondientemente, el periodo de referencia es del 31 de diciembre del año 2007 al 31 de diciembre del año 2008, considerando el precio de cierre. Los datos históricos de las acciones de las sifores son obtenidos de economática de donde se tomaran los datos diarios.

Para obtener el rendimiento de cada activo utilizamos la expresión (1.1) mencionada en el capítulo I:

$$R = \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \right) \quad (3.2)$$

Por ejemplo, para obtener el rendimiento para el día 2 de enero del año 2008 para el fondo Sbbmx2 lo obtenemos de la siguiente forma:

$$R_i = \left(\frac{4.865093}{4.884529} \right) - 1 = -0.00397909$$

Tabla 3.6 Rendimientos de la siefore básica 2 para las afores seleccionadas.

No. obser.	Fecha	Banamex Sbbmx2	Bancomer Consol2	Banorte Generali Solban2	Inbursa Inbursi	IPyC
1	02/01/2008	-0.0039	-0.0044	-0.0023	-0.0004	-0.02836
2	03/01/2008	-0.0024	-0.0048	-0.0031	-0.0014	0.00563
3	04/01/2008	0.0009	0.0007	0.0010	0.0002	-0.01880
4	07/01/2008	-0.0040	-0.0030	-0.0044	-0.0001	-0.00583
5	08/01/2008	6.72E-05	-7.35E-05	0.0014	-0.0002	0.00409
6	09/01/2008	0.0011	0.0002	0.0008	-0.0004	0.00473
7	10/01/2008	-0.0019	-0.0001	-0.0003	0.0011	0.02351
8	11/01/2008	0.0038	0.0027	0.0046	0.0013	-0.01189
247	23/12/2008	-0.0043	-0.0036	-0.0025	4.81E-05	0.00521
248	24/12/2008	-0.0042	-0.0037	-0.0025	0.0003	0.00750
249	26/12/2008	-8.01E-05	0.0009	0.0007	0.0010	0.00781
250	29/12/2008	6.63E-05	0.0007	0.0010	0.0010	-0.00546
251	30/12/2008	-0.00194	-0.0019	0.0002	0.0003	0.00123
252	31/12/2008	0.0086	0.0034	0.0035	0.0022	-0.00177
Rendimiento promedio		-7.36E-05	-3.74E-05	3.23E-05	0.000199	-0.00083

Fuente: Elaboración propia con datos de Económica.

El rendimiento promedio de los activos se obtiene en base anual multiplicando por el número de observaciones del periodo en este caso es de 252. El índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores, es el índice representativo del mercado.

Al obtener los rendimientos de los activos, se calcula la covarianza para cada activo que está representada por la siguiente expresión:

$$\text{Covar} = \sum_{j=1}^n (R_j - \mu R) (R_{mj} - \mu R_m) \quad (3.3)$$

Dónde:

R_j : Rendimiento del activo.

μR : Rendimiento promedio del activo.

R_{mj} : Rendimiento de mercado.

μR_m : Rendimiento promedio de mercado.

Tabla 3.7 Covarianza de los fondos seleccionados.

No. obser.	Fecha	Sbbmx2	Consol2	Solban2	Inbursi
1	02/01/2008	0.0026672	0.0009175	-1.91E-03	-9.31E-03
2	03/01/2008	2.94E-03	8.41E-04	-2.06E-03	-9.49E-03
3	04/01/2008	3.57E-03	1.86E-03	-1.29E-03	-9.18E-03
4	07/01/2008	2.65E-03	1.18E-03	-2.31E-03	-9.27E-03
5	08/01/2008	3.41E-03	1.71E-03	-1.23E-03	-9.28E-03
6	09/01/2008	3.61E-03	1.77E-03	-1.33E-03	-9.31E-03
7	10/01/2008	3.03E-03	1.71E-03	-1.55E-03	-9.02E-03
8	11/01/2008	4.09E-03	2.22E-03	-6.31E-04	-8.99E-03
247	23/12/2008	2.60E-03	1.05E-03	-1.95E-03	-9.22E-03
248	24/12/2008	2.61E-03	1.04E-03	-1.96E-03	-9.17E-03
249	26/12/2008	3.38E-03	1.89E-03	-1.36E-03	-9.03E-03
250	29/12/2008	3.41E-03	1.87E-03	-1.29E-03	-9.03E-03
251	30/12/2008	3.04E-03	1.37E-03	-1.45E-03	-9.16E-03
252	31/12/2008	4.98E-03	2.37E-03	-8.34E-04	-8.81E-03
	Covarianza	0.852417462	0.433480555	-0.373957665	-2.316821482

Fuente: Elaboración propia con datos de Economática.

La varianza del índice de precios y cotizaciones está dada por:

$$\sigma^2(R_m) = \sum_{j=1}^n (R_{mj} - \mu R_m)^2 = 11.3176278$$

Al aplicar la fórmula (3.1) obtenemos los siguientes resultados:

	SBBMX2	CONSOL2	SOLBAN2	INBURSI
Beta	0.07531768	0.03830136	-0.03304205	-0.20470911

Se observa que la siefore Sbbmx2 y Consol2 tienen una beta positiva, lo cual nos indica que sus rendimientos tienen un comportamiento en el mismo sentido que el mercado. Por ejemplo, si tomamos la beta Sbbmx2, su rentabilidad se incrementará o perderá 0.07531768 veces en comparación con la del mercado. Por lo que se refiere a la siefore Solban2 e Inbursi tienen una beta negativa, lo cual nos indica que tienen un comportamiento en sentido contrario al comportamiento del mercado, es decir que si el mercado tiene una disminución en

sus rendimientos, la siefore Solban2 e Inbursi presentarán un incremento positivo en sus rendimientos.

Las betas obtenidas de cada uno de los fondos de inversión son menores que la unidad, varían menos que en el mercado en conjunto, cuando este sube o baja, y por tanto disponen de un riesgo sistemático menor. Por ello, cuando el mercado esté a la baja es recomendable mantener activos que mantengan una beta menor a la unidad, porque mantienen un menor riesgo que el mercado y por lo tanto bajarán menos que este.

Con lo expuesto, se afirma que los trabajadores que se encuentren en el rango de 46 y 55 años, que le corresponde la siefore básica 2, pueden considerar la afore Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa, como afore de su elección, asumiendo su nivel de aversión al riesgo.

Capítulo 4. Estimación del valor en riesgo.

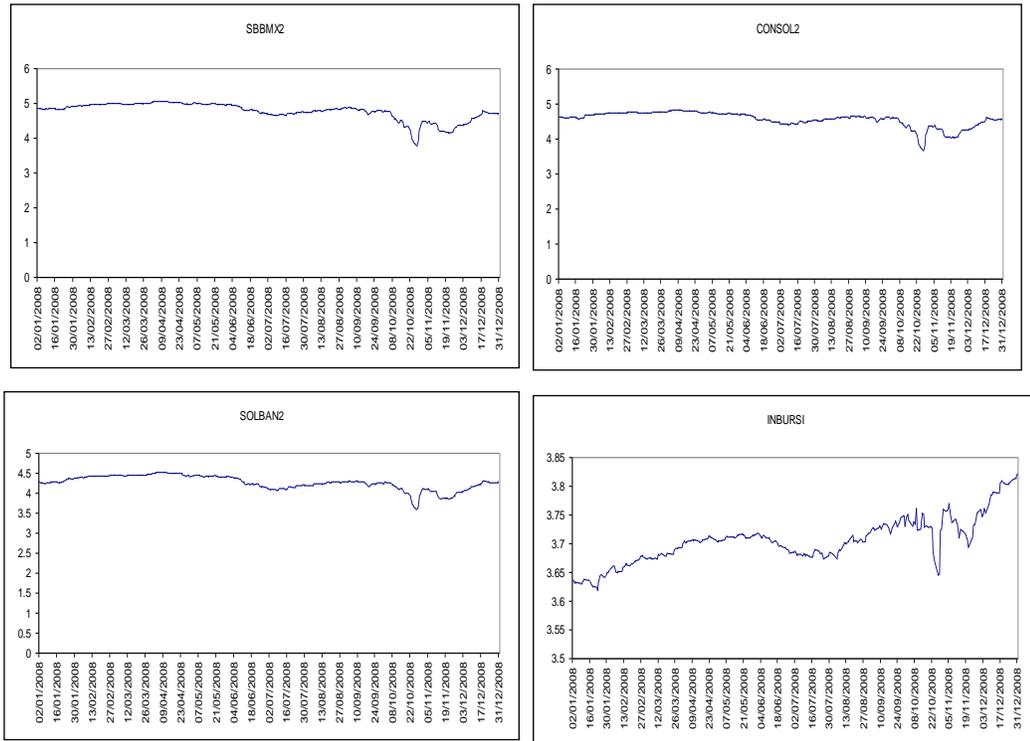
En este capítulo se comprueba en forma empírica la hipótesis que guía la presente investigación, se analiza la utilización de la metodología de valor en riesgo para confirmar que permite evaluar con facilidad las condiciones de riesgo y rendimiento que han presentado los fondos de inversión de las afores Banamex, Bancomer, Inbursa y Banorte Generali y el estudio se extiende para evaluar los fondos seleccionados.

La estimación del valor en riesgo se realiza, mediante el método de varianza – covarianza y el de simulación Monte Carlo, se hace la comparación entre ambos métodos y se analiza cuál es el que permite tener una percepción del riesgo de mercado más clara para el inversionista, la idea es de que el trabajador pueda tomar la mejor decisión de inversión.

4.1 Análisis de los rendimientos de la sifore básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa.

Se presenta el análisis de la sifore básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa, se seleccionó el periodo comprendido entre 31 de diciembre del año 2007 y 31 de diciembre del año 2008, en donde se encuentran las mayores variaciones en los rendimientos como consecuencia de las condiciones de turbulencia económica que se presentaron a nivel mundial durante todo el año 2008 y repercutiendo en el sistema financiero mexicano reflejándose en los fondos de inversión que presentaron una minusvalía. Se utiliza una muestra de 252 observaciones de los precios diarios de los fondos para determinar los parámetros de cálculo.

Gráfica 4.1 Tendencia de las series de precios de la siefore básica 2.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Economía.

El rendimiento de un portafolio de inversión se obtiene por la suma ponderada de los rendimientos individuales de los activos que componen el portafolio, esto es, se calcula al multiplicar el peso de cada activo que integra el portafolio por su rendimiento individual anualizado de la forma:

$$R_p = \omega_i R_i + \omega_j R_j + \omega_n R_n \quad (4.1)$$

Considerando el coeficiente beta calculado para cada uno de los fondos en el capítulo tres, las betas obtenidas de cada uno de los fondos es menor a la unidad se deduce de estos parámetros que no son activos agresivos porque tienen menos riesgo que el mercado. Entonces la ponderación o peso que se asigna a cada activo es un peso uniforme de 25% para cada uno de los fondos.

Tabla 4.1 Rendimiento del portafolio.

No. observ.	Fecha	Sbbmx2	Consol2	Solban2	Inbursi	Rendimiento del portafolio
1	02/01/2008	-0.0039	-0.0044	-0.0023	-0.0004	-0.0027
2	03/01/2008	-0.0024	-0.0048	-0.0031	-0.0014	-0.0029
3	04/01/2008	0.0009	0.0007	0.0010	0.0002	0.0007
4	07/01/2008	-0.0040	-0.0030	-0.0044	-0.0001	-0.0029
5	08/01/2008	0.0001	-0.0001	0.0014	-0.0002	0.0002
6	09/01/2008	0.00114	0.0002	0.0008	-0.0004	0.0004
7	10/01/2008	-0.001971	-0.0001	-0.0003	0.0011	-0.0003
8	11/01/2008	0.00380	0.0027	0.0046	0.0013	0.0031
247	23/12/2008	-0.0043	-0.0036	-0.0025	0.00004	-0.0026
248	24/12/2008	-0.0042	-0.0037	-0.0025	0.00034	-0.0025
249	26/12/2008	-8.0113	0.0009	0.0007	0.00107	0.0006
250	29/12/2008	0.0001	0.0007	0.0010	0.00107	0.0007
251	30/12/2008	-0.0019	-0.0019	0.0002	0.00036	-0.0008
252	31/12/2008	0.0086	0.0034	0.0035	0.00226	0.0044

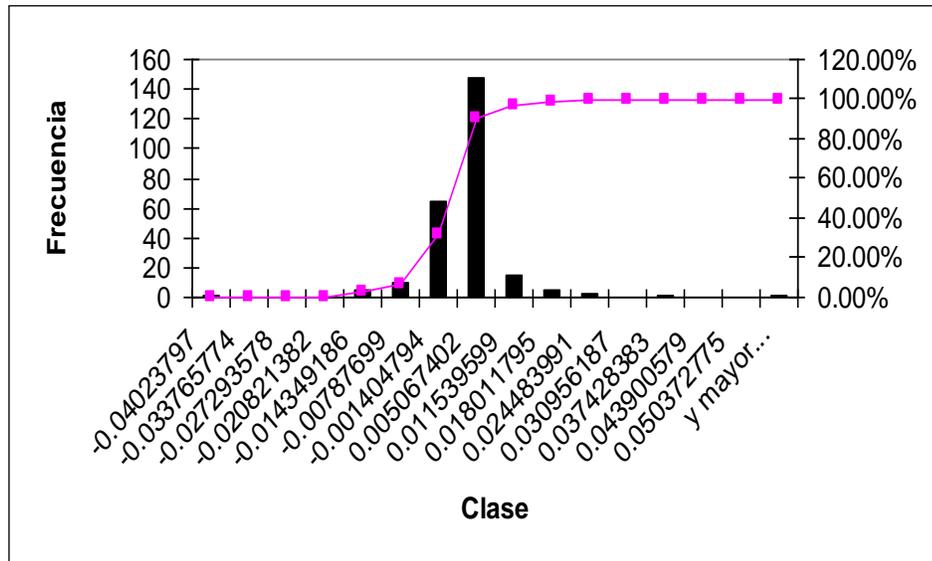
Fuente: Elaboración propia con datos de Económica.

Tabla 4.2 Distribución de frecuencias de los rendimientos del portafolio.

Clase	Frecuencia	% Acumulado
-0.04023797	1	0.40%
-0.03376577	0	0.40%
-0.02729358	0	0.40%
-0.02082138	0	0.40%
-0.01434919	5	2.38%
-0.00787699	10	6.35%
-0.00140479	64	31.75%
0.0050674	148	90.48%
0.0115396	15	96.43%
0.01801179	5	98.41%
0.02448399	2	99.21%
0.03095619	0	99.21%
0.03742838	1	99.60%
0.04390058	0	99.60%
0.05037277	0	99.60%
y mayor. . .	1	100.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de Económica.

Gráfica 4.2 Histograma de los rendimientos del portafolio de inversión de la sifore básica 2, conformado por Sbbmx2, Sonsol2, Solban2 e Inbursi.



Si se asume que la función de distribución del rendimiento esperado de un activo corresponde a una distribución normal (curva de Gauss), entonces se puede afirmar con un 95% de confianza, que el rendimiento futuro del activo se encuentra en el intervalo:

$$E[R_a] - 2 \cdot \sigma_a \leq R_{at+1} \leq E[R_a] + 2 \cdot \sigma_a \quad (4.2)$$

4.2 Estimación del VaR de la sifore básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa mediante el método varianza-covarianza.

La estimación del VaR por el método de varianza-covarianza para un portafolio de inversión, integrado por cuatro activos que en este caso corresponde a la sifore básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa se obtiene mediante la ecuación 4.3:

$$\text{VaR} = W_0 \alpha \sigma_p \sqrt{\Delta t} \quad (4.3)$$

Donde:

Δt = Horizonte de tiempo en que se desea ajustar el VaR.

W_0 = La inversión inicial.

σ_p = Volatilidad del portafolio.

α = Factor que define el valor de confianza.

El primer paso para calcular el VaR es determinar la desviación estándar del portafolio:

$$\sigma_p = \sqrt{\mathbf{p}^T \mathbf{\Sigma} \mathbf{p}}$$

Donde :

\mathbf{p} = Vector de pesos de proporciones de los activos del portafolio de inversión (n x 1).

$\mathbf{\Sigma}$ = Matriz de varianza-covarianza que incluye las correlaciones entre los valores del portafolio de inversión (n x n).

Matriz varianza-covarianza

	Banamex	Bancomer	Banorte	Inbursa
Banamex	0.02428063	0.02357599	0.01828152	0.00391596
Bancomer	0.02357599	0.0242115	0.01871098	0.00443711
Banorte	0.01828152	0.01871098	0.01496155	0.00324665
Inbursa	0.00391596	0.00443711	0.00324665	0.00155035

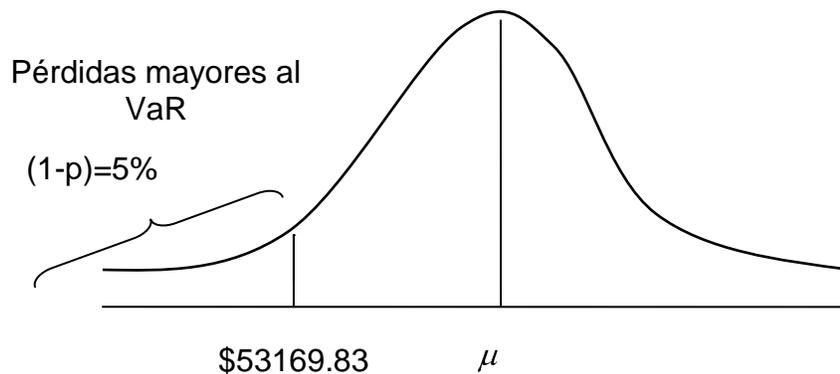
$$\sigma_p = \sqrt{\begin{pmatrix} 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.02428063 & 0.02357599 & 0.01828152 & 0.00391596 \\ 0.02357599 & 0.0242115 & 0.01871098 & 0.00443711 \\ 0.01828152 & 0.01871098 & 0.01496155 & 0.00324665 \\ 0.00391596 & 0.00443711 & 0.00324665 & 0.00155035 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.25 \\ 0.25 \\ 0.25 \\ 0.25 \end{pmatrix}}$$

$$= 0.11438434$$

Para calcular el VaR del portafolio seleccionado se asume una inversión inicial de \$1000000 de pesos y el análisis se realiza con un nivel de confianza del 95% está corresponde a 1.65 veces desviaciones estándar. Mientras el horizonte de tiempo para el cual se calcula el VaR es 20 días, para el caso de análisis se encuentra que el VaR corresponde al valor de \$53169.83 pesos.

$$\begin{aligned} VaR &= \$1,000,000 \times 1.65 \times 0.11438434 \times \sqrt{20/252} \\ &= \$53169.83 \end{aligned} \tag{4.4}$$

Figura 4.1 Interpretación gráfica del VaR.



Si el VaR es de \$53169.83 quiere decir que en el 95% de los casos pase lo que pase en el mercado no debería perderse más de \$53169.83, en el restante 5% de los casos nuestra pérdida podría ser mayor.

4.3 Estimación del VaR de la siefore básica 2 de Banamex, Bancomer, Banorte Generali e Inbursa, mediante el método simulación Monte Carlo.

Las variables que se van a utilizar para implementar el método de simulación Monte Carlo, son los precios históricos de la siefore básica 2 correspondiente a cada afore de estudio, para el periodo comprendido entre el 2 de enero y el 31 de

diciembre del año 2008. Se asume que la distribución de los cambios presentados en los precios corresponde a una distribución normal.

Tabla 4.3 Precios históricos de la siefore básica 2 correspondiente a cada afore.

No. observ.	Fecha	Sbbmx2	Consol2	Solban2	Inbursi
1	02/01/2008	4.865	4.642	4.275	3.636
2	03/01/2008	4.852	4.620	4.262	3.631
3	04/01/2008	4.857	4.623	4.267	3.632
4	07/01/2008	4.837	4.609	4.248	3.631
5	08/01/2008	4.838	4.609	4.254	3.630
6	09/01/2008	4.843	4.610	4.257	3.629
7	10/01/2008	4.834	4.609	4.256	3.633
8	11/01/2008	4.852	4.622	4.276	3.638
247	23/12/2008	4.726	4.566	4.275	3.803
248	24/12/2008	4.705	4.549	4.264	3.805
249	26/12/2008	4.705	4.553	4.267	3.809
250	29/12/2008	4.705	4.557	4.272	3.813
251	30/12/2008	4.696	4.548	4.273	3.814
252	31/12/2008	4.737	4.564	4.288	3.823

Fuente: Elaboración propia con datos de economática.

Tabla 4.4 Rendimiento y desviación estándar de la siefore básica 2.

	Sbbmx2	Consol2	Solban2	Inbursi
$\mu_{anualizada}$	-1.85E-02	-9.43E-03	8.13E-03	0.0503965
$\sigma_{anualizada}$	0.15613254	0.15591009	0.12256083	0.0394528

Fuente: Elaboración propia con datos de economática.

El primer paso para obtener el VaR es simular los diferentes escenarios o realizaciones hipotéticas en los precios de la siefore básica 2 con la aplicación del siguiente proceso generador estocástico:

$$S_{t+1} = S_t + S_t \left(\mu \Delta t + \Psi_t \sigma \sqrt{\Delta t} \right) \quad (4.5)$$

Donde:

S_t = Es último precio observado del cual se parte para hacer la simulación de los precios hipotéticos .

Δt = Es calculado como uno entre el número de observaciones históricas.

Ψ_t = Es una variable aleatoria independiente con distribución $N(0,1)$ generada en cada iteración de los diferentes escenarios.

μ = Es el rendimiento esperado de los cambios porcentuales de las observaciones históricas de los precios de la siefore básica 2.

σ = Es la desviación estándar de los cambios porcentuales de los precios observados.

La primer caminata aleatoria para la siefore básica 2 de la afore Banamex empieza con el siguiente cálculo:

$$S_{t+1} = 4.737 + 4.737 \left((-1.85E - 02 * 1/252) + (distr.normes \tan d.inv(Aleatorio())) * 0.15613254 * \sqrt{1/252} \right)$$

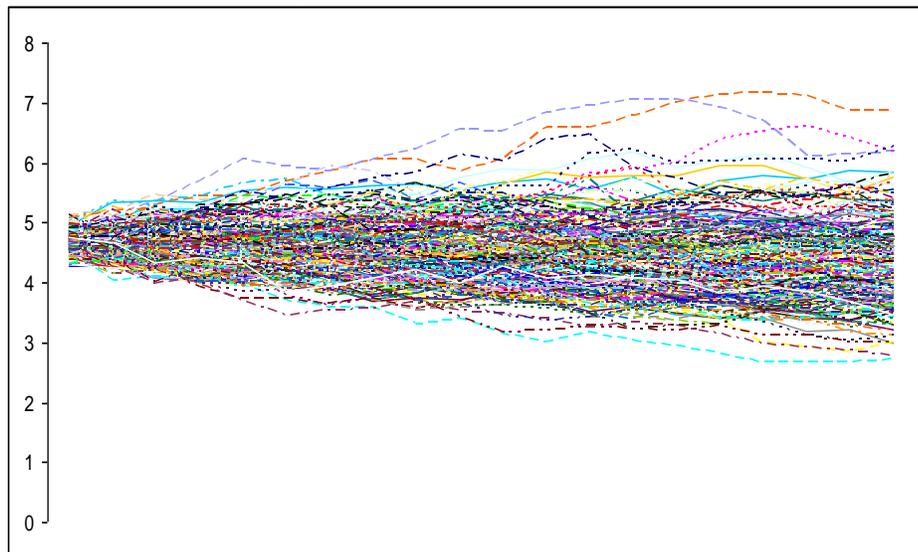
Con este proceso generador aleatorio se calcularon 10000 caminatas aleatorias o escenarios con un horizonte de tiempo de 20 días para cada una de la siefore básica 2 de cada afore.

Tabla 4.5 Pseudo realizaciones de los precios de la siefore básica 2 para la afore Banamex.

No.	Caminatas aleatorias			
	1	2	...9999	10000
1	4.78200952	4.64900383	4.70062647	4.70887469
2	4.79458384	4.62112554	4.66585925	4.67180422
3	4.71856328	4.69977323	4.65918367	4.67416379
4	4.72316755	4.7271478	4.63408855	4.67921885
5	4.78417864	4.76033027	4.65785834	4.74831821
6	4.72896018	4.81258053	4.68755138	4.72127921
7	4.73190438	4.73029671	4.74492609	4.70455598
8	4.74998014	4.75589127	4.71939979	4.66258298
9	4.77958339	4.81121775	4.76038832	4.64242041
10	4.82488021	4.82746412	4.86017502	4.64050343
11	4.78609667	4.91956995	4.83283217	4.61972493
12	4.79948457	4.91697383	4.90889832	4.49699729
13	4.78152291	4.89037347	4.83249257	4.55063135
14	4.88411321	4.82637433	4.81358228	4.58417006
15	4.89642052	4.74300414	4.81627268	4.57689538
16	4.85509588	4.78578501	4.88802962	4.563627
17	4.88119057	4.76734439	4.95445607	4.6389932
18	4.89195766	4.75912982	4.82646599	4.58704102
19	4.82378956	4.72483418	4.81735542	4.59701986
20	4.79863682	4.73033792	4.82574135	4.6932296

Fuente: Elaboración propia con datos de economática.

Gráfica 4.3 Caminatas aleatorias para la afore Banamex.



Fuente: Caminatas aleatorias de la tabla 4.5.

El segundo paso consiste en obtener el valor de mercado del portafolio empleando la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Valor de mercado del portafolio} = & \left[\text{₱}_{\text{Banamex}} * \text{Numtitulos} \right] + \left[\text{₱}_{\text{Bancomer}} * \text{Numtitulos} \right] \\ & + \left[\text{₱}_{\text{Banorte}} * \text{Numtitulos} \right] + \left[\text{₱}_{\text{Inbursa}} * \text{Numtitulos} \right] \end{aligned} \quad (4.6)$$

$$\text{Numtitulos} = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Precio actual del activo}} \quad (4.7)$$

Donde:

S = Es el precio hipotético generado mediante las diferentes caminatas aleatorias para cada uno de los fondos.

Considerando una inversión total de \$1000000 pesos y la ponderación para cada uno de los activos de 25%, entonces la inversión inicial para cada uno de los fondos es de \$250000. Por ejemplo el valor de mercado del portafolio para la primer caminata aleatoria en el tiempo t=1 seria:

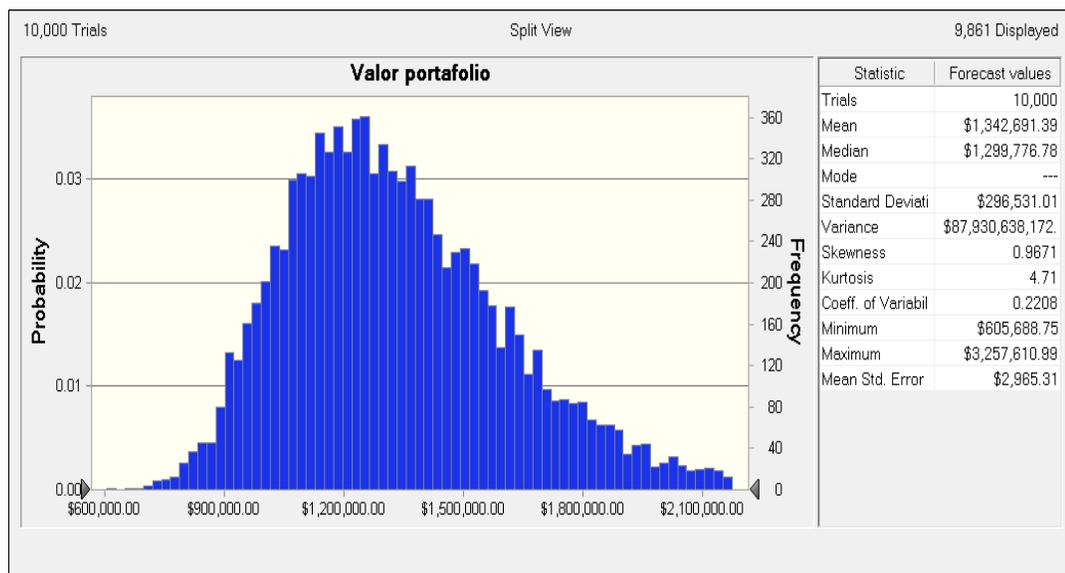
$$\begin{aligned} \text{Valor de mercado del portafolio} = & \left(4.78500019 * \frac{\$250000}{4.78500019} \right) + \left(4.580296255 * \frac{\$250000}{4.580296255} \right) \\ & + \left(4.29066755 * \frac{\$250000}{4.29066755} \right) + \left(3.82330986 * \frac{\$250000}{3.82330986} \right) \\ = & \$1003505.854 \end{aligned}$$

Tabla 4.6 Valor de mercado del portafolio.

No. observ.	Valor de mercado del portafolio			
	1	2	...9999	10000
1	1003505.854	995522.506	997907.534	1003352.924
2	1004415.846	994961.769	999517.449	1000505.884
3	997693.5082	992043.098	1010065.48	1004498.965
4	1001212.829	993867.558	1012819.63	1008339.438
5	1001300.506	993064.425	1018014.96	1005115.584
6	1000650.593	997005.114	1015624.59	1008365.057
7	1003917.587	1007485.7	1014993.91	1003720.953
8	997917.1471	1007911.65	1010977.47	1008411.949
9	995905.5565	1011316.7	1008509	1009198.085
10	991235.2646	1015985.54	1010562.99	1003114.338
11	991993.3962	1013484.39	1015097.86	1002299.765
12	992309.0243	1011469.6	1015191.06	998104.1293
13	989296.7004	1010340.56	1018749.1	995762.9129
14	985049.0598	1013946.43	1017156.87	991292.2939
15	979881.42	1010720.97	1016401.5	997673.5683
16	977390.2118	1006971.14	1014925.37	996947.1244
17	980034.4414	1002861.48	1009130.4	1001573.998
18	976674.3765	998181.994	1010924.2	1002640.715
19	975018.7082	996382.408	1010455.11	1004259.388
20	973662.1998	999485.879	1005606.93	997625.2977

Fuente: Elaboración propia con datos de económica.

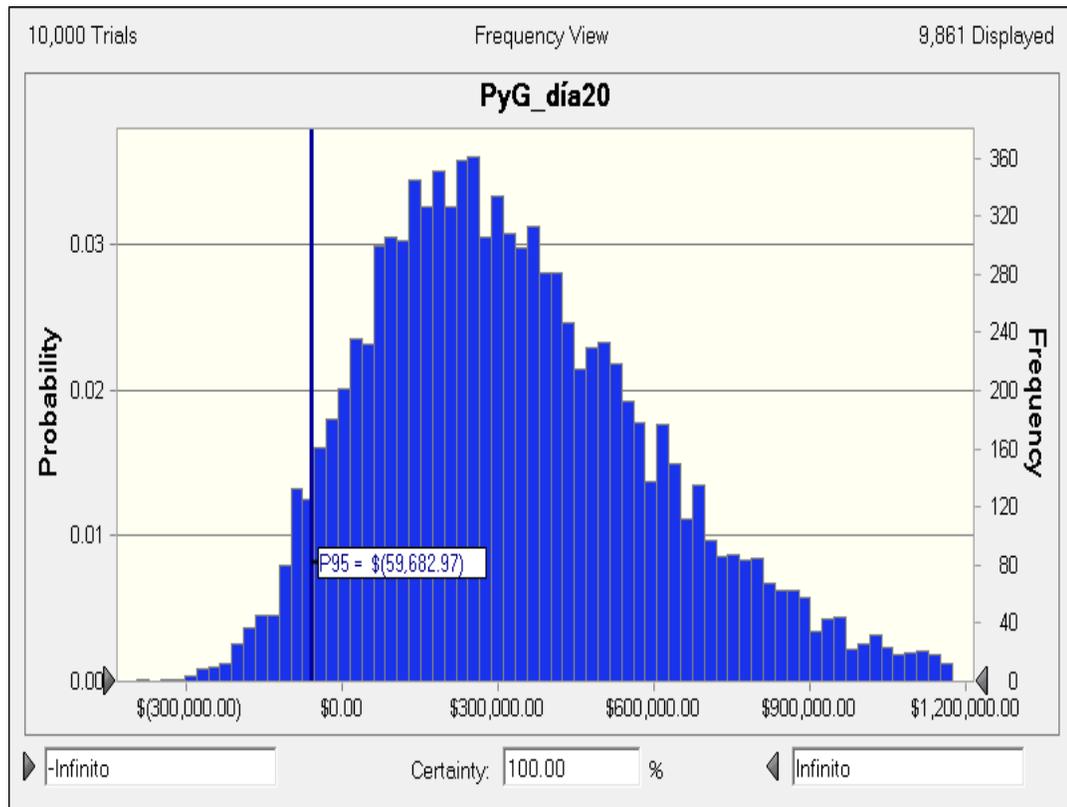
Gráfica 4.4 Distribución del valor del portafolio.



Fuente: Elaboración propia con datos de económica, utilizando el software Cristal Ball.

A continuación al valor de mercado del portafolio se le resta la inversión inicial y se obtiene la distribución de pérdidas y ganancias para el día 20, en la grafica 4.5 se observa la distribución de pérdidas y ganancias.

Gráfica 4.5 Distribución de perdidas y ganancias.



Fuente: Elaboración propia con datos de economía, utilizando el software Cristal Ball.

Con un nivel de confianza de 95%, se determina el VaR seleccionando la pérdida que es igual al nivel de confianza escogido. En el caso práctico con un horizonte de tiempo de veinte días y un nivel de confianza de 95% se tiene un VaR de \$59682.97 pesos.

Si el VaR es de \$59682.97 pesos quiere decir que en el 95% de los casos pase lo que pase en el mercado no debería perderse más de \$59682.97 pesos, en el restante 5% de los casos nuestra pérdida podría ser mayor.

4.4 Verificación del VaR mediante el método del cociente de fallas.

La información que proporciona el VaR se puede verificar mediante el método cociente de fallas, que consiste en determinar las ocasiones en que el VaR es excedido en una muestra dada y calcula la razón de fallas del cálculo. Por ejemplo, para un VaR con un nivel de confianza de 95% para un total de T días, el cociente de fallas contabiliza cuantas veces excede la pérdida real al VaR calculado y lo denota por N que es el número de veces que la pérdida observada excede el VaR. Se desea saber, con un nivel de confianza dado, si N es demasiado pequeño o demasiado grande bajo la hipótesis nula de que $p=0.05$ ($p=1-95\%$), con un nivel de confianza de 95% (Jorion, 1999).

Tabla 4.7 Verificación del modelo de regiones de no rechazo.

Nivel de probabilidad	Regiones de no rechazo para un número de fallas, N		
	T=255 días	T=510 días	T=100 días
0.01	$N < 7$	$1 < N < 11$	$4 < N < 17$
0.025	$2 < N < 12$	$6 < N < 21$	$15 < N < 36$
0.05	$6 < N < 21$	$16 < N < 36$	$37 < N < 65$
0.075	$11 < N < 28$	$27 < N < 51$	$59 < N < 92$
0.1	$16 < N < 36$	$38 < N < 65$	$81 < N < 120$

Fuente: Jorion, Philippe, (1999).

Las regiones de no rechazo se definen por los puntos de la cola de la proporción log-probabilística. Kupiec (1995) desarrolla intervalos de confianza para la prueba, los cuáles se muestran en la tabla 4.7 (Jorion, 1999).

$$1 = -2 \ln \left[(1-p)^{T-N} p \right] + 2 \ln \left[\frac{N}{T} \right] - \frac{N}{T} \ln \left[\frac{N}{T} \right] - \frac{T-N}{T} \ln \left[\frac{T-N}{T} \right] \quad (4.8)$$

Para el caso práctico en donde T es igual a 252 días, se considera que $N = pT = 5\% \times 252 = 12.6$ desviaciones (doce punto seis veces la pérdida rebase el VaR). No se rechaza la hipótesis nula, N se encuentra en el intervalo confianza $6 < N < 21$. Cuando los valores de N son mayores o iguales a 21 indican que el VaR representa deficientemente la ocurrencia de pérdidas dado que se presentan con una probabilidad mayor al 5%; los valores de N menores o iguales a 6 indican que el VaR es extremadamente conservador (Jorion, 1999).

Conclusiones

En la investigación se analizó la situación del sistema de pensiones en implementado en México, con ayuda del análisis estadístico; la comparación entre el rendimiento sobre capital de los diferentes sectores económicos en México, mostró que el sector afore se encuentra entre los sectores con un menor rendimiento sobre el capital, esto indica que los recursos acumulados en la cuenta individual de los trabajadores, no está generando un rendimiento sobre capital competitivo y adecuado, capaz de incrementar los recursos acumulados en la cuenta individual del trabajador al momento de pensionarse, esto sin duda es relevante porque pone en duda la viabilidad del sistema y sobre todo el futuro de los trabajadores.

El análisis muestra que los portafolios de inversión de los fondos de pensiones vigentes mantiene una posición conservadora dado que invierte un 70.44% del total de sus recursos en activos del sector estatal por considerarlos activos de renta fija, puede decirse que proporciona una certeza de rendimientos nominales, un alto grado de protección del capital, pero poca protección al poder adquisitivo, dado que un aumento en las expectativas de inflación a largo plazo podría tener efectos negativos en portafolios de inversión que prefieren renta fija.

Se establece con claridad que los rendimientos serían mayores si se considera un porcentaje mayor del total de los recursos en inversiones en el sector empresas, financiero y de inversión en el extranjero y se cuida en todo momento una diversificación que minimice el riesgo es posible garantizar mayores rendimientos de los portafolios de inversión de los trabajadores. En cuanto a la rentabilidad de los fondos de pensiones, México mantiene una tasa de rendimiento relativamente baja.

En el desarrollo de esta investigación fue de gran utilidad la teoría del portafolio de Markowitz que permite el diseño de un portafolio de inversión óptimo, explicando

que es posible disminuir el riesgo de un portafolio de inversión mediante la diversificación, mostrando que al aumentar el número de activos financieros que integran un portafolio, la varianza disminuye lo que se pudo corroborar en forma práctica, al obtener la desviación estándar del portafolio 11.438434% se observó que es menor que la desviación estándar promedio de los cuatro activos por separado. Se demostró que cuando los rendimientos del conjunto de activos que integran el portafolio presentan correlaciones negativas es más fácil disminuir el riesgo del portafolio.

Al evaluar los rendimientos que han presentado los fondos de inversión siefore básica 2 de los fondos para el retiro de los trabajadores administrados por las afores Banamex, Bancomer, Inbursa y Banorte Generali, mediante el cálculo de la beta de la siefore básica 2 para cada una de las afores, se determinó que la siefore básica 2 de la afore Banamex y Bancomer tienen una beta positiva, lo cuál nos indica que sus rendimientos tienen un comportamiento en el mismo sentido que el mercado. Por ejemplo, si tomamos la beta de Banamex, su rentabilidad se incrementará o perderá 0.07531768 veces en comparación con la del mercado.

Por lo que se refiere a la siefore básica 2 de las afores Banorte Generali e Inbursa tienen una beta negativa, lo cuál nos indica que tienen un comportamiento en sentido contrario al comportamiento del mercado, es decir que si el mercado tiene una disminución en sus rendimientos, la siefore básica 2 de Banorte Generali e Inbursa presentan un incremento positivo en sus rendimientos.

Las betas obtenidas de cada uno de los fondos de inversión son menores que la unidad que significa que varían menos que en el mercado en conjunto, cuando este sube o baja, y por tanto disponen de un riesgo sistemático menor lo cuál indica que no son activos agresivos por que tienen menos riesgo que el mercado.

Aun cuando el 68.70% de los recursos de la siefore básica 2 están invertidos en deuda gubernamental que son considerados como activos no agresivos y con un

riesgo menor que el del mercado, los rendimientos de la siefore básica 2 durante el año 2008 presentaron rendimientos negativos que fueron afectados por la gran volatilidad que afectaba a las bolsas de valores a nivel mundial debido a la crisis hipotecaria originada en Estados Unidos a finales del año 2007 y principios del 2008.

Cuando se hace referencia a rendimientos negativos, se hace referencia a las minusvalías que afectaron de manera directa la rentabilidad de los fondos de pensiones. Es entonces cuando toma la importancia el cálculo de valor en riesgo dentro de las inversiones que maneja la siefore básica 2, se corroboró que el método expresa de forma sencilla, rápida y concisa, el riesgo de mercado a que se está expuesto al invertir en un fondo.

Se comprobó la hipótesis, se encontró que el método de varianza –covarianza es uno de los procedimientos más adecuados para la medición del riesgo al que se está expuesto por la volatilidad de los precios de los activos bursátiles como es la siefore básica 2, para su implementación únicamente se requirieron los valores de mercado de los precios de la siefore básica 2 para cada una de las afores de estudio, mediante este método el VaR se estimó en una hoja de cálculo con la ayuda de las herramienta análisis de datos de Excel, se calculó la matriz varianza-covarianza y la desviación estándar del portafolio que fue de 0.11438434 , mediante este método el VaR estimado dio un valor de \$53169.83 pesos. En el 95% de los casos pase lo que pase en el mercado no debería perderse mas de \$53169.83, en el restante 5% de los casos nuestra pérdida podría ser mayor lo que se comprobó en el periodo establecido.

Con la implementación del método de simulación Monte Carlo para calcular el VaR, el proceso estocástico para generar los cambios hipotéticos en los precios permitió generar cien caminatas aleatorias a partir observaciones hipotéticas, con lo cuál se obtuvo la distribución de pérdidas y ganancias del portafolio de inversión y se calculó el VaR con un valor de \$59682.97 pesos.

Se comprobó que la utilización de la metodología de valor en riesgo permite evaluar con facilidad las condiciones de riesgo de mercado referente al precio de los activos que han presentado los fondos de inversión de las afores. El resultado que se obtuvo por ambos métodos en el cálculo del VaR son estimaciones que permiten tener una visión del peor escenario que se pueda presentar, representa la peor pérdida posible para la inversión de un portafolio de activos.

Como estrategia de operación de los fondos seleccionados se sugiere que las afores disminuyan los gastos de administración que han tenido un crecimiento significativo a partir del año 2005, con la finalidad de no incurrir en riesgo administrativo. Así mismo se recomienda que para la elección de los activos que conformen el portafolio del fondo de inversión de la sifore básica 2, se prefieran activos que tengan correlación negativa, y cuando el periodo de inversión se vea afectado por factores externos como una crisis mundial, se elijan activos que mantengan una beta menor a uno.

Finalmente algunas recomendaciones:

- Cuando existe falta de normalidad en las series de observación de las variables de estudio, el riesgo calculado mediante el método varianza-covarianza se subestimaría con respecto a los verdaderos valores de una distribución normal teórica. Es necesario emplear otro método que logren capturar la falta de simetría y el exceso de curtosis de las distribuciones empíricas y sobre todo para mejorar el cálculo del VaR. Se recomienda utilizar el método de simulación Monte Carlo.

- En cuanto al análisis económico del sector afores se puede ampliar el estudio investigando de qué forma repercuten en la sostenibilidad financiera del sistema de pensiones: a) los cambios demográficos y el envejecimiento de la población en el déficit del sistema de pensiones, actual y proyectado (el riesgo demográfico, depende no solo de las tasas de fertilidad y mortalidad, sino que también de los flujos de emigración del país); b) el riesgo económico resultado del bajo

crecimiento económico, de tasas de empleo e ingreso decrecientes, y de la informalización de la economía.

Se puede señalar que la implementación de la metodología de valor en riesgo es un eficiente instrumento para la valuación de riesgo de mercado manteniendo un control y regulando la eficiencia financiera de operación, se encuentra que existen condiciones en las que el valor en riesgo no es suficiente y existe la posibilidad de mejora de la metodología adoptada.

BIBLIOGRAFIA

Brigham, Eugene F. y Joel F. Houston, (2005), Fundamentos de administración financiera, trad. José Carmen Pecina, Thomson learning, 2ed, México.

Bulgaria. Federación Internacional de Administradoras de Fondos de Pensiones, (2007), Sistema de capitalización: su aporte a la solución del problema de las pensiones.

Castillo B., Paúl y Ruy Lama C., (1998), Evaluación de portafolio de inversionistas institucionales: fondos mutuos y fondos de pensiones, Banco Central de Reserva del Perú, (2-04-08; 12:00 hrs). [[www. bcrp. gob. pe/bcr/dmdocuments/Publicaciones/Revista/RevAgo98/PaulRuy. pdf](http://www.bcrp.gob.pe/bcr/dmdocuments/Publicaciones/Revista/RevAgo98/PaulRuy.pdf)], Perú.

Castro, Rubén, (2006), Lo que debes saber de las siefores, El Universal, 31 de julio, México.

Costa Rica. Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro, 2003, Primera conferencia de regulación y supervisión para pensiones en Latinoamérica,(5/03/08;22:00hrs),[[http://www.supen.fi.cr/aplicaciones/PublicacionesNueva.nsf/350d720ff0450ec906256cad00622c97/3b490a6183f747c306256d7a0064cc26/\\$FILE/p43. pdf](http://www.supen.fi.cr/aplicaciones/PublicacionesNueva.nsf/350d720ff0450ec906256cad00622c97/3b490a6183f747c306256d7a0064cc26/$FILE/p43.pdf)]

De la Fuente, Ma. de Lourdes, S. F, La administración integral de riesgos financieros, Documento de Investigación, Universidad Iberoamericana, [[http://www. uia. mx/licenciaturas/dpt economia/economia/pdf/delaFuente. PDF](http://www.uia.mx/licenciaturas/dpt_economia/economia/pdf/delaFuente.PDF)], México.

De Lara Haro, Alfonso, (2003), Medición y control de riesgos financieros, Limusa, 3ed, México.

De Lara Haro, Alfonso, (2005), Productos derivados financieros, instrumentos valuación y cobertura de riesgos, Limusa, México.

Fería Domínguez, José Manuel y María Dolores Oliver Alfonso, (2006), Valor en riesgo (VaR): Concepto, parámetro y utilidad, *Universia Business Review*, no. 10, 2do trimestre, p. 66-79, (17-04-08; 16:00 hrs), [www.universia.es/ubr/pdfs/UBR0022006066.pdf], España.

Fería Domínguez, José Manuel y María Dolores Oliver Alfonso, (2007), Mas allá del valor en riesgo (VaR): el VaR condicional, *Revista Europea de Dirección y Economía de las Empresas*, vol. 16, no. 2, p. 61-70 [dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2336237], España.

González Amador, Roberto, (2007), Diversifican Afore sus portafolios de inversión para enfrentar riesgos, *La Jornada*, Jueves 16 de agosto, México.

González Aréchiga, Bernardo, Jaime Díaz Tinoco y Francisco Venegas Martínez, 2001, Riesgo cambiario, brecha de madurez y cobertura con futuros: análisis local y de valor en riesgo, *Economía Mexicana*, Nueva Época, CIDE, vol. X, no. 2, julio-diciembre, pp 259-290, México.

Jonson, Christian A., (2005), Métodos alternativos de evaluación del riesgo para portafolios de inversión, *Revista Latinoamericana de Administración*, Universidad de los Andes, no. 35, pp. 33-65 (07-04-08;10:00 hrs), [redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/716/71603504.pdf], Colombia.

Jonson, Christian A., (2000), Métodos de evaluación del riesgo para portafolios de inversión, Documento de trabajo, Banco Central de Chile, marzo, (21-04-08;15:00 hrs), [<http://www.bcentral.cl/eng/studies/working-papers/pdf/dtbc67.pdf>], Chile.

Jorion, Philippe, (1999), Valor en riesgo, el nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados, Limusa, México.

Lister, Ralf, (2007). Cálculo del valor en riesgo. Revista Actuaría, (04-04-08; 15:00 hrs), [www.revista-actuario.com/Publicaciones/Oct07/012.pdf]

Márquez Diez-Canedo, Javier, (1992), Carteras de Inversión. Fundamentos teóricos y modelos de selección optima, Limusa, México.

México, Banco de México, (2005). Definiciones básicas de riesgo, (13-04-08;14:00 hrs)[www.banxico.org.mx/sistemafinanciero/didactico/riesgos/DefinicionesBásicas.pdf], México.

México. Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro, S. F, Manual de Organización General de la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (2-03/08;11:00hrs),[http://www.consar.gob.mx/acerca_consar/pdf/manual_organizacion.pdf], México.

Morera Martinelli, Ana Patricia, (2002), VAR: una opción para medir los riesgos de mercado en los fondos de pensiones. Superintendencia de Pensiones, Departamento de Estudios Especiales y Valoración de riesgo, (20-03-08; 11:00 hrs), [http://www.supen.fi.cr/aplicaciones/PublicacionesNueva.nsf/4d63db2fa680e7b306256cad00622c95/d68c7a495e9b28b406256c7e005e0591?OpenDocument], Costa Rica.

Ortega Castro, Alfonso, (2002), Introducción a las finanzas, MacGraw-Hill, México.

Ramírez Ramírez, Elías y Pedro Alejandro Ramírez Ramírez, (2007), Valor en riesgo: modelos econométricos contra metodologías tradicionales, Análisis económico, vol. XXII, no. 52, 3er cuatrimestre, México.

Rodríguez Taborda, Eduardo, (2002), Administración del riesgo, Alfaomega, Colombia.

Ross Stephen A, W. Werfield Randolph, y F. Jaff Jeffrey, (2000), Finanzas Corporativas, ed. Macgraw-hill, 5a ed.

Sandoval Saavedra, Rogelio, José Carlos Ramírez, (2003), “Una propuesta para evaluar pronósticos de rendimientos de acciones cuando las distribuciones empíricas no son normales estacionarias”, Estudios Económicos, COLMEX, vol. 18, no. 2, julio-diciembre, México.

Santo Domingo República Dominicana. Superintendencia de Pensiones, (2005), Seminario internacional. Evolución y perfeccionamientos recientes de los sistemas de pensiones de América Latina, (18-03-08; 18:00 hrs), [http://www.sipen.gov.do/documentos/libro_AIOS.pdf]

Varian, Harl R, (1999), Microeconomía intermedia, un enfoque actual, Antoni Bosh, 5a ed., España.

Venegas Martínez, Francisco, (2002), Cobertura de flujos financieros con instrumentos de renta fija, Estudios Económicos, COLMEX, vol. 17, no. 2, julio-diciembre, pp. 171-192, México.

Venegas Martínez, Francisco, (2006), Riesgos financieros y económicos, productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre, Thomson, México.

W. Kalb, Robert, (1993), Inversiones, Limusa, México.