

UNIVERSIDAD PANAMERICANA

208911

---

ESCUELA DE ECONOMIA

EL ENFOQUE MARKOWITZ APLICADO A LA REGULACION:  
ANALISIS DEL REGIMEN DE INVERSION DEL SECTOR ASEGURADOR

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN ECONOMIA

P R E S E N T A

JOSE ISMAEL GONZALEZ GUERRA

MEXICO D.F

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1990



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

---

**INTRODUCCION**

1

**CAPITULO I.- ESTRUCTURA Y MARCO REGULATORIO**

**I.1 ESTRUCTURA DEL SECTOR ASEGURADOR NACIONAL**

1

*I.1.1 Situación Mundial del Sector Asegurador*

3

**I.2 MARCO REGULATORIO**

5

*I.2.1 Regulación Estructural*

6

*I.2.2 Regulación Financiera*

9

*I.2.2.1 Requerimientos de Reserva y de Capital*

11

*I.2.2.2 Evolución del Régimen de Inversión del Sector Asegurador*

21

*I.2.2.2.1 Análisis del Régimen de Inversión*

26

*I.2.3 Comparación de la Regulación de Inversión de las Reservas en México y en los Estados Unidos*

29

**CAPITULO II.- EL MODELO**

**II.1 EL MODELO**

36

*II.1.1 Análisis de los Supuestos*

37

**II.2 EXPOSICION DEL MODELO**

39

**II.3 EFECTOS TEÓRICOS DE DIVERSAS RESTRICCIONES EN EL MODELO DE PORTAFOLIO**

43

*II.3.1 Efecto Teórico de una Restricción de  $\sigma$ % de Diversificación*

45

*II.3.2 Efecto Teórico de una Restricción de Exclusión*

49

*II.3.3 Efecto Teórico de un Requerimiento de Reserva*

52

**CAPITULO III.- IMPACTO DEL REGIMEN DE INVERSION:  
EVIDENCIA EMPIRICA**

**III.1 RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR OTROS AUTORES**

56

**III.2 INFORMACIÓN Y SUPUESTOS UTILIZADOS**

71

*III.2.1 Construcción de las Restricciones*

77

**III.3 IMPACTO DEL REGIMEN DE INVERSIÓN:  
EVIDENCIA EMPIRICA**

82

*III.3.1 Resultados para la Primera Muestra*

82

<i>III.3.2 Resultados para la Segunda Muestra</i>	88
<i>III.3.3 Fronteras de Inversión para la Muestra Completa: Impacto Progresivo de la Regulación</i>	92
<i>III.3.3.1 Impacto de la Restricción de Inversión Obligatoria</i>	92
<i>III.3.3.2 Impacto de la Restricción de Inversión Obligatoria más el Límite Máximo de Inversión por Instrumento</i>	94
<i>III.3.3.3 Impacto Total del Régimen de Inversión de 1987</i>	95
<b>III.4 COMPARACIÓN DEL REGIMEN DE INVERSIÓN DE 1987 Y 1990</b>	99
<i>III.4.1 Resumen de Resultados</i>	104
<b>III.5 EL USO DEL MODELO DE PORTAFOLIO DENTRO DEL NUEVO ESQUEMA DE MARGEN DE SOLVENCIA</b>	108
<i>III.5.1 Las Reglas Propuestas para la Cobertura del Riesgo en Inversión</i>	109
<i>III.5.2 Análisis de las Reglas Propuestas por la AMIS y el CAIE</i>	112
<b>CONCLUSIONES</b>	120
<b>APENDICE A</b>	A.1
<b>APENDICE B</b>	B.1
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	

## INTRODUCCION

---

*"La Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros aplica la disciplina del derecho en materia de mercados financieros. Esta investigación pretende aplicar la disciplina económica en materia de regulación. Esta diferencia de perspectivas puede llevar a conclusiones radicalmente diferentes".*

Fundamentándose principalmente en el argumento de "información asimétrica" entre consumidores y aseguradores, como factor que genera una falla de mercado, las instituciones que se encargan de la supervisión del sector asegurador han creado un aparato regulatorio, cuyo objetivo expreso es: "El beneficio y protección del consumidor".

Dentro de este aparato regulatorio, se han diseñado un conjunto de reglas que señalan la forma en la que deben invertir las reservas del sector asegurador, y cuya observancia tiene un carácter obligatorio. A este conjunto de reglas se les ha denominado como : "Régimen de Inversión del Sector Asegurador".

El objetivo de dicho régimen, es lograr: "Firmeza y Solvencia Institucional". A este respecto, la presente investigación plantea la siguiente pregunta:

¿ El Régimen de Inversión cumple, efectivamente, con su propósito de lograr firmeza y solvencia institucional ?

Para responder a esta interrogante, se utiliza el modelo de portafolio a la Markowitz - Tobin, que es una herramienta analítica cuyo propósito es la generación de una estrategia de inversión óptima bajo ciertas condiciones.

La investigación se lleva a cabo en tres capítulos. El primero, discute brevemente la estructura del sector asegurador Mexicano y su tamaño respecto del sector asegurador mundial, después se da paso a una presentación del marco regulatorio que enfrenta el sector asegurador. El segundo capítulo presenta el modelo que se ha de utilizar para cuantificar la posible existencia de un impacto no deseado en el régimen de inversión del sector asegurador, en dicho capítulo se ha tomado un especial énfasis en la exposición de los efectos teóricos que pueden introducir las reglas del régimen de inversión bajo el contexto del modelo de portafolio. El tercer capítulo se presenta la evidencia empírica que resulta de esta investigación: en este apartado se presenta un resumen de los resultados obtenidos por otros autores así como la aplicación del modelo de portafolio al régimen de inversión del sector asegurador.

Recientemente, las autoridades encargadas de la regulación del sector asegurador han expresado su preocupación por la solvencia futura de las empresas de seguros. Esta preocupación ha generado un conjunto de investigaciones denominadas como esquema "MARGEN DE SOLVENCIA", que en su acepción de inversión pretende obtener "un mínimo requerimiento de cobertura por quebrantos en inversión". A este respecto, el capítulo III, también presenta el análisis de las reglas de *margen de solvencia en el apartado de inversión* propuestas en los estudios de la AMIS y el CAIE. Finalmente se presenta un apartado de conclusiones.



## **CAPITULO I**

---

# **ESTRUCTURA Y MARCO REGULATORIO**

## CAPITULO I

---

### ESTRUCTURA Y MARCO REGULATORIO

La organización de este capítulo consta de dos secciones. En la primera se presenta la estructura del mercado mexicano de seguros, en la segunda sección se describe el marco regulatorio que enfrenta dicho sector.

#### I.1 ESTRUCTURA DEL SECTOR ASEGURADOR NACIONAL

En el sector asegurador mexicano operan un total de 43 instituciones de seguros de las cuales 37 son privadas, 2 son estatales, 2 son mutualistas y 2 son reaseguradoras. De las empresas privadas 24 operan en el ramo de vida, 24 en accidentes y enfermedades, 31 en responsabilidad civil y riesgos profesionales, 32 en marítimo y transporte, 33 en incendios, 4 en agrícola, 31 en automóviles, 21 en crédito y 31 en diversos<sup>1</sup>.

Las instituciones de seguro mexicanas se clasifican según operaciones y ramos. Las operaciones se dividen en 1) vida, 2) accidentes y enfermedades y 3) daños, mientras que los ramos se clasifican en 1) responsabilidad civil y riesgos profesionales, 2) marítimo y transportes, 3) incendio, 4) agrícola, 5) automóviles, 6) crédito y 7) diversos.

En 1986, el mercado asegurador privado, se encontraba repartido de la siguiente forma:

---

<sup>1</sup> Estas cifras se refieren al año de 1989.

CUADRO I.1  
PRIMAS DIRECTAS COMO PROPORCION  
DEL TOTAL POR EMPRESA

COMPANIA	PRIMAS DIRECTAS	PARTICIPACION EL EL TOTAL
GPO. HAC. PROVINCIAL	121,671,329	20.93%
SEGUROS AMERICA	108,919,198	18.74%
GPO. COMERCIAL	87,645,125	15.08%
SEGUROS DE MEXICO	80,136,833	13.79%
SEGUROS MONTERREY	64,884,345	11.16%
GRUPO REPUBLICA	22,724,824	3.91%
INTER. - INDEPENDEN.	21,987,564	3.78%
SEGUROS AZTECA	9,147,746	1.57%
PANAMERICAN	6,916,026	1.19%
SEGUROS DEL PAIS	6,523,806	1.12%
ASEG. CHAHUITEMOC	5,783,351	0.99%
SEGUROS ATLAS	5,010,221	0.86%
LA EGUITATIVA	4,945,036	0.85%
GRAL. DE SEGUROS	4,881,907	0.84%
ANGLO MEXICANA	4,525,133	0.78%
LA TERRITORIAL	3,069,703	0.53%
SEGUROS DE CREDITO	2,654,066	0.46%
EL FENIX	2,648,170	0.46%
LA ATLANTIDA	2,434,511	0.42%
PROTECCION MUTUA	2,168,144	0.37%
CONSTITUCION	2,027,236	0.35%
LA CONTINENTAL	1,938,940	0.33%
SEGUROS DEL PACIFICO	1,756,194	0.30%
SEG. CHAPULTEPEC	1,466,607	0.25%
LATINOAMERICANA	1,325,353	0.23%
SEG. PROGRESO	1,020,806	0.18%
IBEROAMERICANA	975,740	0.17%
LA PENINSULAR	973,302	0.17%
EL POTOSI	677,916	0.12%
LA VERACRUZANA	223,944	0.04%
ORIENTE DE MEXICO	172,965	0.03%
ASEG. UNIVERSAL	84,616	0.01%
TOTAL	581,322,857	100.00%
CR5	0.80	
H	0.14	
1/H	7.29	

Nota: sólo incluye a las asociadas a la AMIS.

Como puede observarse, el cociente de concentración industrial de quinto orden (CR5), indica que 5 empresas concentraban, aproximadamente el 80% del mercado asegurador privado. El recíproco del índice de concentración de Herfindahl, indica que existen alrededor de 7 empresas de tamaño equivalente<sup>2</sup>.

2 El índice de concentración de Herfindahl se define como:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i)^2}{X^2}$$

donde  $x_i$  es la producción de la empresa  $i$ , y  $X$  es la producción total del sector. Por lo tanto el índice es la suma de las participaciones en la producción al cuadrado.

Las operaciones de seguros en el mercado mexicano han tenido un crecimiento superior al de la actividad económica, como se puede apreciar en el cuadro 1.2.

**CUADRO 1.2  
PRIMAS DIRECTAS COMO PORCENTAJES DEL PIB**

Año	Total	Vida	Daños
1980	0.79	0.25	0.54
1981	0.87	0.27	0.60
1982	0.87	0.25	0.62
1983	0.83	0.20	0.63
1984	0.86	0.21	0.65
1985	0.92	0.25	0.67
1986	1.04	0.33	0.71
1987	1.02	0.35	0.66
1988	1.14	0.41	0.73
1989	1.25	0.43	0.82

Elaborado con información de la Comisión Nacional Bancaria y de Seguros

A continuación, se presenta cuál es la situación que guarda la actividad aseguradora en México respecto del mercado internacional.

### **I.1.1 SITUACION MUNDIAL DEL SECTOR ASEGURADOR**

Evidentemente los países con mayor desarrollo económico registran el mayor volumen de primas en términos absolutos (E.U.A., Japón, R.F.A., Gran Bretaña, Francia, Canadá). Sin embargo, existen países que aunque no observan un alto nivel de primas emitidas en términos absolutos, registran una alta proporción de las operaciones de seguros con respecto al nivel de actividad económica (Irlanda, Sudáfrica, Suiza, Corea del Sur). Otra relación interesante es el valor de las primas per cápita, en donde los países con mayores primas por habitante son Suiza, E.U.A., Japón, R.F.A., Noruega, Canadá, y Gran Bretaña, entre otros. Estas relaciones se presentan en el cuadro 1.3

CUADRO I.3  
VALOR DE LAS PRIMAS POR PAISES 1985 1/

País	Mill. Dls.	% del total	% del PIB	Percápita
EUROPA	44,333	7.03	5.90	726.5
R.F.A.	27,224	4.80	5.11	256.2
Gran Bretaña	10,709	1.91	5.70	126.1
Francia	8,101	1.43	5.60	127.2
Italia	8,101	1.43	5.60	127.2
Holanda	8,101	1.43	5.60	127.2
Suiza	8,101	1.43	5.60	127.2
Suecia	3,273	0.58	7.02	124.6
Belgica	3,273	0.58	7.02	124.6
Austria	3,273	0.58	7.02	124.6
España	3,273	0.58	7.02	124.6
Dinamarca	3,273	0.58	7.02	124.6
Finlandia	3,273	0.58	7.02	124.6
Noruega	3,273	0.58	7.02	124.6
Irlanda	3,273	0.58	7.02	124.6
Portugal	3,273	0.58	7.02	124.6
Grecia	3,273	0.58	7.02	124.6
Turquia	3,273	0.58	7.02	124.6
Luxemburgo	139	0.02	2.46	375.7
AMERICA	300,723	47.70	7.52	1256.8
E.U.A.	167,950	26.9	5.19	668.1
Venezuela	1,206	0.19	0.85	78.8
Brasil	1,170	0.19	1.01	14.9
México	322	0.05	0.16	132.0
Colombia	173	0.03	1.38	72.3
Chile	104	0.02	0.96	13.1
Panamá	125	0.02	1.53	12.7
Perú	125	0.02	1.53	12.7
Guatemala	125	0.02	1.53	12.7
AFRICA	3,177	0.50	7.23	98.1
Sudáfrica	281	0.05	1.00	10.0
Nigeria	281	0.05	1.00	10.0
Egipto	281	0.05	1.00	10.0
Haití	281	0.05	1.00	10.0
Túnez	281	0.05	1.00	10.0
Kenia	281	0.05	1.00	10.0
C. de Marfil	281	0.05	1.00	10.0
ASIA	109,374	17.35	6.94	905.8
Japón	5,762	0.99	6.92	136.4
Corea del Sur	2,707	0.39	1.08	82.1
India	825	0.13	0.79	54.00
Taiwan	625	0.09	0.49	132.88
Malasia	430	0.07	1.72	88.8
Indonesia	430	0.07	1.72	88.8
Israel	430	0.07	1.72	88.8
Finlandia	430	0.07	1.72	88.8
Filipinas	430	0.07	1.72	88.8
Singapur	430	0.07	1.72	88.8
Kuwait	235	0.04	0.72	2.4
Pakistán	235	0.04	0.72	2.4
OCEANIA	7,924	1.26	5.34	503.1
Australia	883	0.14	3.91	271.7
Nueva Zelanda	883	0.14	3.91	271.7
RESTO DE PAISES	9,000	1.43		
TOTAL MUNDIAL	630,500	100.00		

Elaborado con base en información de Swiss Reinsurance Company, "Sigma".  
1/ Las cifras para México, reflejan una divergencia con respecto al Cuadro I.2, sin embargo las cifras de la Swiss Reinsurance Company son las más confiables a nivel internacional.

De acuerdo con esta información se puede apreciar la baja participación que tiene la actividad aseguradora en el producto, así como el bajo nivel de gasto por habitante en este concepto para el caso de México. En el continente americano sólo Perú, Brasil y Guatemala presentan una participación del sector asegurador en el producto inferior a la de México.

A continuación se expone el marco regulatorio que enfrenta el sector asegurador, mismo en el que se encuadra el Régimen de Inversión.

## I.2 MARCO REGULATORIO

En la mayoría de los países que poseen un sector asegurador, el gobierno aplica alguna forma de regulación sobre la actividad de las empresas que lo constituyen. Fundamentalmente se han identificado tres razones que explican el alto grado de regulación que se da en esta actividad<sup>3</sup>:

- i) Existencia de un desequilibrio importante entre la información que tienen los consumidores y productores. En la actividad del seguro, típicamente el asegurado tiene mejor información acerca de la naturaleza del riesgo que el asegurador. Esto último, es una posible fuente de ineficiencia en el mercado, ya que puede promover una excesiva categorización de riesgo por parte del asegurador, lo que originaría la falta o ausencia de contratos para individuos de bajo riesgo a bajo precio.
- ii) La actividad podría ser particularmente vulnerable a la entrada de aseguradores deshonestos y de consumidores crédulos.
- iii) A diferencia de lo que ocurre con los mercados de bienes, la compra de un seguro involucra una relación continua y compleja entre el asegurador y el consumidor, en la que los detalles del contrato son en su mayoría implícitos y existe la tendencia a no hacerlos explícitos.

De acuerdo con lo anterior, el gobierno se impone la tarea de crear una regulación cuya filosofía sea "El beneficio y protección del consumidor" en una actividad que se podría ver viciada por imperfecciones de mercado.

Para lograr este propósito, se crea un aparato regulatorio que puede dividirse en dos grandes apartados:

- a) Una Regulación de Carácter Estructural; y**
- b) Una Regulación Financiera.**

---

<sup>3</sup> Hammond, E. and Kay, J. "Insurance Regulation in the United Kingdom and the Federal Republic of Germany". Mimeo, 1985.

El objetivo de esta investigación es el analizar y evaluar, a detalle sólo una parte de la regulación financiera. Por lo tanto, el tratamiento de la regulación estructural será breve y se hará un especial énfasis en la explicación de la regulación financiera del sector.

### I.2.1 Regulación Estructural

En la introducción a esta sección se mencionaron algunos motivos de la regulación excesiva, en este apartado se considera cuál es su forma. La estructura de la intervención estatal en esta actividad se puede encontrar en la Ley de Seguros y Fianzas de 1981 (LSYF). Esta estructura se puede ordenar por niveles de intervención de acuerdo con la siguiente lista:

- a) Entrega obligatoria de información a los consumidores. (art. 24).
- b) Formas de información preestablecidas y estandarizadas por las autoridades. (art. 36, segundo párrafo).
- c) Regulación de los términos y condiciones de los contratos. (art. 36).
- d) Control de la entrada al mercado (establecimiento de concesiones sujetas a una autorización discrecional por parte de la S.H.C.P. y la C.N.B.S.). (art. 5)<sup>4</sup>.
- e) Regulación de precios asignados a las pólizas (art. 36, cuarto párrafo)<sup>5</sup>.

La lista anterior no pretende agotar todas las modalidades de intervención, pero si procura ubicar algunas de las más importantes. A medida que se avanza en el cuerpo de esta lista se obtiene un nivel de intervención cada vez más importante en la actividad del sector asegurador. A continuación se presenta una breve análisis de estos instrumentos de la regulación.

De estos niveles de intervención, los incisos (a), (b), y (c) están bien indicados para el caso de un mercado que presenta asimetría entre la información que tienen los consumidores y productores. Los incisos (d) y (e) parten de una vertiente diferente que es importante de analizar.

---

4 A partir de enero de 1990 se cambia de un régimen de concesión a uno de autorización por parte del Estado, también la Comisión Nacional Bancaria y de Seguros (CNBS), se parte en Comisión Nacional Bancaria y Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

5 Esta regulación estuvo en efecto hasta diciembre de 1989.

El control a la entrada al mercado mediante concesión, presumiblemente perseguía el fin de que las autoridades en materia de seguros puedan cerciorarse de la solvencia y capacidad de los productores, protegiendo de esta forma al consumidor. En la práctica, esta medida a generado un mercado sumamente concentrado. Tomando exclusivamente al mercado privado de seguros, se tiene que para el año de 1989, cinco empresas manejaban el 78.6% del mercado (Grupo Nacional Provincial: 22.0%; Seguros América: 21.3%; Aseguradora México: 12.6%; Seguros Monterrey: 12.3%; y Seguros La Comercial: 10.4%)<sup>6</sup>.

La regulación de precios establecía que una vez que estos habfan sido aprobados, deberfan regir para toda la industria. Generalmente, éstos precios se determinaban agregando un margen de utilidad a la suma de los costos de siniestralidad, administración, adquisición, y de reaseguro.

La aplicación de los instrumentos de estos niveles de intervención presenta los siguientes problemas. Primero, se presupone la existencia de economías a escala<sup>7</sup>, y que el tamaño mínimo eficiente de producción del servicio se encuentra asociado con niveles elevados de volumen de prima emitida<sup>8</sup>.

En este sentido, la evidencia empírica que resulta de la estimación de funciones de costos para el sector asegurador norteamericano (en la categoría de daños), revela o bien economías a escala constantes o economías a escala para las empresas más pequeñas<sup>9</sup>.

Los resultados en cuanto al tamaño mínimo eficiente de producción del servicio pueden resumirse como sigue:

- a) Hammond [et al] (1971): existen ahorros significativos en los costos hasta un tamaño que se ubica entre los 300 a 600 millones de dólares de primas netas.

6 Cifras del mercado asegurador mexicano. 1988 - 1989. Grupo Nacional Provincial.

7 El concepto tradicional de economías a escala, para una empresa que produce un solo producto, se refiere al comportamiento de los costos totales a medida que se expande el nivel de producción. Se dice que existen economías a escala si un incremento de una unidad en la producción implica un incremento menor a la unidad en los costos totales.

Formalmente, las economías a escala se miden por la relación que existe entre el costo medio  $C(Q)/Q$  y el marginal  $dC(Q)/dQ$ : Existen economías a escala si  $(C(Q)/Q) / (dC(Q)/dQ) > 1$ .

Sin embargo, esta medida no es apropiada para medir las economías a escala en el sector asegurador, ya que la mayoría de las empresas producen más de un producto, y por lo tanto, el costo medio no está definido. Una exposición de las nuevas mediciones de este concepto, en el contexto multiproducto, se encuentra, por ejemplo, en Bailey, E. & Friedlaender, A. (1982).

8 Hasta 1989, la política de la CNBS (en conjunción con la del sector asegurador) consistió básicamente en desalentar la entrada de nuevas empresas y fomentar la fusión de las pequeñas con las grandes.

9 Véase Jaskow (1973); Allen (1974) y Hammond [et al] (1971).



b) Allen (1974): concluye que los costos unitarios dejan de disminuir a un tamaño que se ubica entre los 40 y 60 millones de dólares de primas netas.

A pesar de esto, Goran Skogh (1982) y Neil Doherty (1981) han mencionado que los estudios anteriores introducen un sesgo a la baja en la estimación de las economías a escala. Este sesgo surge de la utilización de las primas como variable "proxy" de la estimación del producto. Esto se debe a que las primas vienen compuestas por los gastos esperados de siniestralidad más otros gastos y por lo tanto el utilizar a las primas (que incluyen gastos) para explicar el comportamiento de los costos, resulta en un sesgo de simultaneidad.

De acuerdo con lo anterior, no existe hasta el momento un consenso en cuanto a la existencia o inexistencia de economías a escala, por lo que no es factible afirmar que la política de mantener una industria constituida por pocas empresas de gran tamaño, implique que la producción del servicio se da a menores niveles de costo.

En lo que respecta a la política de fijación de precios el principal problema radicó en la utilización del costo de siniestralidad promedio de la industria, como indicador de los costos para todas las empresas. Si las desviaciones estadísticas entre la siniestralidad promedio de la industria y la siniestralidad de cada compañía no fuesen significativas no habría mayor problema, pero el caso es que las experiencias de siniestralidad de las empresas, en las diferentes líneas son muy diversas y el tomar a la siniestralidad promedio como indicador de los costos, definitivamente no es lo más apropiado<sup>10</sup>. Este factor es indicativo de un fenómeno interesante que ocurre en la industria: los arreglos de mercadotecnia en la venta de seguros por paquete, en los cuales se vende a las empresas, seguros de automóvil<sup>11</sup>, incendio, robo, ..., etc. en términos de un sólo paquete de seguros, esperando así poder amortiguar las posibles pérdidas, o

---

<sup>10</sup> Véase, por ejemplo, el estudio de Hammond y Shilling (1978) en el que se toma a una muestra de 62 empresas norteamericanas (en el ramo de daños) para analizar su experiencia de siniestralidad, encontrándose desviaciones sumamente alejadas de la siniestralidad promedio de la industria. Las diferencias en los tamaños y grados de especialización de las empresas mexicanas son indicativos de que México no es una excepción a este respecto.

<sup>11</sup> Incluso si es a nivel de flotilla, mejor aún, ya que por la ley de los grandes números, la adición de una póliza a un conjunto de pólizas con la misma naturaleza de riesgo disminuye la varianza de la probabilidad de ocurrencia del siniestro.

aumentar el margen de ganancia<sup>12</sup>.

Estos factores sólo son una pequeña parte del problema, prueba de ello es el hecho de que la desregulación de precios que se ha dado en enero de 1990, implicará necesariamente una desregulación de las restricciones que existen en la clasificación de las categorías de riesgo<sup>13</sup>.

### 1.2.2 Regulación Financiera

La lógica de la intervención del gobierno en esta área es fácil de comprender una vez que se entiende la naturaleza del negocio del sector asegurador.

Los aseguradores que participan en la suscripción de líneas múltiples están involucrados con dos funciones<sup>14</sup>: la emisión de pólizas y la inversión. Una porción de los ingresos por primas se utiliza para pagar los gastos asociados con la colocación de las pólizas en libros. Los fondos restantes los invierte el asegurador en activos financieros. De esta forma, en un sentido normativo, la actividad de asegurador debería de ser la de combinar las funciones de suscripción de pólizas y de inversión de tal forma que resulten en un portafolio que obtenga rendimientos máximos para un cierto nivel de riesgo, tomando en consideración las restricciones legales de solvencia. Otra visión que se ha utilizado recientemente es la del negocio del sector asegurador visto como una compañía de inversión apalancada<sup>15</sup>. El rendimiento esperado sobre el capital de un asegurador proviene del rendimiento de sus inversiones y del rendimiento de sus líneas de negocios:

$$R_{\mu} = R_m \left( 1 + \alpha \frac{P}{C} \right) + R_n \frac{P}{C}$$

12 Sin embargo, algunos autores han mencionado que la existencia de estos seguros en paquete provenía del subsidio cruzado que se generaba por las diferencias entre la siniestralidad promedio de la industria y la experiencia individual de cada compañía. Esto último, francamente pretende llevar el argumento hacia el extremo, ya que definitivamente este tipo de pólizas no surgen sólo por la existencia de un subsidio cruzado, sino que se crean por el reconocimiento de que mantener una cartera diversificada de líneas tiende a disminuir el riesgo total del seguro. El mantener un portafolio diversificado de líneas de seguro, reconoce la posible existencia de correlaciones menores a la unidad entre las diferentes líneas de seguro y la independencia estadística entre los riesgos asegurados dentro de una misma línea, lo que técnicamente trae como consecuencia que la varianza del seguro total se vea disminuida. Incluso, este argumento, también existe para el consumidor, ya que existe un portafolio óptimo de compra de líneas de seguros. A este respecto, véase Doherty, N. (1984).

13 Harrington (1984), presenta un excelente resumen de los estudios elaborados en materia de precios para el caso de los Estados Unidos.

14 Véase Hofflander & Markle (1976), pp. 101.

15 Véase, Doherty (1980).

Donde  $\mu_p$  es el rendimiento esperado sobre el capital,  $\mu_m$  y  $\mu_a$  son las tasas de rendimiento esperado sobre el portafolio de inversión y sobre el portafolio de líneas; P son los ingresos esperados por primas; C es el capital accionario a valor de mercado y  $\alpha$  es el cociente de los fondos de reserva a los ingresos por primas (coeficiente generador de fondos)<sup>16</sup>. La transacción del seguro involucra el pago de una cierta suma del asegurado al asegurador con fundamento en la promesa de un reembolso futuro en caso de ocurrir un siniestro. Esta transacción asemeja una transacción de préstamo, y el asegurador tendrá los fondos disponibles para su inversión desde el momento en que recibe el pago de la póliza hasta el momento en que expira u ocurre un siniestro. Esto último, introduce una forma de apalancamiento dentro de la operación del seguro que puede captarse a través del término (P/C) de la ecuación anterior (qué tantas primas se emiten para un nivel de capital dado).

De acuerdo con cualesquiera de las dos definiciones anteriores, la lógica de la regulación financiera es sencilla: "mientras mejor invertidos estén los flujos de ingresos por primas y mejor respaldo financiero se tenga, cualquier compañía estará en mejores posibilidades de enfrentar sus obligaciones futuras".

En este caso la legislación crea un aparato regulatorio encaminado a lograr "la firmeza y solvencia institucional" y por ende la protección y beneficio del consumidor. Esta regulación financiera (o de solvencia) adopta tres modalidades: i) Los requerimientos de reserva; ii) Los requerimientos de capital; y iii) Un régimen de inversión, que establece restricciones en la inversión del portafolio. Esta última forma de la regulación será el motivo fundamental de la investigación contenida en este trabajo.

Tomando en consideración estas modalidades de la regulación, la estructura del siguiente apartado se organiza como sigue: en el primer inciso se presentan los requerimientos de reserva y de capital<sup>17</sup>; en el segundo inciso se presenta la evolución histórica del régimen de inversión (restricciones de portafolio) y un análisis del mismo; y por último en el tercer inciso se presenta una comparación del régimen de inversión en México y en los Estados Unidos.

16 El coeficiente generador de fondos, por lo general, se ha tomado como igual a la unidad, y el cociente de ingresos esperados por primas a capital es superior a la unidad. Por lo tanto, la fórmula refleja la adición que genera el apalancamiento (P/C) sobre de la tasa de retorno en el portafolio de inversiones y en el de líneas de seguros. También dicha fórmula, presupone independencia estadística entre las actividades del seguro y la inversión.

17 En este inciso, se consideró pertinente presentar un resumen de una nueva metodología encaminada a la determinación del margen de solvencia que debe observar el sector asegurador.

### I.2.2.1 Requerimientos de Reserva y de Capital

En lo que respecta a los requerimientos de reserva, la ley de seguros y fianzas obliga a las aseguradoras a mantener diversos tipos de reservas, que atienden a diferentes preocupaciones. En su artículo 45, obliga a la constitución de una reserva para fluctuaciones de valores que tendrá un carácter acumulativo. Esta se constituirá con cargo a las utilidades (después de impuestos y participación de los trabajadores en las utilidades), y no excederá en ningún caso del 20% de cada operación.

En función de lo que establece el artículo 47, las aseguradoras deberán constituir la reserva de riesgos en curso, para diversos tipos de seguros, la ley no establece los porcentajes.

De acuerdo con lo que establece el artículo 51, las aseguradoras deberán constituir una reserva de previsión, para cubrir las desviaciones estadísticas en siniestralidad. Esta resultará de aplicar un porcentaje que no será superior al 3.0% de las primas emitidas durante el año, deduciendo las cedidas por concepto de reaseguro, para las operaciones de vida; ni superior al 10% de la primas correspondientes a las pólizas expedidas durante el año deduciendo las cedidas por concepto de reaseguro, las devoluciones y las cancelaciones, para las demás operaciones.

En lo que concierne a los requerimientos de capital, la ley no menciona cuál es el mínimo capital necesario para establecer una nueva aseguradora. Con respecto a las que ya están en funcionamiento establece lo siguiente, en el artículo 60: las aseguradoras deberán mantener un capital neto por monto no menor en ningún caso a la cantidad menor que se establece conforme a las bases siguientes<sup>18</sup>:

Fracción I.- La suma de las cantidades que se obtengan de aplicar los por cientos que señale la S.H.C.P., al importe de las reservas de riesgos en curso, para cada operación, deduciendo a su resultado el monto de la reserva de previsión, así como...

---

<sup>18</sup> En la "Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros" de 1990, ya no se contemplan estas fracciones. Las fracciones que se mencionan en el texto se refieren a la ley de 1987. Sin embargo las tres nuevas fracciones del artículo 60, tampoco establecen el monto mínimo de capital requerido en la operación de una aseguradora.

Fracción II.- La suma de las cantidades que se obtengan de aplicar los por cientos que señale la S.H.C.P., a cada uno de los grupos de activo resultantes de las clasificaciones por seguridad y liquidez a que se refiere el artículo 56 de esta ley.

De acuerdo con lo anterior, se puede observar, que tanto los requerimientos de reserva así como los de capital se establecen mediante la imposición de porcentajes mínimos sobre las operaciones, activos y primas emitidas.

Como ya se mencionó, la ley no establece el capital mínimo necesario para establecer una aseguradora. A este respecto, Schwartzman (1987) ha propuesto una metodología para el cálculo de dicho capital<sup>19</sup>. Sin embargo, la medición del capital necesario que se obtiene a partir de la fórmula que propone, contiene dos errores: En primer lugar, el autor sólo reconoce uno de los dos componentes del negocio que opera el sector asegurador. En efecto, la fórmula propuesta, sólo reconoce la existencia del negocio por seguro y se olvida del componente de inversión, sin el cuál dicha actividad no existiría. El segundo error radica en que el autor presupone que la función de distribución de los siniestros se distribuye normal. A este respecto, cabe destacar que la teoría clásica del riesgo, no utiliza a la distribución normal para caracterizar los siniestros, en vez de esto se utiliza a la distribución Poisson generalizada para caracterizar el comportamiento de los siniestros en los seguros<sup>20</sup>. Incluso, algunos autores como Venezian (1984) han modificado este enfoque para permitir la existencia de riesgos cuyo tamaño no es uniforme. Si se toman estos dos factores en consideración, el valor del capital obtenido con la fórmula propuesta por Schwartzman, tenderá a subestimar el capital necesario, ya que la medición no incorpora la adición de riesgo en la inversión que se da como consecuencia del aumento en la variabilidad del portafolio de líneas cuando se introduce una nueva póliza<sup>21</sup>.

Todos los lineamientos que establece la ley en cuanto a los requerimientos de reserva y de capital no tienen otro fin más que el de lograr un nivel adecuado de solvencia, pero este conjunto de disposiciones no se han podido fusionar de forma tal que ofrezcan un marco unificado que permita establecer la consecución de su fin último: "el establecimiento de un margen adecuado de solvencia". Recientemente,

19 Schwartzman, A. "Propuesta de Modificaciones a la Ley de Seguros y Fianzas". 1987, Mimeo.

20 Véase por ejemplo, Beard, R. F. [et al]. Risk Theory. London: Methen & Co., Ltd. 1969.

21 Sin embargo, la fórmula propuesta funciona bien para el cálculo del requerimiento mínimo de capital para respaldar la actividad de inversión. La estimación también deberá contemplar el nivel de apalancamiento que se ha de incorporar en la actividad, ya sea éste por regulación o el deseado por la institución de seguros.

el centro de estudios a futuro de la Universidad del Sur de California (USC), y el Instituto de Seguros y Administración de Riesgos de los Estados Unidos han propuesto una metodología encaminada a la unificación de todos estos conceptos y que ofrece una nueva teoría de la medición de la capacidad de la industria aseguradora. A continuación se presenta un resumen de dicha metodología<sup>22</sup>.

La investigación define a la capacidad del asegurador que opera en la categoría de daños como el máximo volumen de primas que puede emitir un asegurador, con ciertas características de riesgo, mientras mantiene una probabilidad de ruina  $\leq \epsilon$ . El estudio sostiene que la capacidad es función de las siguientes variables:

- 1) El capital del asegurador.
- 2) El riesgo asociado a su portafolio de inversión.
- 3) El riesgo asociado a la adición de una nueva póliza en su cartera de negocios, y
- 4) El costo de adquisición de una nueva póliza.

La metodología empleada, requiere que de estas cuatro variables, tres se midan al margen:

- Gastos de emisión de la póliza: incluyen a todos los gastos operativos, excepto los derivados de los costos de ajuste por pérdidas.
- Reservas para prevenir la variabilidad de los siniestros: la medición de esta variable, surge de reconocer que como resultado de agregar una póliza adicional se requerirá de un capital adicional ( $C'$ ) para proteger al asegurador de la variabilidad adicional que la póliza introduce en su portafolio de líneas de seguros, mientras se mantiene una probabilidad de ruina aceptable ( $\epsilon$ ).
- Reservas para prevenir la variabilidad de la inversión: los ingresos por primas provenientes de las nuevas pólizas ( $P'$ ) incrementan las inversiones del asegurador en una cantidad igual, al monto en que las primas adicionales exceden a los gastos de emisión adicionales ( $P' - E'$ ). Este incremento en la inversión trae consigo un aumento en el riesgo de ruina. Este riesgo se asocia, a que los supuestos de inversión (tasa de rendimiento requerida) que se utilizaron en el cálculo de las primas no se cumplan<sup>23</sup>.

La investigación utilizó dos supuestos importantes con respecto a estas variables:

- a) Se supuso que los riesgos de inversión y de seguro representan un medio (cada uno) de los riesgos totales que enfrenta el asegurador<sup>24</sup>.

<sup>22</sup> Véase, Nielson, N. "Capacity of the Property - Casualty Insurance Industry", en "U.S. Property and Casualty Industry to the year 2000". USC and IRMI editors., 1988.

<sup>23</sup> En el estudio se supuso que los nuevos fondos de inversión, ( $P' - E'$ ), se invierten de forma tal que la media y la varianza del portafolio total de inversiones se mantienen inalterados. A este supuesto habría que añadirlo de la siguiente forma. Desde el punto de vista de la teoría de portafolios, y con la ayuda del teorema de separación, este supuesto resulta ser bastante realista, ya que una vez que se conoce cual es la frontera de posibilidades de inversión, el agente inversor se posicionará en aquel punto que vaya de acuerdo con su escala de preferencias. El supuesto pierde su realismo, si el asegurador enfrenta un incremento en sus requerimientos de reserva, o rezagos reales en la fijación de precios. Bajo estas dos situaciones, el agente inversor tratará de compensar la pérdida de ingresos moviéndose hacia un punto con mayor media (y por lo tanto varianza) en la frontera.

<sup>24</sup> Los porcentajes pueden alterarse fácilmente a juicio de la empresa o entidad regulatoria.

b) Se supuso que los riesgos de inversión y de seguro son independientes<sup>25</sup>.

Los valores teóricos que deben adquirir estas variables se presentan a continuación. Posteriormente, se fusionan estos valores en la nueva teoría de la capacidad que propone la investigación realizada por Nielson.

#### Valores Teóricos que debe Adquirir el Capital

La variable capital (U) es una cantidad conocida o que bien, puede aproximarse en caso de que se requiera estimar la capacidad del asegurador. El capital, en cualquier año diferente al de la creación de la empresa, se obtiene como resultado de aplicar la siguiente fórmula:

$$(1) \dots U_t = U_{t-1} \cdot (1+i) + (P - E - L) \cdot \left(1 + \frac{i}{2}\right)$$

donde P, E, y U tienen las definiciones que ya se han dado. L es la suma de los siniestros pagados más los gastos de ajuste por pérdidas más (menos) el incremento (decremento) neto en las reservas de previsión. i es la tasa de interés que se ganó a lo largo de un año en el capital y el promedio de medio año en los ingresos por primas.

La investigación sugiere que se tomen dos modificaciones sobre este enfoque tradicional. Primero, se requiere efectuar un ajuste que reembolse a aquellos rubros del gasto que se encuentran en los ingresos por primas que aún no han sido devengados. Para ello, se debe agregar un término de ajuste que viene dado por  $(E/P) \times (U'PR)$ , donde U'PR es la reserva para primas no devengadas. Este ajuste, logra el efecto de reembolsar al capital, aquella porción de los gastos de las primas que han sido recolectadas, pero que se consideran como no devengadas en el plazo que aún no ha expirado en las pólizas. En el cuadro A se presenta el capital y el capital ajustado del sector asegurador norteamericano (en daños), para el periodo 1971 a 1981.

<sup>25</sup> Este supuesto puede eliminarse, si se tiene un número suficiente de observaciones para calcular una covarianza entre dichos riesgos.

**CUADRO A**  
**CAPITAL DEL SECTOR ASEGURADOR NORTEAMERICANO (DAÑOS)**  
**(INCLUIVE RESERVAS VOLUNTARIAS)**  
**EN BILLONES DE DOLÁRES**

	<u>CAPITAL</u>	<u>CAPITAL AJUSTADO</u>
1971	19.07	22.38
1972	23.81	28.30
1973	21.39	26.64
1974	16.27	21.81
1975	19.71	25.52
1976	24.63	30.99
1977	29.30	36.41
1978	35.38	43.39
1979	42.46	51.29
1980	52.20	61.17
1981	53.80	63.40

La segunda modificación, propone que se utilice un ajuste que refleje la falta de precisión en la estimación de las reservas de previsión. Para ello, se establece que deberá estimarse el máximo porcentaje ( $\beta$ ), en que las reservas de previsión (LR) han presentado insuficiencia en la cobertura de los pagos por siniestralidad, basándose en la experiencia pasada del asegurador<sup>26</sup>.

Al tomar en consideración el capital que se ubica en la reserva de primas no devengadas y la posibilidad de un sub o sobre ajuste en el cálculo de las reservas sobre el valor del capital, la fórmula (1) se puede reexpresar como:

$$(2)... U_t = U_{t,obs} - \beta \cdot LR + \left(\frac{L}{P}\right) \cdot UFR$$

donde  $U_{t,obs}$  es el capital que se reporta en el estado de resultados.

### Valores Teóricos que debe Adquirir el Riesgo de Inversión

La investigación sugiere que se utilice un factor que refleje el riesgo de inversión, utilizando una distribución estadística apropiada. El supuesto, comúnmente utilizado a este respecto, es que la tasa de

<sup>26</sup> Dada la importancia en la estabilidad del parámetro estimado, ( $\beta$ ), el estudio propone que se efectúen pruebas de Chow para verificar lo anterior, y en caso de que estas reflejen la falta de estabilidad se sugiere que se utilicen técnicas de estimación de estado - tiempo, como las del filtro de Kalman.



rendimiento se distribuye normalmente con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ . De esta forma, para una tasa de rendimiento requerido ( $r$ ), un factor de inversión que refleja un medio de los riesgos totales del asegurador ( $c/2$ ), se puede calcular como sigue:

$$(3)... IRF_{(c/2)} = r - R_{(c/2)}$$

$R_{(c/2)}$  depende de la distribución actual de la tasa de rendimiento del portafolio ( $R$ ) y

$$(4)... P(R \geq R_{(c/2)}) = 1 - c/2$$

El estudio supone una tasa de rendimiento requerido del 4% ( $r = .04$ ). Se toma como máxima probabilidad de ruina en la inversión a un valor de ( $c/2$ ) igual a .5% (.005). El límite inferior, del intervalo de confianza obtenido de las cifras de inversión como proporción de los activos admitidos (cuadro b) es igual a -.049, cuando se toma la distribución normal estándar (0,1). En otras palabras, las ganancias por inversión (como proporción de los activos admitidos) se ubicarán por debajo de -.049 con una probabilidad de sólo .005. Utilizando la cifra de  $R_{(c/2)}$  (-.049) en la ecuación (3) se tiene

$$IRF_{.005} = .04 - R_{.005} = .04 - (-.049) = .089$$

Por lo tanto un asegurador con características de inversión similares a las de la industria, requerirá establecer reservas en contra de riesgos desfavorables de inversión (reservas de contingencia) por un valor igual a 8.9% del valor de sus activos admitidos (menos el valor del monto de la reserva que ya tiene establecida para dicho propósito). Este porcentaje representaría \$18.89 billones de dólares, utilizando el monto total de los activos admitidos para la industria<sup>27</sup>.

27 El valor de los activos admitidos a fines de 1981 era de 212.25 billones. En la investigación se estimó que la industria debía haber mantenido una reserva de contingencia por un valor de \$18.69 billones de dólares, basándose en la información 1971 - 1980. Por lo tanto, sólo se requeriría de un incremento de .2 billones de dólares para 1981.

Ya que las pérdidas (o ganancias) en la inversión, reducen (o incrementan) los impuestos, también se puede ajustar al riesgo de inversión para que tome en consideración este elemento. Cuando se utilizan las ganancias de inversión como proporción de los activos admitidos menos una tasa marginal del 25% (cuadro b) el factor que se obtiene, resulta en un porcentaje igual a:

$$IRF_{.005} = .03 - R_{.005} = .030 - (-.037) = .067$$

**CUADRO B**  
**RENDIMIENTOS SOBRE LA INVERSION**  
**SECTOR ASEGURADOR NORTEAMERICANO (DAÑOS)**

	GANANCIAS SOBRE LA INVERSION COMO PORCENTAJE DE LOS ACTIVOS ADMITIDOS	GANANCIAS SOBRE LA INVERSION MENOS UNA TASA MARGINAL DEL 25%
1971	.062	.047
1972	.071	.053
1973	-.013	-.010
1974	-.033	-.025
1975	.084	.063
1976	.072	.054
1977	.040	.030
1978	.052	.039
1979	.067	.050
1980	.080	.060
1981	.051	.038

Esta cifra se traduce en una reserva de contingencia para la industria igual a \$14.22 billones de dólares, cifra inferior en un 24.7% a la obtenida utilizando rendimientos antes de impuestos.

#### Valores Teóricos que debe Adquirir el Riesgo de Seguro.

La investigación propone el uso del método de potencias normales, para obtener la mínima demanda por capital asociada a un cierto nivel de probabilidad de ruina. De acuerdo con este método, la demanda marginal por capital esta dada por<sup>28</sup>

$$(5)... C'_{(t/2)} = 1 + \frac{\omega^2 - 1}{2} + \frac{\omega^2 - 1}{3} \cdot \frac{b_1}{b_2} + \frac{\omega^2 - 1}{6} \cdot \frac{b_3}{b_2^{3/2}}$$

donde:

$b_i$  = al i-ésimo momento a partir del origen de la función de siniestralidad agregada.

<sup>28</sup> Véase Nielsen, N. Opus cit. Apéndice A.

$$\omega = \frac{1}{\Psi(1-c/2)} \quad \text{donde } \Psi \text{ es la distribución normal estándar acumulada}$$

$c$  = probabilidad de ruina

El primer término del lado derecho de la ecuación, representa la demanda marginal por capital que resulta del valor esperado de los siniestros. El segundo término es la demanda marginal por capital que proviene de la varianza de los siniestros. El tercer, y último término de la ecuación refleja la demanda marginal por capital proveniente del índice de asimetría (skewness) de los siniestros.

### Valores Teóricos que debe Cumplir el Costo de Adquisición

En este apartado, la investigación sólo menciona que el error más grande que presenta la literatura es el de sustituir a los costos marginales por los costos medios (situación que sólo sería válida bajo rendimientos constantes a escala). Para el año de 1979 el sector asegurador norteamericano en su conjunto reflejó una razón de gastos totales (ajustados por la proporción de reaseguro) a primas directas emitidas igual a 22.5 por ciento. La investigación pronostica que esta relación será igual a 21.2 para el año 2000<sup>29</sup>. También se menciona que a falta de una buena estimación de los costos marginales, se prefirió introducir al valor marginal del costo de adquisición ( $E'$ ) como parámetro en la fórmula de capacidad<sup>30</sup>.

### Valores Teóricos de la Capacidad de la Industria

En esta sección, la investigación combina las variables anteriores para ofrecer una nueva forma de medir la capacidad de la industria. El estudio menciona que esta medición deberá jugar un papel fundamental en el análisis de penetración de mercado y/o maximización del flujo de caja que realice un asegurador, ya que tales estrategias deben alcanzarse sin poner en peligro la habilidad que tiene el asegurador de cumplir con sus obligaciones.

La investigación sostiene, que la capacidad en el período  $t$ , asociada con una probabilidad de ruina específica  $c$ , puede expresarse como el cociente de los fondos disponibles para financiar aquella porción

<sup>29</sup> No se menciona como se obtuvo dicha proyección.

<sup>30</sup> La subdirección de industria adscrita a la asesoría económica de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, ya ha elaborado un estudio conducente a presentar la metodología apropiada para estimar la función de costos de dicho sector de acuerdo con el nuevo enfoque multiproducto utilizado en la literatura especializada. Como puede apreciarse, una buena aplicación de dicho estudio es la introducción de los costos marginales en una ecuación que mida la capacidad de la industria.

nueva del negocio entre el costo adicional que trae un nuevo dólar de primas en el margen. Los fondos adicionales de que se dispone para financiar el nuevo riesgo de seguro, se determinan tomando el capital ajustado menos (más) el incremento neto que se necesita para proteger el riesgo de inversión:

$$(6) \dots U_t - (IRF_{t(\epsilon/2)} \cdot A_t - IRF_{t-1(\epsilon/2)} \cdot A_{t-1})$$

El costo de emitir un dólar adicional de primas viene dado por la suma del cociente de gasto marginal (E'), más la demanda marginal por capital  $C'_{t(\epsilon/2)}$ , más el incremento marginal en el riesgo de inversión:

$$(7) \dots E' + C'_{t(\epsilon/2)} + (P' - P') \cdot IRF_{t(\epsilon/2)}$$

El cociente de las ecuaciones (6) y (7), denotado por  $K_{t(\epsilon)}$ , es la capacidad que tiene la industria (o empresa) de incrementar su volumen de emisión de primas sin incrementar su probabilidad de ruina más allá de un cierto nivel:

$$(8) \dots K_{t(\epsilon)} = \frac{U_t - (IRF_{t(\epsilon/2)} \cdot A_t - IRF_{t-1(\epsilon/2)} \cdot A_{t-1})}{E' + C'_{t(\epsilon/2)} + (P' - P') \cdot IRF_{t(\epsilon/2)}}$$

donde:

- $U_t$  = Capital ajustado.
- $IRF_{t(\epsilon/2)}$  = Factor asociado al riesgo de inversión; su cálculo ofrece el monto que necesita separarse de los activos invertidos en el período t para asegurar una probabilidad de ruina  $\leq (\epsilon/2)$  del riesgo de inversión.
- $A_t$  = Total de activos invertidos en t.
- $r$  = La tasa de rendimiento requerida sobre los activos invertidos para prevenir la ruina, es decir, la tasa que se supuso en el cálculo de las primas.
- $E$  = Costos de adquisición de las pólizas.
- $C'_{t(\epsilon/2)}$  = Capital necesario para proteger al asegurador del incremento en la variabilidad de su portafolio de líneas de seguros, como consecuencia de la adición de una nueva póliza.
- $P$  = Primas

La investigación aplicó esta fórmula utilizando cifras del total de la industria norteamericana de seguros (daños).

La variable capital (expresada en billones de dólares) estaría dada por:

$$U_t = U_{t,obs} \cdot \left( \frac{F}{P} \right) \cdot UPR = 53.8 \cdot \left( \frac{25.5}{99.1} \right) \cdot 37.1 = \$63.1$$

suponiendo que no existe sub o sobre estimación en las reservas de previsión ( $\beta = 0$ ).

El factor asociado al riesgo de inversión, utilizando cifras después de impuestos es de 6.7%. La reserva de contingencia para 1981 ( $IRF_{t+1} = .1 \cdot .067 \cdot 212.25$ ) sería de 14.22 billones de dólares. La reserva de contingencia para 1980 ( $IRF_{t+1} = .1 \cdot .069 \cdot 198.31$ ) sería de 13.68 billones de dólares. De esta forma el numerador de la ecuación (8) viene dado por el capital ajustado menos la variación en la reserva de contingencia:

$$(9) \dots \$63.1 - (\$14.22 - \$13.68) = \$62.86$$

en billones de dólares.

En la estimación del denominador, el estudio supuso que el cociente de gasto marginal (E') era de 50.15 por cada cambio de \$1.00 dólar en primas (P'). Para el caso de la demanda marginal por capital ( $C'_{(t/2)}$ ), se supusieron los siguientes parámetros de la distribución agregada de los siniestros: (1) una media ( $b_1$ ) igual a .20, (2) una varianza ( $b_2$ ) igual a .16, y (3) un índice de asimetría ( $b_3$ ) igual a 1.5. El valor de  $\omega$  asociado a un valor de  $(\epsilon/2) = .005$  es de 1.29 (esto es 2.58 por un medio del riesgo), por lo tanto  $C'_{(t/2)} = 4.2$ . Utilizando estos supuestos, el denominador de (8) se vuelve:

$$(10) \dots .15 + 4.2 - (.85)(.067) = 4.11$$

La capacidad viene dada por el cociente de las ecuaciones (9) y (10):

$$K_{t(v)} = \frac{\$62.86}{\$4.11} = \$14.25 \text{ billones}$$

Esta cifra representa el volumen teórico de primas adicionales que la industria podrá emitir en 1982, basándose en su posición financiera a finales de 1981, una máxima posibilidad de ruina de .01, y los demás supuestos dados. Esta cifra indica que el capital ajustado deberá crecer en un 22.7% para el año

de 1982, para mantenerse en límites confiables bajo los supuestos utilizados. En otras palabras, el cociente de primas a capital deberá crecer en .2270 para no poner en peligro la solvencia de un asegurador que observa características similares a las de la industria<sup>31</sup>.

De acuerdo con esta metodología, se puede reconocer como a lo largo de su evolución, se plantean resultados y procedimientos claros y bien sustentados para el cálculo del factor necesario para ajustar la reserva de previsión, el cálculo de la reserva de contingencia, así como los requerimientos de capitalización que se requieren para emitir un cierto volumen de primas. En resumen, esta metodología presenta un marco analítico coherente y bien articulado, que establece, finalmente, el objetivo expreso de la regulación "lograr un margen adecuado de solvencia".

A continuación se procede con la discusión de las restricciones de portafolio contenidas en el régimen de inversión del sector asegurador.

#### **I.2.2.2 Evolución del Régimen de Inversión del Sector Asegurador<sup>32</sup>**

La historia del régimen de inversión del sector asegurador se remonta al año de 1935. A partir de esta fecha, dicho régimen ha sufrido dos modificaciones de importancia. La primera modificación se da en el año de 1981<sup>33</sup>, la segunda se da a partir de una circular emitida por la S.H.C.P. en el año de 1987<sup>34</sup>.

El régimen de inversión desde sus orígenes presenta una estructura que puede dividirse en tres categorías: i) Un régimen de inversión obligatoria; ii) un régimen de inversión orientada; y iii) un régimen de inversión libre.

<sup>31</sup> Esta fórmula puede sensibilizarse fácilmente, alterando a juicio del asegurador o de una entidad regulatoria, los parámetros de la distribución de los siniestros, cociente de gasto marginal, etc.

<sup>32</sup> La construcción de este inciso, no hubiera sido posible sin los comentarios del Lic. Gilberto Hernández de la Fuente (Grupo Nacional Provincial) y del Lic. Mancera (C.N.B.S.).

<sup>33</sup> Publicada en el diario oficial de la federación del día 7 de enero de 1981.

<sup>34</sup> Circular S-494, a partir de enero de 1990, aparece un nuevo conjunto de reglas para la inversión de las reservas. Estas se discutirán en el Capítulo III.

Para presentar el primer régimen de inversión y sus subsecuentes modificaciones se optó por no mencionar la totalidad de los artículos de donde proceden. En vez de esto, se utiliza un esquema organizado a través de cuadros en los que se ubica el régimen de inversión en cada una de sus categorías para cada uno de los años. Dentro de cada apartado, se señala la referencia que éste tiene en él o los artículos respectivos a la legislación de cada año.

En los cuadros 1.4 a 1.6 se presentan los diferentes regímenes de inversión por los que ha atravesado el sector asegurador.

CUADRO 1.4  
REGIMEN DE INVERSION DEL AÑO DE 1935

RESERVAS TECNICAS = \$100.00 A) APARTADO DE INVERSION OBLIGATORIA (35% DE LAS RESERVAS TECNICAS).	RESERVAS DE CAPITAL = \$100.00 A) APARTADO DE INVERSION OBLIGATORIA (35% DE LAS RESERVAS DE CAPITAL) REFERENCIA: ART. 86
A.1) Por lo menos un 25% en certificados de participación o bonos hipotecarios o valores en serie del gobierno federal (con interés no superior al 6% anual).	A.1) Aplica de igual forma
A.2) Un 5% en bonos de habitación popular, emitidos por instituciones nacionales de crédito.	A.2) Aplica de igual forma
A.3) Cuando menos un 5% deberá invertirse en: i) Habitaciones populares; ó ii) Edificación de viviendas populares; ó iii) En préstamos hipotecarios con interés no mayor al 7% anual; ó iv) Bonos para la habitación popular emitidos por instituciones nacionales de crédito.	A.3) Aplica de igual forma
A.4) Se podrá admitir un 5% de inversión dentro del 25% referido en (A.1) en valores de la deuda pública titulada a cargo del gobierno federal.	A.4) Aplica de igual forma
A.5) Las inversiones en obras públicas de utilidad social podrán ser asimiladas a la inversión en valores del estado, para los efectos del cómputo del 25% referido en (A.1), hasta un 5%, siempre y cuando se invierta cuando menos otro tanto igual al que se les considera, que se afectará en otros renglones de la inversión.	A.5) Aplica de igual forma
Monto de las reservas afectas hasta este apartado = \$35.00	
Las referencias a estos apartados, corresponden a la Ley de Seguros y Fianzas de 1935.	

**CUADRO 1.4 (CONTINUACION)  
REGIMEN DE INVERSION DEL AÑO DE 1935**

B) APARTADO DE INVERSION ORIENTADA REF. ART 87.	C) APARTADO DE INVERSION LIBRE
Monto afecto por las siguientes disposiciones = \$65.00	Se pueden invertir los \$65.00 restantes sin ninguna restriccion, salvo por lo estipulado en el punto (B.10).
<p>B.1) Hasta un 30% en préstamos hipotecarios y cédulas y bonos hipotecarios, así como préstamos con garantía de los mismos. REF. ART 87.</p> <p>B.2) Hasta un 30% en inmuebles urbanos. REF. ART 87.</p> <p>B.3) (B.1) más (B.2) no deben exceder el 50% de las reservas, esto es:</p> <p align="center">(B.1) + (B.2) &lt; .50 (\$65.00)</p> <p>B.4) Hasta un 10% en efectivo o en depósitos a la vista.</p> <p>B.5) Hasta un 20% en acciones o préstamos con garantía de las mismas. (Estas acciones u obligaciones debían de ser de empresas mexicanas que no fuesen: mineras, petroleras o de seguros).</p> <p>B.6) El 20% establecido en (B.5) podrá invertirse totalmente en valores industriales o préstamos con garantía de los mismos.</p> <p>B.7) Hasta un 5% en acciones de instituciones nacionales de crédito. Estas inversiones se computarán dentro del 20% establecido en (B.5).</p> <p>B.8) Las inversiones en acciones a que se refieren (B.5)-(B.7) no podrán exceder, en lo individual, del 30% del capital de la sociedad emisora.</p> <p>B.9) Hasta un 20% en descuentos y redescuentos y en créditos de habilitación o refaccionarios, pero sin que las operaciones de préstamos hechas en forma directa excedan del 5% de las reservas técnicas (es decir, el 5% de los \$65.00 pesos restantes).</p> <p>B.10) Los créditos, títulos o valores de que sea responsable un mismo emisor, no excederán del 10% de la suma de las reservas técnicas, capital y reservas de capital de la institución inversora. Es decir, que el máximo monto a invertir en un activo en lo individual bajo este apartado esta dado por:</p> <p align="center">Máximo Monto = .10 [(\$65.00 de reservas técnicas) + (\$65.00 de reservas de capital) + (Capital)].</p> <p>B.11) Se podrán autorizar inversiones en valores extranjeros para invertir las reservas en moneda extranjera, pero dicha autorización no excederá del 25% de las reservas totales. REF. ART. 88.</p>	<p align="center">Esta cláusula si aplica.</p>



En el cuadro 1.5A, se presenta la primera modificación al régimen de 1935.

**CUADRO 1.5A  
REGIMEN DE INVERSION DEL AÑO DE 1981**

---

---

RESERVAS TECNICAS Y PARA FLUCTUACIONES DE VALORES

---

---

**A) APARTADO DE INVERSION OBLIGATORIA**

A.1) Hasta un 50% de las reservas computables, en depósitos con interés en la institución u organismo del sector público que determine de la S.H.C.P.

**B) APARTADO DE INVERSION ORIENTADA**

B.1) Hasta un 25% de dichas reservas computables en los bienes valores y créditos y otros renglones de activo que señale la S.H.C.P.. Este porcentaje podrá elevarse reduciendo, en su caso, el correspondiente a los depósitos que establece (A.1). En todo caso la suma de dichos depósitos y los activos a que esta fracción se refiere, no podrán exceder del 75% de las reservas computables de las instituciones.

**C) APARTADO DE INVERSION LIBRE**

C.1) No menos del 25% de las reservas computables podrá mantenerse en bienes, valores, créditos y demás activos, sin más limitaciones que las establecidas por esta ley o conforme a disposiciones de carácter general expedidas conforme a la misma.

---

---

Las referencias proceden de la Ley de Seguros y Fianzas de 1981, art 57.

---

---

Como se puede observar, el paso del régimen de inversión de 1935 a 1981, pierde por completo el carácter específico del régimen de 1935 (por lo menos en lo establecido en la ley). Por lo tanto, el análisis de éstas tres restricciones, tal y como aparecen en la LSYF de 1981, es difícil de implementar. Este régimen se lleva a la práctica de acuerdo a como se presenta en el cuadro 1.5B.

**CUADRO 1.5B**  
**REGIMEN DE INVERSION DEL AÑO DE 1981 EN LA PRACTICA**

---

**RESERVAS TECNICAS Y PARA FLUCTUACIONES DE VALORES = \$100.00**

---

**A) APARTADO DE INVERSION OBLIGATORIA (25%) = \$25.00**

---

Consiste en un depósito obligatorio del 25% de las reservas en Banco de México.

---

**B) APARTADO DE INVERSION ORIENTADA (75% RESTANTE) = \$75.00**

---

Las proporciones aplicadas siguen siendo las mismas que las del régimen de 1975, pero con las siguientes adecuaciones:

i) Desaparecen bonos de bajo interés;

ii) Desaparece habitación popular;

iii) La cláusula que impone (B.10) del cuadro 1.4, no afecta a los siguientes activos:

Se permite invertir hasta un 100% del 75% restante de las reservas técnicas en los siguientes instrumentos

**INSTITUCION**

**INSTRUMENTOS**

BAHIXICO

NAFINSA

BANBRAS

SOCIEDADES NACIONALES DE CREDITO

CETES

Certificados de participación NAFINSA 5, 6 y 10%. Petrobreros.

Bonos Hipotecarios.

Pagarés, Depósitos a plazo, Cuentas de cheques.

iv) La cláusula que impone (B.10) afecta a los siguientes activos:

La inversión individual en cada uno de los siguientes instrumentos no podrá rebasar el 10% del 75% restante de las reservas técnicas:

LISTA DE ACTIVOS (IHDEV'1)

Acciones, obligaciones, fondos de renta fija y de renta variable, pagaré empresarial, CAPS, pagafés, BONDES, BORES, BIB.

v) La suma de los activos de la lista anterior más aceptaciones bancarias no podrá exceder del 20% del 75% restante de las reservas técnicas. Además, la inversión individual en cada uno de estos activos no podrá rebasar el 25% del capital de la sociedad emisora.

vi) Se excluye al papel comercial del universo de activos susceptibles de inversión.

vii) Préstamos. La inversión en descuentos y redescuentos no rebasará el 20% del 75% restante de las reservas técnicas. Los préstamos hipotecarios, inmobiliarios y prendarios, no rebasarán el 30% del 75% restante de las reservas técnicas. La inversión de estos préstamos se computará dentro del 20% referido en el punto (v). Los préstamos de habilitación y avío se encuentran reglamentados hasta enero de 1990.

---

Las modificaciones que se introducen en 1987, se presentan en el cuadro 1.6 .

**CUADRO 1.6**  
**MODIFICACIONES AL REGIMEN DE INVERSION DE 1981**  
**(REGIMEN DE 1987)**

---

**RESERVAS TECNICAS Y PARA FLUCTUACIONES DE VALORES**

---

1.- Se incluye al papel comercial en el universo de activos, pero la inversión en este instrumento se ve afectada por lo estipulado en los puntos (iv) y (v) del cuadro 1.5B.

2.- La inversión en aceptaciones bancarias sale del punto (v) y entra al (iii).

---

La información contenida en éstos cuadros permite establecer lo siguiente:

a) En lo general, el régimen de inversión es un conjunto de reglas que canalizan los recursos financieros del sector asegurador a ciertos sectores económicos en forma directa o indirecta (a través de la canalización de recursos a instrumentos financieros específicos).

b) La canalización se lleva a cabo fijando topes máximos o niveles mínimos de inversión en un cierto activo o en un grupo de activos.

c) Este régimen se ha venido adecuando en función de los nuevos instrumentos que han surgido en el mercado. Se han incorporado nuevos instrumentos y se han eliminado aquellos que son obsoletos.

d) Se observa que, en lo que respecta a la asignación de los recursos, existe una tendencia a disminuir el monto sujeto al régimen de inversión obligatoria y a aumentar la participación del régimen de inversión orientada.

e) Si bien, el universo de activos se ha ampliado considerablemente<sup>35</sup>, el establecimiento de las proporciones máximas o mínimas a invertir ha permanecido prácticamente inalterado. A continuación se presenta un análisis de las características del régimen de inversión.

#### II.2.2.2.1 Análisis del Régimen de Inversión

Presumiblemente, para lograr su propósito de firmeza y solvencia institucional, la regulación de portafolio, contenida en el régimen de inversión, ha diseñado dos instrumentos. El primero de ellos consiste en eliminar a un activo o conjunto de activos del universo de instrumentos financieros considerados para la inversión (restricción de exclusión). El segundo instrumento consiste en fijar las proporciones máximas o mínimas a invertir en un activo o grupo de activos (restricción de  $\alpha\%$  de diversificación).

---

<sup>35</sup> La lista 42, de valores aprobados por la CNV para la inversión de instituciones de seguros, contiene un universo sustancial de activos financieros (publicada, en el diario oficial de la federación, del día primero de agosto de 1988).

Cabe destacar, que el caso bajo el cual se manifiesta la restricción de  $\alpha\%$  de diversificación en el régimen de inversión es de sumo interés, pues esta presenta un carácter múltiple. En otras palabras, el  $\alpha\%$  de diversificación se aplica de la siguiente forma:

i) Primero se define a un conjunto de activos.

ii) A cada uno de los elementos que componen a este conjunto se les restringe mediante dos restricciones de  $\alpha\%$  de diversificación:

ii.1) Cada activo no podrá rebasar el monto preestablecido por una cantidad igual al 10% de las reservas técnicas; y

ii.2) Cada activo no podrá rebasar el monto preestablecido por una cantidad igual al 25% del capital de la institución que lo emite.

iii) Por último, se restringe al conjunto de activos mediante una restricción adicional de  $\alpha\%$  de diversificación:

iii.1) La inversión conjunta en un grupo de activos preestablecidos no podrá rebasar el 20% de las reservas técnicas.

De acuerdo con lo anterior, se observa que la primera restricción esta diseñada para limitar la máxima proporción que puede tener un sólo instrumento dentro del portafolio. La segunda restricción esta diseñada para limitar la máxima cantidad de ingreso operativo (reservas) que puede exponerse a través de un solo emisor. La tercera restricción limita la máxima proporción que podrá alcanzar un grupo de instrumentos financieros en el portafolio del sector asegurador.

El uso de este tipo de instrumentos es común en la regulación de los agentes financieros. Por ejemplo, este tipo de restricciones se manifiestan como cajones selectivos de crédito en la banca, restricciones de exclusión sobre la inversión en activos internacionales en la bolsa, ..., etc. También cuando estas restricciones se expresan en términos de capital, representan topes máximos de apalancamiento.

El diseño e implementación de este tipo de instrumentos se fundamenta en lo siguiente:

El riesgo del portafolio del sector asegurador, esto es, el riesgo que asumen el capital y reservas invertidos, depende primordialmente de la composición de activos en el portafolio, la variación de los rendimientos, y del monto de capital y reservas en relación al monto de las primas emitidas.

De esta forma el riesgo del portafolio puede atribuirse a las siguientes categorías<sup>36</sup>:

- i) Riesgo de tasas de interés. Que proviene de la estructura de plazos del portafolio;
- ii) Riesgo de incumplimiento. Que proviene del monto de reservas y capital expuesto a través de un solo emisor; y
- iii) Riesgo de mercado. Que proviene del tipo y calidad de los activos que se adquieren.

Tomando en consideración estos tres componentes del riesgo, se infiere que los instrumentos de exclusión y de  $\alpha\%$  de diversificación, "presumiblemente" pretenden eliminar o disminuir el riesgo de incumplimiento y el riesgo de mercado.

El punto medular del presente trabajo es investigar, en el contexto de un modelo de portafolio, si estas restricciones cumplen con estos propósitos y por ende con el propósito de mantener la firmeza y solvencia institucional. Específicamente, el interés radica en verificar si estas restricciones no interfieren con la libre determinación de las asignaciones de activos en el portafolio del sector asegurador.

---

<sup>36</sup> Véase, Koehn, M. Bankruptcy Risk in Financial Depository Intermediaries. Lexington Books, 1979.

### I.2.3 COMPARACION DE LA REGULACION DE INVERSION DE LAS RESERVAS EN MEXICO Y EN LOS ESTADOS UNIDOS

Para los efectos de esta comparación se tomó a la ley en materia de seguros del Distrito de Columbia. Cabe señalar que se conoce que existen diferencias entre las legislaciones de seguros de los estados de la unión americana. Por ejemplo, se conoce que en algunos estados existe la libre determinación de tarifas y en otros estados las tarifas se encuentran sujetas a regulación. En el caso de la regulación de inversión, se desconoce que tanto varía la regulación entre los estados o inclusive, si es que existe alguna diferencia. Por lo tanto, no se puede afirmar que esta comparación sea completamente representativa de lo que ocurre en toda la unión americana<sup>37</sup>.

La exposición de la regulación sigue los mismos lineamientos que los del apartado anterior, salvo por dos cambios: a) no se presenta una evolución histórica puesto que sólo se cuenta con la legislación actual; y 2) la ley de seguros de los Estados Unidos establece diferentes requerimientos de inversión por categoría de seguro, por lo que se presenta un cuadro para cada categoría de seguro. Al final de estos cuadros se efectúa la comparación entre las legislaciones.

La ley de seguros de los Estados Unidos establece tres grandes categorías de seguros: i) Seguro de vida; ii) Seguro marítimo; y iii) Seguro de incendio, marítimo y de accidentes<sup>38</sup>. Los requerimientos de inversión para las categorías de vida, marítimo, y de incendio marítimo y de accidentes se presentan en los cuadros 1.7, 1.8, y 1.9 respectivamente.

---

37 A este respecto, sólo se puede mencionar que en un estudio elaborado por Hofflander & Markle (1976), orientado al análisis de las restricciones de portafolio, se utilizó una muestra de empresas de diferentes estados de la unión americana, a la cual se le aplicó el mismo tipo de requerimientos de inversión. Esto último, es indicativo de que no existe diferencia alguna entre los regímenes de inversión entre los estados y/o de existir alguna diferencia, ésta es mínima.

38 El seguro marítimo se considera como una categoría por separado, y dentro del conjunto de la categoría de incendio, marítimo y de accidentes. Cabe destacar, que la categoría de seguro marítimo incluye tanto al transporte de mercancías por vía marítima como terrestre. También dicha categoría incluye a los ramos de automóviles, responsabilidad civil y riesgos profesionales, así como el ramo de crédito.

**CUADRO I.7**  
**REGIMEN DE INVERSION EN LOS ESTADOS UNIDOS**  
**(REGIMEN ACTUAL PARA LA CATEGORIA DE SEGURO DE VIDA)**

1) La inversión en los siguientes activos no se encuentra sujeta a restricciones:

1.1) Bonos, pagarés obligacionales, certificados de participación u otras evidencias de endeudamiento, que se encuentren garantizados o asegurados en su principal e intereses y que hayan sido emitidos o estén por emitirse en un futuro a través de las siguientes instituciones, agencias, autoridades o entidades políticas:

- a) Banco Interamericano de desarrollo y reconstrucción;
- b) Banco Interamericano de desarrollo;
- c) El Banco federal de préstamos a la casa habitación;
- d) Cualquier asociación federal de préstamo a la casa habitación;
- e) La administración de crédito agrícola;

El ámbito geográfico de las inversiones no se limita al Distrito de Columbia. Las inversiones pueden efectuarse en cualquier estado, territorio o posesión de los Estados Unidos, Canadá y cualquiera de sus provincias.

1.2) Bonos y pagarés garantizados por bienes raíces en los Estados Unidos y Canadá, cuyo valor no exceda del 33.33 % del monto que se prestó a través de ellos.

1.3) Certificados de depósito, aceptaciones bancarias u otros instrumentos del tipo y plazo que permitan que éstos sean elegibles, por ley, para su compra en el mercado abierto por los bancos de la reserva federal.

1I) Los siguientes instrumentos no podrán rebasar el 2% de los activos admitidos de las empresas:

1I.1) Pagarés, bonos, o certificados garantizados por cualquier equipo de transporte, arrendo o arrendado a cualquier compañía de transporte domiciliada en los Estados Unidos o Canadá, que haya tenido ingresos netos por un millón de dólares en el año fiscal anterior a la compra de estos títulos. Sin embargo, la inversión en estos instrumentos no podrá rebasar el monto establecido en (II), en una sola emisión de una sola compañía.

1I.2) Pagarés, bonos u otros títulos que evidencien tener el derecho de recibir sumas parciales de acuerdo con lo establecido en un contrato de arrendamiento o venta condicional. Dicha emisión, debe estar aprobada por una autoridad pública de competencia en esta materia. Sin embargo, la inversión en éstos instrumentos no podrá rebasar el monto establecido en (II), en una sola emisión de una sola compañía. La inversión en este apartado se sujetará, también, a lo estipulado en los puntos (ii) y (iii) del apartado (II.4).

1I.3) Equipo o maquinaria para su uso en transporte, sector manufacturero, productivo o de distribución ha ser arrendada a cualquier compañía solvente de los Estados Unidos o Canadá. Sin embargo, la inversión que abarca este apartado no podrá rebasar el monto establecido en (II), en una sola emisión de una sola compañía. La inversión que abarca este apartado se sujetará, también, a lo estipulado en los puntos (ii) y (iii) del apartado (II.4).

1I.4) Bonos u otras evidencias de endeudamiento de cualquier compañía solvente de los Estados Unidos o Canadá. Siempre y cuando:

- i) Ninguna compañía invierta más allá del monto que establece (II), en una sola emisión de una sola compañía;
- ii) Las ganancias netas disponibles para cubrir los costos fijos de la compañía emisora, hayan promedio en los cinco años anteriores a la fecha de la compra del activo, no menos de una y media veces sus costos fijos anuales; y
- iii) No debe haber existido incumplimiento en el pago de intereses en el período de cinco años anteriores a la fecha de compra de dichos instrumentos.

1I.5) Certificados, pagarés u otras obligaciones emitidas por los administradores o contadores de cualquier compañía creada bajo las leyes de los Estados Unidos, cuyos activos se encuentren administrados bajo la dirección de cualquier corte que tenga jurisdicción en el caso. Siempre y cuando, la inversión que abarca este apartado no supere el monto establecido en (II), en una sola emisión de una sola compañía.

1II) Las siguientes inversiones no podrán rebasar el 1% de los activos admitidos de las compañías:

1II.1) Acciones preferenciales de cualquier compañía solvente (diferente de la propia) creada bajo las leyes de los Estados Unidos o Canadá. Dicha compañía debe haber ganado una suma, aplicable a dividendos, por lo menos tres veces superior al monto pagadero en dividendos en cada uno de los tres años anteriores a la fecha de la inversión. En el caso de nuevas emisiones de dichas acciones, las garantías aplicables a dividendos deben de ser, por lo menos iguales a tres veces el monto de requerimientos anuales pro forma, después de dar efecto al nuevo financiamiento. Adicionalmente, estas nuevas emisiones no podrán rebasar el monto establecido en (1II), en una sola emisión de una sola compañía.

1II.2) Acciones o valores garantizados por cualquier compañía solvente creada bajo las leyes de los Estados Unidos o Canadá. Siempre y cuando, la compañía que garantiza dichos valores, haya ganado en cada uno de los tres años anteriores a la fecha de la inversión, una suma aplicable al pago de interés en sus deudas, obligaciones pendientes, y dividendos en todas sus acciones o valores garantizados, por lo menos igual a dos veces el monto de los intereses y dividendos pagaderos en cada uno de éstos años. La inversión que abarca este apartado no podrá rebasar el monto establecido en (1II), en una sola emisión de una sola compañía.

1II.3) Acciones comunes de cualquier compañía solvente creada bajo las leyes de los Estados Unidos o Canadá. Dicha compañía debe haber pagado dividendos comunes en efectivo por un período no menor a los cinco años anteriores a la fecha de compra de dichas acciones. Adicionalmente, si dicha compañía emite acciones preferenciales, u otros valores, estos deben ser elegibles como instrumentos de inversión bajo las provisiones que establecen los apartados anteriores.

## CUADRO 1.7 (CONTINUACION)

## REGIMEN DE INVERSION EN LOS ESTADOS UNIDOS (REGIMEN ACTUAL PARA LA CATEGORIA DE SEGURO DE VIDA)

- IV) Préstamos en garantía de los valores antes mencionados, siempre y cuando no excedan del 85% del valor de mercado del colateral que se tomó como garantía a la fecha en que se otorgó el préstamo.
- V) Una compañía que realice operaciones en otro país, podrá invertir los fondos requeridos para cumplir con sus obligaciones en dicho país y en conformidad con las leyes de ese país. Estas inversiones deberán realizarse en el mismo tipo de activos, que se permiten por ley, para su inversión en los Estados Unidos.
- VI) Cualquier compañía doméstica, también podrá prestar e invertir sus fondos siempre y cuando el costo de dichas operaciones no rebase en el agregado cualesquiera sea la menor de las siguientes cantidades: (1) 5% de sus activos admitidos; o (2) un monto de capital y reservas de contingencia no superior a 1,500,000 dólares en préstamos o inversiones diferentes a la compra de acciones comunes de empresas de seguros) que no se encuentren referidos en ninguno de los apartados anteriores. En caso de que después de realizar la inversión bajo este apartado, se determine que dicha inversión o préstamo califica con lo establecido en cualquier otro apartado, la compañía deberá considerar a dicho préstamo o inversión de acuerdo con las provisiones de dicho apartado.
- VII) Nada de lo que se establece en los apartados anteriores podrá prohibir, el que una compañía acepte de buena fe y para proteger sus intereses, valores o propiedades diferentes a los mencionados en los apartados anteriores, para cubrir sus deudas.

## CUADRO 1.8

## REGIMEN DE INVERSION EN LOS ESTADOS UNIDOS (REGIMEN ACTUAL PARA LA CATEGORIA DE SEGURO MARITIMO)

- I) El capital y reservas de toda compañía doméstica que realice transacciones de seguro marítimo en el Distrito de Columbia deberán invertirse y mantenerse invertidos en:
- 1) Bonos o valores de los Estados Unidos, cualesquiera de sus estados, condados, municipios, escuelas, u otro distrito ubicado dentro de los Estados Unidos, o bonos para préstamos federales agrícolas, cuya estimación no se efectúe por encima de su valor a la par o de su valor de mercado;
  - 2) Bonos o valores garantizados por hipotecas en los Estados Unidos, que no valgan menos de un 50% del monto que se encuentra garantizado en ellos;
  - 3) Bonos hipotecarios de cualquier compañía ferroviaria de los Estados Unidos que no haya incurrido en incumplimiento del pago de intereses en un periodo de cinco años anteriores a la fecha de la compra de dichos bonos;
- II) El capital y reservas de cualquier compañía que no se encuentre organizada bajo las leyes del Distrito de Columbia deberán de invertirse de acuerdo con lo que se establece en (I), salvo por el hecho de que los activos de la compañía extranjera o de otra compañía de algún otro estado de los Estados Unidos puedan ser reconocidos como inversiones legales.
- III) Una compañía que realice operaciones en otro país, podrá invertir los fondos requeridos para cumplir con sus obligaciones en dicho país y en conformidad con las leyes de ese país. Estas inversiones deberán realizarse en el mismo tipo de activos, que se permiten por ley, para su inversión en los Estados Unidos.
- IV) Nada de lo que se establece en los apartados anteriores podrá prohibir, el que una compañía acepte de buena fe y para proteger sus intereses, valores o propiedades diferentes a los mencionados en los apartados anteriores, para cubrir sus deudas.

## CUADRO 1.9

## REGIMEN DE INVERSION EN LOS ESTADOS UNIDOS (REGIMEN ACTUAL PARA LA CATEGORIA DE SEGUROS DE INCENDIO, MARITIMO Y ACCIDENTES)

Las empresas domesticas que operen en estas categorias deberán invertir sus fondos en:

- 1) Bonos u otras evidencias de endeudamiento de los Estados Unidos, cualesquiera de sus estados, Canadá o cualesquiera de sus provincias. Obligaciones emitidas o garantizadas en su principal e intereses por el Banco Interamericano de Desarrollo, y por el Banco Interamericano de Desarrollo y Reconstrucción.
- 2) Bonos u otras evidencias de endeudamiento de cualquier condado, ciudad, pueblo, distrito escolar, u otro distrito municipal ubicado en los Estados Unidos o Canadá.
- 3) Bonos o pagarés garantizados por hipotecas en bienes raíces ubicados en los Estados Unidos o Canadá cuyo valor no se inferior al 50% del monto garantizado en ellos.
- 4) Bonos o pagarés garantizados por hipotecas emitidos y asegurados por la secretaría de desarrollo urbano y habitación; y en obligaciones emitidas por la secretaría de desarrollo urbano y habitación.
- 5) Acciones, valores u otras evidencias de endeudamiento de cualquier empresa solvente ubicada en el territorio de los Estados Unidos o Canadá (excepto por las acciones propias de las empresas). Sin embargo, dichas inversiones deberán realizarse en aquellos instrumentos que no hayan incurrido en incumplimiento del pago de dividendos en efectivo en cada uno de los cinco años fiscales anteriores a la fecha de compra de dichos instrumentos.
- 6) Préstamos en garantía de los valores mencionados anteriormente.
- 7) Una compañía que realice operaciones en otro país, podrá invertir los fondos requeridos para cumplir con sus obligaciones en dicho país y en conformidad con las leyes de ese país. Estas inversiones deberán realizarse en el mismo tipo de activos, que se permiten por ley, para su inversión en los Estados Unidos.
- 8) Las inversiones autorizadas para la categoría de vida o que puedan autorizarse para dicha categoría, pero de acuerdo a como se establece en dicho régimen.



En lo general, los tres regímenes proceden definiendo un universo de activos y de instituciones financieras en donde se podrán invertir, legalmente, los activos admitidos de las empresas de seguros. Posteriormente, se indican cuales de ellos están sujetos a un tope máximo de inversión y por último se indican cuales son las características con las que debe cumplir el activo para ser considerado como sujeto de inversión.

El régimen de inversión norteamericano contiene tres elementos interesantes:

1) Los regímenes de inversión para las categorías de vida e incendio, marítimo y accidentes contienen un universo mas amplio que la categoría del seguro marítimo. Los porcentajes de inversión permitidos bajo la categoría del seguro de vida, reflejan una seria preocupación acerca de la máxima proporción de fondos que puede exponerse en un sólo activo.

La diferencia entre las estructuras de los regímenes de vida y los demás puede atribuirse a lo siguiente:

Si un sector asegurador se encuentra incrustado en el ámbito de un mercado financiero bien desarrollado, la elección de los activos del portafolio de dicho sector tendería a reflejar la estructura de plazos de sus obligaciones. Es precisamente en este punto donde posiblemente radica la diferencia entre las regulaciones de inversión de las diferentes categorías.

Existe una diferencia obvia, pero importante de destacar entre las pólizas de vida y de daños. Las primeras observan una vigencia mucho más larga que las segundas. La madurez de las pólizas de vida, ocasiona que se de un flujo continuo de primas antes de tener que efectuar un desembolso. Adicionalmente, la frecuencia de los siniestros es mucho más predecible en el caso de vida que en el caso de daños. Si se toman estos dos factores en consideración, dentro de la categoría de vida, sólo se necesitará de liquidez en la medida de que los flujos de entrada de primas no alcancen a cubrir los pagos por siniestralidad más los pagos asociados a la colocación de las pólizas en libros. Por otra parte, la frecuencia de los siniestros en la categoría de daños no es fácil de predecir, y de esta forma las pérdidas promedio observan mucho mayor variabilidad que las pérdidas promedio en la categoría de vida.

2) En dos de los tres regímenes, el ámbito geográfico de las inversiones, también incluye al Canadá<sup>39</sup>.

3) Se establece claramente la forma en la que las empresas norteamericanas pueden invertir en el extranjero, así como la forma en la que las empresas extranjeras pueden invertir en los Estados Unidos. En el primer caso, la única interferencia en la forma de inversión se establece por la cláusula que indica que sólo se podrá invertir en aquellos activos que por ley son susceptibles para su inversión en los Estados Unidos. No existe interferencia alguna en cuanto a la determinación de las proporciones máximas o mínimas a invertir. En el segundo caso, la ley establece que las empresas extranjeras deberán invertir sus activos admitidos de igual forma que las empresas nacionales. También, se establece la posibilidad de que algunos de los activos que las empresas extranjeras posean en sus países de origen puedan clasificar dentro de las categorías de activos susceptibles de inversión en los Estados Unidos.

Ya en términos comparativos, ambos regímenes pretenden lograr el mismo propósito: "lograr la firmeza y solvencia institucional". En el caso del régimen norteamericano, queda mucho más claro el propósito de canalizar los recursos del sector asegurador a sectores específicos de actividad económica. También, dicho régimen manifiesta un gran esmero en la calificación de los activos y empresas que son elegibles para la inversión. A este respecto se podría pensar que el régimen mexicano no presenta gran preocupación, pero habría que tomar en cuenta, que no solamente existe la restricción de que la inversión en ciertos instrumentos no rebase el 25% del capital del emisor y el 10% de las reservas técnicas, sino que también existe una lista de valores aprobados por la Comisión Nacional de Valores para la inversión realizada por las empresas de seguros. Presumiblemente, dicha comisión se ha encargado de que los activos que aparecen en la lista presenten los requisitos de seguridad y solvencia adecuados. En caso de que se cumpla lo anterior, el régimen mexicano presenta una ventaja sobre del norteamericano en el sentido de un ahorro sustancial de tiempo y esfuerzo en la recopilación de la información necesaria para poder identificar cuales son los activos susceptibles de inversión.

En términos de las restricciones de exclusión y  $\alpha$ % de diversificación, se puede considerar lo siguiente:

---

<sup>39</sup> Se desconoce, si existe algún acuerdo entre las empresas del Distrito de Columbia y las del Canadá a este respecto o si esto se da para todos los estados de la unión americana.

1) La restricción de exclusión, prácticamente no aparece en la categoría del seguro de vida ni en la categoría del seguro de incendio, marítimo y de accidentes. Esta restricción aparece en la categoría del seguro marítimo, y si se toma en consideración a los universos de activos financieros contenidos en las otras categorías, esta restricción presenta una limitante, que puede considerarse como significativa.

2) La restricción de  $\alpha\%$  de diversificación sólo se presenta en la categoría de vida. Dicha restricción no se manifiesta con un carácter múltiple como en el caso del régimen mexicano (esto es, que sólo afecta a activos en lo individual, y no a la suma de las inversiones realizadas en varios activos). El porcentaje máximo de inversión en un sólo activo que establece esta restricción, es en extremo agresivo, ya que la restricción establece tope máximos de inversión de un 1% y un 2%. Estos porcentajes máximos presentan una disyuntiva interesante:

Por una parte es difícil concebir que bajo un contexto de libre determinación de fondos en un portafolio, la proporción asignada a algún valor o acción no rebase el 1% o 2% del total de los fondos (aún cuando se considere un universo tan amplio como el que presenta el régimen norteamericano). Por lo tanto, esta restricción seguramente esta interfiriendo con la asignación de fondos en el portafolio, lo que introduce un mayor nivel de riesgo por unidad de rendimiento. Por otra parte, dicha restricción, se asegura de que el riesgo de incumplimiento sea prácticamente nulo. Por lo tanto esta restricción, tácitamente, penaliza la ganancia que proviene de combinar activos con buenas características de riesgo, rendimiento y diversificación (que se resumen en la matriz de varianza - covarianza de los instrumentos) a favor de la disminución del riesgo de incumplimiento<sup>40</sup>.

De nuevo el régimen mexicano presenta una ventaja sobre del norteamericano ya que el  $\alpha\%$  de diversificación es del 10% (esto es, que el tope máximo de inversión bajo el régimen mexicano es del 10%). A pesar de esto, esta posible ventaja (en términos de diversificación), no queda muy clara cuando se toma en consideración la multiplicidad de la restricción de  $\alpha\%$  de diversificación del régimen mexicano.

---

<sup>40</sup> En el siguiente capítulo se tratan con un mayor detalle estos conceptos.

En todo caso, para poder afirmar lo anterior, se necesitará conocer "ceteris paribus" la evaluación técnica (actuarial) de la operación, el número de insolvencias que se registran en México y en los Estados Unidos atribuidas al factor inversión.

Cabe destacar, que existen algunas otras restricciones que se dan en el régimen norteamericano y que no se encuentran en forma explícita en la ley. Por ejemplo, y de acuerdo con Hofflander y Markle (1976), las compañías de seguros deberán mantener un efectivo equivalente al 10% de sus reservas.

En el siguiente capítulo se procede con la explicación del modelo que se utiliza para cuantificar el impacto de las restricciones de portafolio.

## CAPITULO II

---

## EL MODELO

---

## CAPITULO II

---

### EL MODELO

En este capítulo se analizará el efecto que introducen las restricciones de portafolio en el conjunto de oportunidades de inversión del sector asegurador. Para conducir este análisis, se requiere de la construcción de un modelo de riesgo - rendimiento que permita modelar adecuadamente la actividad inversora del sector asegurador bajo las ausencia y la presencia de restricciones institucionales.

De acuerdo con estas necesidades, la estructura de este capítulo consta de dos secciones. En la primera sección se expone el modelo que se utilizará para cuantificar el impacto de las restricciones de portafolio contenidas en el régimen de inversión del sector asegurador, en la segunda sección se introducen al modelo los diferentes tipos de restricciones que afectan al inversionista institucional.

#### II.1 EL MODELO<sup>1</sup>

El modelo que se utilizará a lo largo de este capítulo es el modelo de elección de portafolios basado en el criterio de la media - varianza. Este modelo atribuido a Harry Markowitz (1959) y a James Tobin (1958), utiliza para medir el rendimiento esperado del portafolio un promedio ponderado de los rendimientos esperados de los instrumentos que componen al portafolio. La cuantificación del riesgo en el portafolio se mide a través de la varianza de los instrumentos.

---

<sup>1</sup> Una exposición más detallada de este modelo se encuentra, por ejemplo, en Levy, H & Sarnat, M. Portfolio and Investment Selection, "Theory and Practice", Prentice Hall, Segunda ed. 1984, o en Merton, R. "An Analytic Derivation of the Efficient Portfolio Frontier", Journal of Financial and Quantitative Analysis, Septiembre de 1972.

Este modelo se ha utilizado bajo diferentes supuestos:

El primer requerimiento, común a todos los supuestos, es que los inversionistas se comporten como agentes aversos al riesgo<sup>2</sup>. Una vez que se satisface éste supuesto, adicionalmente se tendrá que cumplir con alguno de los siguientes requerimientos:

- a) Utilizar al modelo de la media - varianza como un criterio de aproximación;
- b) Que los rendimientos de los activos se distribuyan normalmente; y
- c) Que los inversionistas manifiesten su escala de preferencias a través de una función de utilidad cuadrática.

La investigación que aquí se presenta, se apega a los supuestos que se enuncian en (a) ó en (b), dada la falta de consistencia de los supuestos contenidos en el punto (c).

### II.1.1 Análisis de los Supuestos

En el caso (c), no es difícil demostrar que una función de utilidad cuadrática no está definida para todo el rango de rendimientos esperados. Dado que la función de utilidad cuadrática, es cóncava, a partir de su punto máximo los rendimientos esperados ya no están definidos, y de esta forma se tendría que a partir de este punto al inversionista le desagradarían los incrementos en el rendimiento promedio, lo cual es un supuesto que no se puede sostener.

También puede demostrarse que los inversionistas que poseen funciones de utilidad cuadráticas, presentan aversión absoluta creciente al riesgo. Esto es, que a medida que el inversionista se vuelve más

---

<sup>2</sup> Se define a un agente inversor como averso al riesgo, cuando su esquema de preferencias se puede resumir a través de una función utilidad cóncava en su nivel de riqueza ( $R$ ). En otras palabras, la utilidad marginal de un inversionista averso al riesgo decrece a medida que aumenta el nivel de su riqueza [ $u'(R) > 0$ ,  $u''(R) \leq 0$ ].

rico, éste invierte una proporción cada vez menor de su riqueza en el activo riesgoso<sup>3</sup>. De nuevo, este es un supuesto difícil de sostener<sup>4</sup>.

Los supuestos contenidos en (b) presentan una menor problemática: "Se libera a la función utilidad de tener una forma preestablecida y poco consistente a costa de imponer una distribución estadística sobre de los rendimientos de los activos".

El requerimiento del uso de la distribución normal, surge por la forma en la que se miden los rendimientos esperados en el modelo. Como ya se mencionó, el modelo utiliza a un promedio ponderado de los rendimientos esperados de los activos individuales que participan en la composición del portafolio, esto es:

$$\mu_p = \sum_{i=1}^n x_i \mu_i$$

donde  $\mu_p$  = rendimiento esperado del portafolio,  $x_i$  = proporción invertida en el activo  $i$ , y  $\mu_i$  = rendimiento esperado en el activo  $i$ . Si cada activo  $i$  puede caracterizarse conforme a una distribución normal, un portafolio  $\mu_p = \sum x_i \mu_i$ , también tendrá una distribución normal. Esto último permite que un portafolio

3 La demostración de esta proposición se puede efectuar como sigue. Suponga que existen dos activos cuyas características son las siguientes:

Activo A: media de  $A = \mu_A$  (activo libre de riesgo)

Activo B: media de  $B = \mu_B$ , varianza de  $B = \sigma_B^2$ ,  $\mu_B > \mu_A$

el inversionista posee una riqueza igual a  $SW$ . De esta riqueza, invierte  $\$B$  en el activo B y  $\$(W - B)$  en el activo A. El problema de asignación de este inversionista se resume en lo siguiente: el individuo debe maximizar el valor esperado del ingreso proveniente de los rendimientos de estos activos. El ingreso esperado derivado de estos activos está dado por la proporción invertida en A por la media de los rendimientos de A más la proporción invertida en B por la media de los rendimientos de B, esto es:

$$\bar{Y} = B\mu_B + (W - B)\mu_A$$

la función utilidad adopta la forma

$$U(Y) = a - bY^2 - cY^4$$

aplicando el operador de esperanza matemática en ambos lados de la función se tiene

$$E(U) = a - b\bar{Y}^2 - c\{\bar{Y}^2 + \text{Var}(Y)\}$$

sustituyendo  $\bar{Y}$  en la ecuación anterior:

$$E(U) = a - b(W - B)\mu_A - bB\mu_B - c\{(W - B)\mu_A + B\mu_B\}^2 - cB^2 \text{Var}(\mu_B)$$

Diferenciando esta expresión con respecto al activo B, se obtiene el cambio en la utilidad esperada asociado a un incremento de una unidad de inversión en el activo riesgoso

$$\frac{dE(U)}{dB} = b(\mu_B - \mu_A) - 2c(W - B)(\mu_B - \mu_A) - 2cB\mu_B(\mu_B - \mu_A) - 2cB \text{Var}(\mu_B)$$

igualando a cero y permitiendo que

$$\Delta = \mu_B - \mu_A > 0$$

se tiene

$$b\Delta - 2cW\mu_B\Delta - 2cB\Delta^2 - 2cB \text{Var}(\mu_B) = 0$$

multiplicando la ecuación anterior por  $(-1/2C)$  y despejando B se obtiene la proporción invertida en el activo riesgoso

$$B = \frac{-W\mu_B\Delta}{\Delta^2 + \text{Var}(\mu_B)} + \frac{b\Delta}{2c}$$

Por último, para demostrar ¿Qué es lo que le ocurre a esta proporción cuando aumenta el nivel de la riqueza?, se diferencia la expresión anterior con respecto a W

$$\frac{dB}{dW} = -\frac{\mu_B\Delta}{\Delta^2 + \text{Var}(\mu_B)} < 0$$

con lo que obtiene el resultado de aversión absoluta creciente al riesgo.

4 Esto es, que habría que sostener que el riesgo es un bien inferior.



pueda compararse con otro, o inclusive con un sólo activo que también se distribuya normal. En este punto es donde realmente surge el requisito de normalidad, ya que la normal es la única distribución para la cual se cumple que la suma de "n" variables normales también se distribuye normal<sup>5</sup>.

Finalmente, en el caso (a), la justificación del análisis de la media - varianza, proviene de una situación en el cual las varianzas entre los instrumentos de inversión son pequeñas (lo que traerá como consecuencia que las medias de los instrumentos no difieran en gran magnitud). De acuerdo con lo anterior se podrá aproximar bien a la distribución de los rendimientos en términos de sus primeros dos momentos. Este supuesto puede aplicar en esta investigación, ya que en el análisis empírico, las fronteras obtenidas, utilizan instrumentos del mercado de capitales en proporciones elevadas sólo en las regiones de alto riesgo y rendimiento.

## II.2 EXPOSICION DEL MODELO

Una vez que se han mencionado los supuestos que utiliza el modelo, se procede con su desarrollo, para lo cual se define la siguiente notación:

Se define que:

$R_i$  = Variable aleatoria que denota el rendimiento por peso invertido en el activo i;

$E[R_i] = \mu_i$  = Rendimiento esperado en el activo i;

$Var[R_i] = \sigma_i^2$  = Varianza de los rendimientos del activo i;

$v_i$  = Proporción invertida en el activo i,  $0 \leq v_i \leq 1$ ;

$Cov[R_i, R_j] = \sigma_{ij}$  = Covarianza entre los activos i y j.

donde

$$\mu_i = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N R_{it}$$

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N (R_{it} - \mu_i)^2$$

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N (R_{it} - \mu_i)(R_{jt} - \mu_j)$$

<sup>5</sup> En terminología estadística, la convolución de variables normales también se distribuye normal. Véase, Feldstein, M. "Mean - Variances in the Theory of Portfolio Selection". Review of Economic Studies, enero de 1969. Una demostración del requerimiento de normalidad fundamentado en los criterios de dominancia estocástica se encuentra en Levy, H & Sarnat, M. Opus en.

El rendimiento del portafolio esta dado por

$$(1) \dots R = x_1 R_1 + x_2 R_2 + \dots + x_n R_n$$

Aplicando el operador de esperanza matemática a la ec. (1) se tiene

$$(2) \dots \mu_p = \sum_{i=1}^N x_i \mu_i$$

La varianza del portafolio esta dada por<sup>6</sup>

$$(3) \dots \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N x_i x_j \sigma_{ij}$$

El primer término del lado derecho de la ec. (3) representa la suma de los riesgos individuales, el segundo término presenta las propiedades de diversificación (estabilización) de la varianza que provienen de la inversión conjunta. Para entender mejor este concepto, se puede reexpresar la expresión de la varianza del portafolio tomando en consideración que la covarianza del portafolio es igual a  $\sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$ :

$$(3') \dots \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j > i}^N x_i x_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$$

con esta ecuación es más fácil verificar la procedencia de las ganancias de diversificación en el modelo, para lo cual se pueden plantear 4 casos:

- (1)  $\rho = 1$ : En este caso los activos que componen el portafolio estarán perfectamente correlacionados y no habrá oportunidades de diversificación. Se agregaría al término (A) una magnitud igual a  $2x_i x_j \sigma_i \sigma_j$ ,
- (2)  $0 < \rho < 1$ : En este caso los activos presentan una correlación positiva, pero no exacta. Habrá oportunidades de diversificación, ya que se agregará al término (A) una magnitud menor a  $2x_i x_j \sigma_i \sigma_j$ , debido a que esta magnitud será una fracción de la primera con ( $\rho = 1$ )
- (3)  $\rho = 0$ : En este caso los activos presentan independencia estadística, en cuyo caso, también habrá diversificación, ya que no se agregará un riesgo adicional al término (A) debido a que (B) = 0
- (4)  $-1 < \rho < 0$ : En este caso los activos presentan correlación negativa, que origina que se de una disminución en el riesgo cuantificado en el término (A), ya que  $2x_i x_j \sigma_i \sigma_j < 0$

<sup>6</sup> Para el caso de dos activos, la fórmula de la varianza esta dada por:

$$Var(R) = E(R - ER)^2$$

$$= E[(x_1 R_1 + x_2 R_2) - (x_1 \mu_1 + x_2 \mu_2)]^2$$

$$= E[(x_1 R_1 + x_2 \mu_1) - (x_1 R_2 + x_2 \mu_2)]^2$$

$$= Var(x_1 R_1) + Var(x_2 R_2) + 2Cov(x_1 R_1, x_2 R_2)$$

$$= x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2x_1 x_2 \sigma_{12}$$

En resumen, las propiedades de diversificación (estabilización) de la varianza en el modelo Markowitz - Tobin, provienen del grado de asociación en el movimiento histórico entre los activos. A medida que los activos estén menos que perfectamente correlacionados habrá oportunidades de diversificar a partir de la inversión conjunta. Finalmente, estas oportunidades de estabilización de la varianza (riesgo) serán mayores a medida que la correlación ( $\rho_{ij}$ ) entre los activos sea menor.

El modelo Markowitz - Tobin establece, que el inversionista deberá minimizar la varianza del portafolio, sujeta a que la suma de las proporciones invertidas sea igual a la unidad, y a que el portafolio ofrezca un nivel de rendimiento predeterminado. De acuerdo con lo anterior, el modelo queda especificado de la siguiente forma:

$$(4) \dots \underset{x_i \geq 0}{\text{Min}} \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$$

s.a.

$$\mu_p = \sum_{i=1}^n x_i \mu_i$$

$$1 = \sum_{i=1}^n x_i$$

La forma lagrangeana del problema esta dada por:

$$\underset{x_i \geq 0}{\text{Min}} L = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} + \lambda_1 \left( \mu_p - \sum_{i=1}^n x_i \mu_i \right) + \lambda_2 \left( 1 - \sum_{i=1}^n x_i \right)$$

Las condiciones de primer orden del problema resultan en el siguiente sistema simultáneo de ecuaciones:

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = x_1 \sigma_1^2 + x_2 \sigma_{12} + \dots + x_n \sigma_{1n} - \frac{1}{2} \lambda_1 \mu_1 = \frac{1}{2} \lambda_2$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = x_1 \sigma_{21} + x_2 \sigma_2^2 + \dots + x_n \sigma_{2n} - \frac{1}{2} \lambda_1 \mu_2 = \frac{1}{2} \lambda_2$$

... ..

$$\frac{\partial L}{\partial x_n} = x_1 \sigma_{n1} + x_2 \sigma_{n2} + \dots + x_n \sigma_n^2 - \frac{1}{2} \lambda_1 \mu_n = \frac{1}{2} \lambda_2$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = x_1 \mu_1 - x_2 \mu_2 - \dots - x_n \mu_n = \mu_p$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1$$

La resolución de este sistema para diferentes valores de  $\mu_p^{07}$ , resulta en estrategias de inversión  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  que difieren para cada valor que adopta el rendimiento esperado<sup>8</sup>. Al sustituir los valores  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  en la expresión de la varianza del portafolio, se obtendrá un punto de varianza (desviación estándar) para cada nivel de rendimiento esperado predeterminado  $(\mu_p^{min}, \dots, \mu_p^{max})$  del portafolio. La gráfica de estos puntos en el espacio  $\mathbb{R}^2(\sigma, \mu)$ , define a la frontera de posibilidades de inversión (frontera de eficiencia).

Los valores de las proporciones invertidas que se obtienen bajo este método, permiten que las  $x$ 's adopten magnitudes tanto positivas como negativas (posiciones en corto en un activo)<sup>9</sup>. Ya que la actividad de inversión del sector asegurador puede considerarse como conservadora y no especulativa, el interés de la investigación se centrará sólo en los valores positivos que puedan asimilar las proporciones invertidas. Para lograr lo anterior, hay que agregar un conjunto de restricciones de no negatividad sobre las asignaciones de fondos  $(x_i \geq 0)$ . La introducción de estas restricciones, invalida el uso del método de Lagrange para resolver los valores de las asignaciones óptimas de recursos en el portafolio. El método de resolución apropiado requiere de la aplicación de las condiciones de programación matemática de Karush - Kuhn - Tucker. La estructura del problema presenta una función objetivo que es cuadrática en sus incógnitas, sujeta a un conjunto de restricciones lineales. En función de esta estructura, la técnica de resolución apropiada requiere de la utilización de métodos numéricos conocidos, en el ámbito de la investigación de operaciones, como problemas de programación cuadrática.

Estos métodos han aprovechado una característica singular de estos problemas no lineales de estructura especial: la linealidad del gradiente de la función objetivo. El uso de las condiciones de Karush - Kuhn - Tucker en la resolución de este problema, implica que se satisfagan una serie de ecuaciones no lineales conocidas como condiciones de ortogonalidad (complementariedad). Para evitar estas no linealidades en la resolución del problema, se ha alterado al método de resolución Simplex en dos fases, introduciendo un conjunto de ecuaciones combinatoriales que logran que la solución final satisfaga las condiciones de ortogonalidad del problema.

7 El super índice 0 del rendimiento esperado del portafolio refleja su carácter paramétrico.

8 Cabe destacar que la presencia de la restricción  $\sum x_i = 1$ , hace que una de las primeras "n" ecuaciones del sistema se vuelva redundante. Por lo tanto, en la resolución del sistema, habría que eliminar a una de las primeras "n" ecuaciones y resolver a la proporción faltante en términos de la restricción que la volvió redundante ( $\sum x_i = 1$ ).

9 Véase, Levy, H & Sarnat, M. Opus cit., pp. 328 - 329.

Sin más explicación, y a fin de evitar un desarrollo muy extenso de este capítulo se optó por presentar, con todo detalle, el método de resolución de programación cuadrática en el Apéndice A.

Una vez que se ha expuesto el modelo, se procede con el análisis de los efectos teóricos que introducen los diversos tipos de restricciones en el modelo de portafolio.

### II.3 EFECTOS TEORICOS DE DIVERSAS RESTRICCIONES EN EL MODELO DE PORTAFOLIO<sup>10</sup>

En esta sección se analizará el impacto de las restricciones de portafolio contenidas en el régimen de inversión del sector asegurador.

El análisis procede de la siguiente forma. En primer lugar se debe obtener la frontera de posibilidades de inversión bajo la ausencia de restricciones<sup>11</sup>. Por definición, la ubicación de esta frontera, indica las mejores posibilidades de inversión que podrá obtener el inversionista institucional que no enfrenta ninguna restricción en la asignación de fondos en su portafolio. Para poder cuantificar adecuadamente las distorsiones que introducen las diferentes restricciones institucionales en el contexto del modelo de portafolio, se debe comparar la frontera que se obtiene sin restricciones con la frontera que se obtiene al incorporar las restricciones institucionales.

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, el régimen de inversión del sector asegurador ha diseñado dos mecanismos que "presumiblemente" pretenden lograr una mayor seguridad en las operaciones de inversión. El primer mecanismo consiste en limitar la máxima proporción que el inversionista podrá asignar a un cierto instrumento de inversión o grupo de instrumentos de inversión (restricción de % de diversificación) dentro del total de activos del portafolio. El segundo mecanismo de la regulación consiste en eliminar a algún o algunos instrumentos de inversión del universo de activos susceptibles para la inversión del sector asegurador (restricción de exclusión). Por último, si bien no como un mecanismo, la regulación contiene otro requerimiento. Este requerimiento se encuentra en el régimen de inversión

<sup>10</sup> Esta sección se basa en Koehn, M. Bankruptcy Risk in Financial Depository Intermediaries. Lexington Books, 1979.

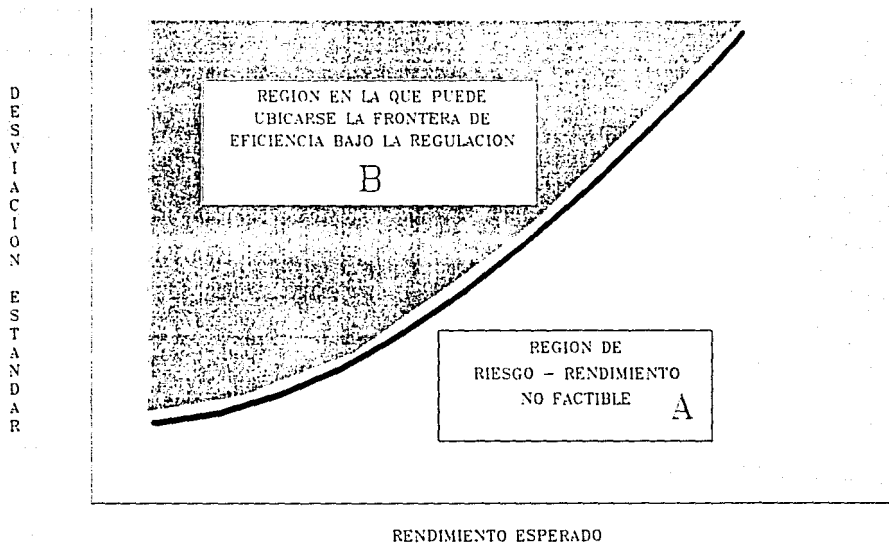
<sup>11</sup> Como se mencionó en el apartado anterior, dada la naturaleza de la actividad de inversión del sector asegurador los valores negativos (posiciones en corto) de las proporciones invertidas están fuera de contexto. La frontera de eficiencia sin restricciones se debe calcular sólo para los valores positivos de las asignaciones de recursos ( $x_i \geq 0$ ), por lo tanto esta frontera debe incorporar al conjunto de restricciones de no negatividad.

obligatoria, que consiste en un depósito de un 25% de las reservas en Banco de México. Este requerimiento puede modelarse como una restricción de requerimiento de reserva. En las siguientes tres sub secciones se analizará el efecto de cada una de estas restricciones.

Antes de comenzar con el análisis de las restricciones de portafolio, vale la pena destacar cuál es la naturaleza de la distorsión que pueden introducir los diferentes tipos de restricciones. La frontera de eficiencia sin restricciones se presenta en la gráfica II.1 .

GRAFICA II.1

FRONTERA DE EFICIENCIA  
REGION DE IMPACTO DE LA REGULACION



El espacio  $\mathcal{R}^2(\sigma, \mu)$  se ha dividido en dos regiones por lo siguiente. La frontera de oportunidades de inversión, muestra las mejores posibilidades de inversión que se pueden obtener con un universo de

activos financieros dado. Por lo tanto, la región A, que se ubica por debajo de la frontera, representa aquellas combinaciones de riesgo (desviación estándar) y rendimiento esperado (media) que no pueden alcanzarse bajo el universo de activos que se haya elegido.

La región B, que se ubica por encima de la frontera de eficiencia, representa a aquellas combinaciones de riesgo y rendimiento que son inferiores a las que se pueden obtener en la frontera de eficiencia. En otras palabras, tomando como dado el nivel de rendimiento esperado que se puede obtener en la frontera de eficiencia, las inversiones que se ubiquen en esta región presentarán un mayor nivel de riesgo que las que se pueden obtener en la frontera de eficiencia. De esta forma, ya que la frontera de posibilidades de inversión representa las mejores combinaciones de riesgo y rendimiento, el efecto de introducir restricciones en la forma de inversión puede alejar al inversionista institucional de esta frontera (en caso de que las restricciones sean efectivas). El efecto general que puede introducir el conjunto de restricciones es el exponer al inversionista institucional a un nivel de riesgo superior al que éste enfrenta bajo la situación no restringida. Esto último introduce un efecto contrario al propósito original de la regulación. A continuación se presentan los efectos teóricos que pueden introducir los diferentes tipos de restricciones.

### II.3.1 Efecto Teórico de una Restricción de $\alpha\%$ de Diversificación

El efecto teórico que puede introducir una restricción de  $\alpha\%$  es sencillo. Esta restricción puede interferir con la libre asignación de fondos en el portafolio. Esto es, que la participación que tenga un activo o un conjunto de activos en el portafolio puede ser mayor a la restricción de portafolio que establece la regulación. De ser este el caso, la restricción en cuestión tendrá el efecto de aumentar el nivel de riesgo por unidad de rendimiento en el portafolio.

La frontera de inversión bajo la restricción de  $\alpha\%$  de diversificación se obtiene agregando las siguientes restricciones al problema de portafolio original:

$$(6) \dots x_i \leq \alpha, \quad \forall i = 1, 2, \dots, M$$

donde M es el número de activos restringidos, individualmente, por esta regla.

$$(7) \dots \sum_{j=1}^L x_j \leq \alpha, \quad \forall j = 1, 2, \dots, L$$

donde L es el número de activos, que en su conjunto, deben sumar una participación igual a  $\alpha$  en el portafolio.

La frontera que incorpora a este tipo de restricciones se obtiene de la siguiente forma:

$$(8) \dots \text{Min}_{x \in X^y} \sigma_D^2 = \sum_{i=1}^N x_i^2 \sigma_i^2 - 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{ij}$$

s.a.

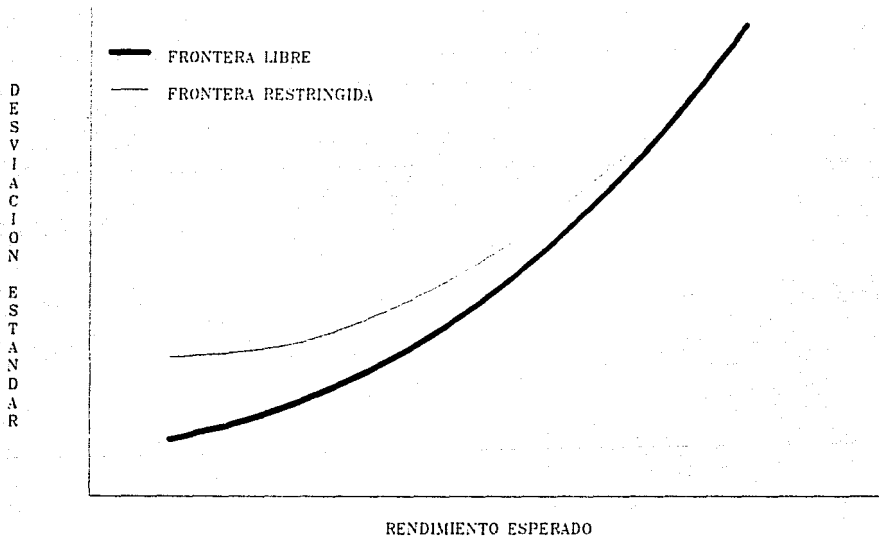
$$\mu_D = \sum_{i=1}^N v_i \mu_i \quad \text{x. s.a.}$$

$$1 = \sum_{i=1}^N v_i \quad \sum_{i=1}^N v_i \leq \alpha$$

$x_i \geq 0$

Uno de los posibles efectos de introducir estas restricciones se presenta en la gráfica II.2A .

GRAFICA II.2A      RESTRICCION DE x % DE DIVERSIFICACION  
(EFECTO EN LA REGION DE BAJO RIESGO)

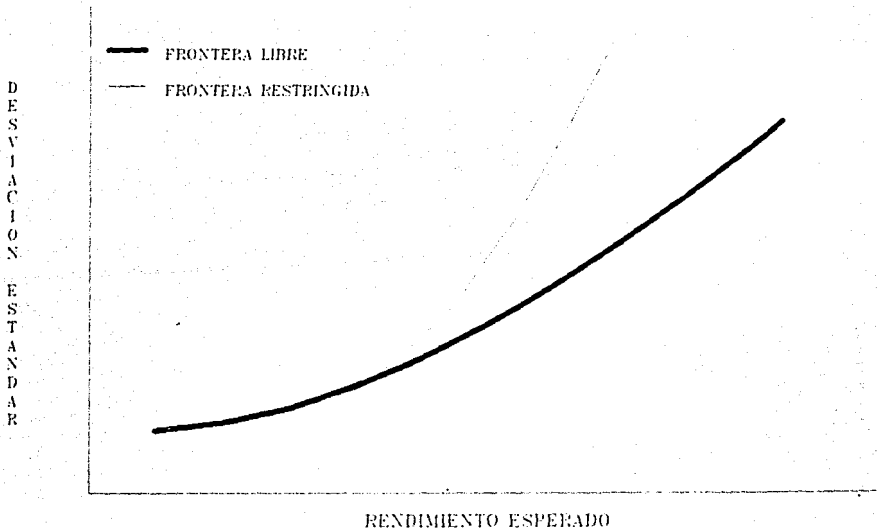


Como se puede apreciar en la gráfica, el efecto de esta restricción es el aumentar el nivel de riesgo por unidad de rendimiento. La gráfica se realizó bajo el supuesto de que los activos que están sujetos a



esta regla van disminuyendo su proporción a lo largo de la frontera, de ahí que el impacto de adición de riesgo vaya siendo cada vez menor a medida que las proporciones sujetas a esta regla van disminuyendo hasta un punto en el que ya no son efectivas, y por lo tanto no introducen ninguna distorsión (región de mayor riesgo en la gráfica). Otro tipo de efecto se presenta en la gráfica II.2B .

GRAFICA II.2B      RESTRICCION DE x % DE DIVERSIFICACION  
(EFECTO EN LA REGION DE ALTO RIESGO)

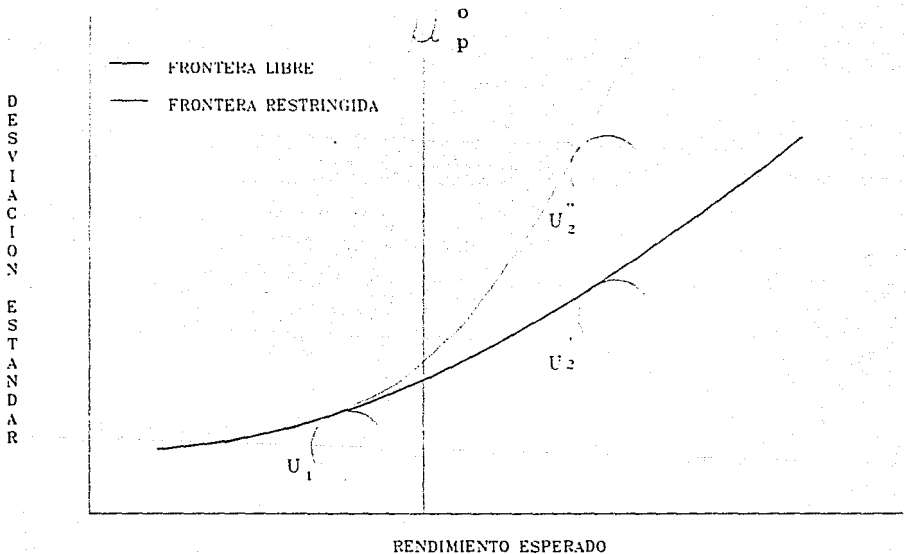


La gráfica II.2B se tabuló bajo el supuesto de que el activo que se sujeto a esta regla es el de mayor riesgo en el universo de activos considerados. La restricción impuesta empieza a ser efectiva en un punto

intermedio de la frontera, y partir de éste empieza a tener un efecto de adición de riesgo cada vez mayor. La distorsión impuesta por la restricción alcanzará su efecto máximo en el punto de mayor riesgo de la frontera<sup>12</sup>.

Por último en la gráfica II.2C se presenta de nuevo esta restricción, pero ahora se impone el caso de dos agentes inversores que por sus características de aversión al riesgo se posicionan en diferentes regiones de la frontera.

GRAFICA II.2C      RESTRICCIÓN DE  $x$  % DE DIVERSIFICACION  
(EFECTO SOBRE EL AGENTE INVERSOR)



<sup>12</sup> Esto se atribuye a que todo portafolio que considera sólo proporciones positivas tendrá en su punto de mayor riesgo al activo con mayor riesgo y rendimiento del universo en proporción del 100%.

La restricción no afecta en forma alguna al inversionista que se ubica en niveles de rendimiento esperado menores al punto  $\mu_r$ , pero afecta considerablemente al inversionista que se ubica en la región de rendimientos esperados superiores a este punto<sup>13</sup>. Como se puede apreciar, el inversionista que se ubica en la región de alto riesgo no podrá posicionarse en la curva de indiferencia  $U_2'$ , sino en una curva que se ubique en un punto de la frontera restringida ( $U_2''$ ) en donde obtendrá un menor nivel de utilidad derivado del mayor nivel de riesgo que le impuso la restricción<sup>14</sup>.

A manera de resumen, el efecto de estas restricciones depende de las características de diversificación de los activos restringidos, de si su participación es creciente o decreciente a lo largo de la frontera, y también será función de las características de tolerancia al riesgo (posición en la que se ubique la curva de indiferencia en la frontera) del agente inversor.

### II.3.2 Efecto Teórico de una Restricción De Exclusión

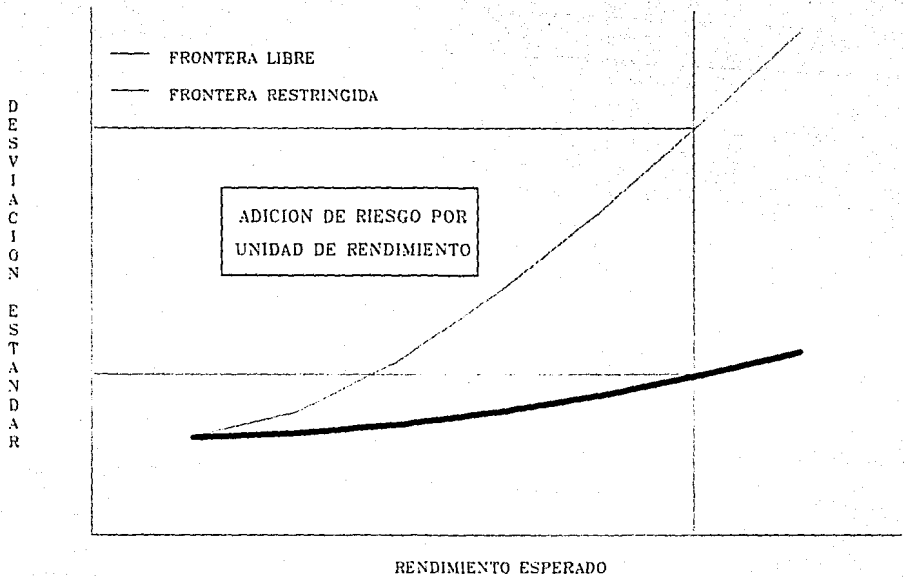
El efecto teórico de una restricción de exclusión, es similar al de la restricción anterior. El posible impacto de esta restricción en la frontera de eficiencia puede resumirse en tres casos. El primero de ellos consiste en la distorsión que presentaría la restricción de exclusión cuando el activo que se elimina del universo de instrumentos de inversión participa en el portafolio desde el inicio de la frontera hasta su fin<sup>15</sup>. La naturaleza de esta restricción se presenta en la gráfica II.3A .

13 Este es sólo uno de los posibles casos que pueden presentarse. El caso contrario se presentaría en el ejemplo de la gráfica II.2A. La restricción puede no tener efecto alguno, en el caso de que los activos sujetos a estas restricciones, ij no participen en ningún punto del portafolio, o ij su participación sea menor o igual a la que establece la restricción de portafolio. En este caso la restricción tendrá un carácter redundante, puesto que el mismo resultado se obtendría bajo la ausencia de restricciones.

14 La utilidad del inversionista es función de dos argumentos, el rendimiento esperado (media) y el riesgo (desviación estándar), donde:  $U = f(r, \sigma)$ ;  $f_r < 0$ ,  $f_\sigma > 0$

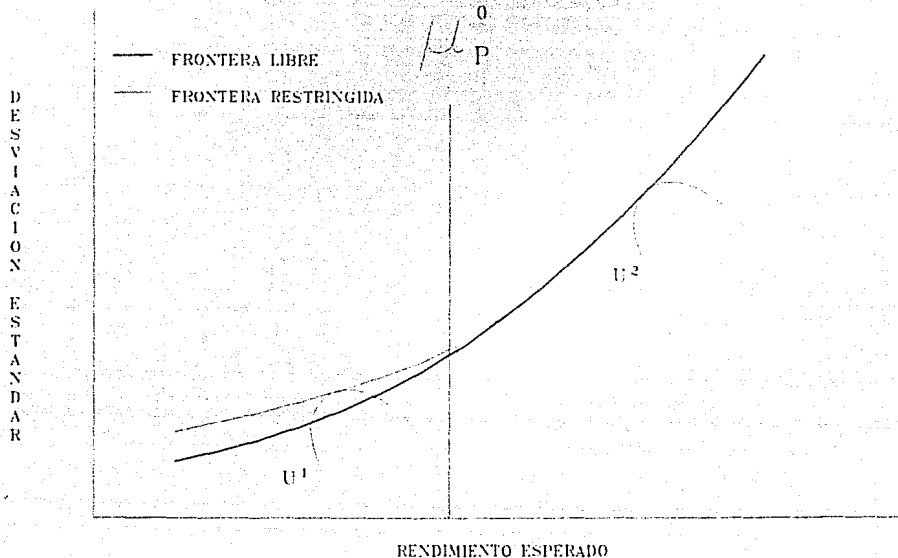
15 Esto implicaría que el activo excluido es aquel con mayor riesgo y rendimiento.

## GRAFICA II.3A RESTRICCION DE EXCLUSION



Como se puede apreciar, a medida que mayor va siendo la participación del activo excluido en el portafolio, mayor va siendo la adición de riesgo por unidad de rendimiento en el portafolio. El segundo caso posible resulta cuando el activo excluido sólo participa desde un punto intermedio en la frontera, en cuyo caso a partir de dicho punto habrá una adición de riesgo por unidad de rendimiento. El efecto sería el mismo que el de la gráfica II.2B, la frontera restringida se separaría a partir del punto en el que restricción comienza a ser efectiva. El tercer caso, resulta de que el activo excluido participe sólo en la región de bajo riesgo de la frontera. Este efecto se presenta en la gráfica II.3B .

## GRAFICA II.3B

RESTRICCIÓN DE EXCLUSIÓN  
(EFECTO SOBRE EL AGENTE INVERSOR)

En la gráfica se puede apreciar que el efecto de adición de riesgo por unidad de rendimiento va siendo decreciente a medida que el efecto de la restricción de exclusión va disminuyendo<sup>16</sup>. La frontera de posibilidades de inversión relevante, se obtiene agregando al problema original (4), un conjunto de ecuaciones de igualdad del tipo  $(x_i = 0)$  para cada uno de los activos restringidos bajo esta regla.

<sup>16</sup> Existe incluso otra posibilidad. Este resultaría de la participación del activo excluido en un sólo punto de la frontera. Gráficamente, este caso se podría representar como dos fronteras idénticas, salvo en el punto en donde participa el activo excluido en donde se observaría un "brinco" hacia arriba en la frontera restringida. Véase, por ejemplo, el portafolio No. 8 obtenido en Levy & Sarnat, Opus cit. pp. 343. El excluir a la acción de Quaker Oats del universo de activos, en dicho portafolio traería como consecuencia un efecto similar al que se menciona. Obviamente, en caso de que el activo excluido no participe en el portafolio, implica que la restricción no tendrá efecto y por lo tanto su creación resulta ser redundante.

Al igual que en el caso de la restricción anterior, el efecto de esta restricción dependerá del tipo de propiedades de diversificación que el activo excluido sostenga con los demás activos y de la posición en la que se ubique el agente inversor en la frontera. Por último en la siguiente subsección se presenta el efecto de un requerimiento de reserva.

### II.3.3 Efecto Teórico de un Requerimiento de Reserva

Un requerimiento de reserva surge cuando un inversionista institucional tiene que asignar una cantidad predeterminada de fondos en efectivo, en un activo "libre de riesgo" con un cierto rendimiento, y/o en algún activo o activos en lo particular. El efecto de la distorsión en este caso tiene una naturaleza diferente al de las dos restricciones anteriores. El caso en que el inversionista institucional tenga que cumplir con un requerimiento de reserva en efectivo, es fácil demostrar que la composición de su portafolio se verá inalterada ante dicho requerimiento.

Permita que  $\beta$  sea la proporción que debe asignarse de los fondos totales disponibles para cumplir con un requerimiento de reserva. Con esta definición, el rendimiento esperado del portafolio se convierte en:

$$(9) \dots \mu_p' = \sum_{i=1}^N x_i (1 - \beta) \mu_i$$

o bien

$$(9') \dots \mu_p' = (1 - \beta) \mu_p$$

El riesgo total del portafolio, neto de reservas, está dado por:

$$(10) \dots \sigma_p' = (1 - \beta) \sigma_p$$

Combinando las ecuaciones (9') y (10) se obtiene:

$$(11) \dots \left( \frac{\mu_p'}{\sigma_p'} \right) = \left( \frac{\mu_p}{\sigma_p} \right)$$

La ec. (11) demuestra que la asignación óptima de los fondos netos de reservas se ve inalterada por la introducción de un requerimiento de reserva<sup>17</sup>. Sin embargo, si bien, la asignación óptima de recursos no se altera, el inversionista dispondrá de una menor cantidad de fondos para la inversión en activos con interés. La pregunta relevante en este caso es si el inversionista no estará dispuesto a invertir en un portafolio más riesgoso a fin de compensar la pérdida de ingreso que ha observado por el requerimiento de reserva, en cuyo caso, la restricción tendrá el efecto de aumentar la exposición al riesgo del capital o reservas invertidos<sup>18</sup>. El análisis de este tipo de restricción en el contexto del modelo de portafolio revela, posiblemente, la mayor debilidad teórica que presenta el modelo. Como se ha podido observar, el modelo ofrece los mismos resultados para el inversionista que invierte una cierta cantidad o un múltiplo (sea éste tan grande como se quiera) de esa cantidad. Esto último implica que la estructura del portafolio será neutral al nivel de ingreso<sup>19</sup>.

El requerimiento de reserva que puede modelarse de acuerdo con el régimen de inversión del sector asegurador es el régimen de inversión obligatorio, el cual establece un depósito del 25% de las reservas técnicas y para fluctuaciones de valores en Banco de México. Este requerimiento de reserva presentará una distorsión en el caso de que algunas regiones de la frontera de inversión no incluyan una proporción igual a este requerimiento mínimo en cuyo caso se incrementará el riesgo por unidad de rendimiento en el portafolio.

La restricción impuesta por el requerimiento de reserva puede modelarse como sigue:

$$(12) \dots \sum_{i=1}^Z X_i \geq RR$$

donde Z es el número (clase) de activos en los que se deberá invertir para cumplir con el requerimiento de reserva (RR). La frontera de eficiencia que contempla esta restricción se obtiene resolviendo el siguiente problema:

17 Este problema es equivalente a un cambio de numerario en el problema de portafolio. El problema de portafolio puede plantearse de tal forma que la suma de las proporciones invertidas sea, por ejemplo, 100. Ahora si se impone un requerimiento de reserva en efectivo igual al 10% de estos 100 pesos se tendrá que las proporciones invertidas sumaran 90. Si se efectúan las adecuaciones necesarias en la restricción del rendimiento esperado del portafolio se podrá observar que las proporciones invertidas en los diversos activos a lo largo de la frontera son las mismas cuando los fondos suman 100 o cuando los fondos suman 90. De esta forma se tendrán dos fronteras que son idénticas pero paralelas. La distancia que las separa es igual al requerimiento de reserva, en términos de ingreso operativo.

18 Si adicionalmente, el asegurador encuentra que los precios de sus primas son inadecuados, muy factiblemente la combinación de estos factores hará que mantenga un portafolio de inversión más riesgoso.

19 A este respecto Stiglitz (1979) ha elaborado una crítica sumamente interesante acerca de las implicaciones macroeconómicas que se desprenderían de este supuesto. Samuelson (1985), ha formulado dos teoremas (el teorema incipiente y último del fondo de inversión común) que ofrecen una pequeña posibilidad de defensa del modelo de portafolio de Markowitz - Tobin en algunos casos bastante limitados.

$$(13)... \text{Min}_{x \in \mathbb{R}^N} \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N x_i^2 \sigma_i^2 - 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{ij}$$

s.a.

$$\mu_p^2 = \sum_{i=1}^N x_i \mu_i$$

$$1 - \sum_{i=1}^N x_i$$

$$x_i \geq 0$$

$$\sum_{i=1}^N x_i \geq RR$$

Por último, cabe destacar, ciertas características del orden de distorsión de las restricciones analizadas. La distorsión que crea la restricción de exclusión será mayor a la que genera la regla de  $\alpha\%$  de diversificación<sup>20</sup>. Es último será cierto en caso de que el activo restringido tenga una participación creciente o decreciente en la frontera, pero la magnitud de la distorsión será mayor cuando la participación del activo restringido sea creciente a lo largo de la frontera. En caso de que el requerimiento de reserva se establezca sobre de activos no deseados (en el sentido de que éstos no participen en la frontera), las restricciones de exclusión y de  $\alpha\%$  de diversificación introducirán una mayor distorsión. Esto último es fácil de verificar, ya que éstas restricciones entrarán sobre un universo de activos ya distorsionado por el requerimiento de reserva. Incluso, por definición, el universo de activos restante es más pequeño que el universo de activos original, esto es:

$$(14)... \sum_{i=1}^N x_i \geq RR \Rightarrow \sum_{i=1}^{N-2} x_i = (1 - RR) \quad 0 < RR < 1$$

en otras palabras, estas restricciones no sólo se sumarán a la distorsión generada por el porcentaje de requerimiento de reserva (RR), sino que la porción de activos sobre donde actuarán es más pequeña ( $1 - RR$ ). La mayor distorsión puede atribuirse a que el inversionista tendrá una porción menor de activos (y/o ingreso operativo) para poder invertir libremente el resto de los activos no restringidos.

Una clasificación más detallada del grado de distorsión de éstas restricciones en diferentes casos es prácticamente imposible de elaborar, ya que su efecto es función directa de las propiedades de diversificación del universo de activos elegido.

<sup>20</sup> Se considera el caso en que se aplica una u otra a un cierto activo que participa en la frontera de eficiencia.



## Capítulo II

En el siguiente capítulo se utilizará el modelo Markowitz - Tobin para cuantificar el efecto de las restricciones impuestas en el portafolio de inversión del sector asegurador.

## **CAPITULO III**

---

### **IMPACTO DEL REGIMEN DE INVERSION: EVIDENCIA EMPIRICA**

## IMPACTO DEL REGIMEN DE INVERSION: EVIDENCIA EMPIRICA

*En este capítulo se presentan las fronteras de inversión sujetas a las restricciones de portafolio que impone el Régimen de Inversión del Sector Asegurador Mexicano. La investigación empírica procede de la siguiente forma. En la primera sección se presenta un resumen de los resultados encontrados por otros autores, tanto en materia de seguros como de otros intermediarios financieros; en la segunda sección se presenta la información y los supuestos utilizados, así como la construcción de las restricciones de portafolio; en la tercera sección, se utiliza el algoritmo de programación cuadrática para generar las fronteras de eficiencia bajo la ausencia y presencia de restricciones; en la cuarta sección se utiliza el modelo de portafolio para comparar al Régimen de Inversión de Inversión de 1987 vs. el de 1990; la quinta sección, presenta la operación del modelo de portafolio bajo el nuevo esquema de regulación Margen de Solvencia, en su modalidad de inversión.*

### III.1 RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR OTROS AUTORES

El modelo Markowitz - Tobin ha sido utilizado fundamentalmente como una herramienta que facilita la adopción de una estrategia de inversión. Sin embargo, la estructura de este modelo, a diferencia de otros, permite el análisis de la inversión sujeta a diversos tipos de restricciones<sup>1</sup>. Esta característica del modelo ha sido explotada por diferentes autores en el análisis y evaluación de diversos tipos de regulaciones financieras.

En el contexto del análisis de la regulación de solvencia a la que se encontraban sujetas las diferentes instituciones de depósito en los Estados Unidos, Koehn (1979) elaboró una investigación que incorporó restricciones de portafolio, de tasas máximas de depósito, así como restricciones de apalancamiento para la operación individual de cada uno de los intermediarios financieros. Este análisis es particularmente interesante, ya que sus resultados detectan un impacto diferencial de la regulación entre los distintos intermediarios<sup>2</sup>. Los resultados obtenidos por Koehn, pueden resumirse en la gráfica III.1:

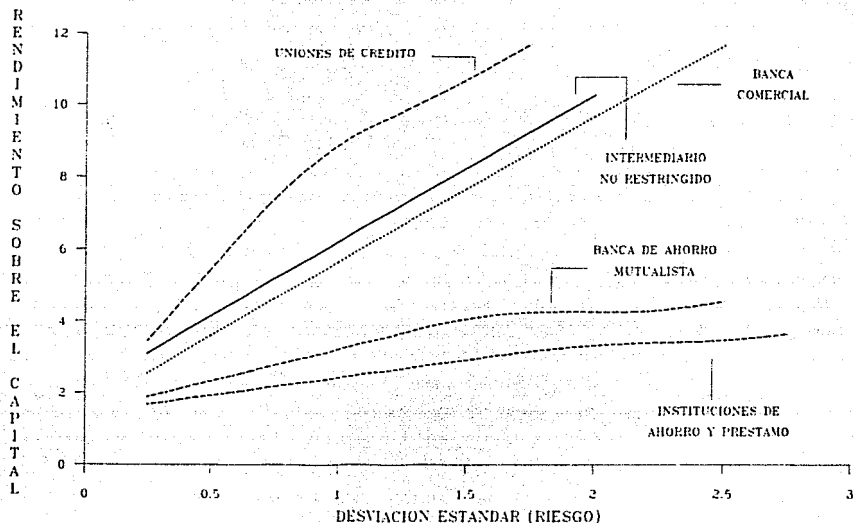
---

1 Por ejemplo, dentro del modelo de determinación de precios de activos financieros (CAPM), las betas de portafolio pueden transformarse en proporciones de inversión. Posteriormente estas proporciones pueden transformarse para asimilar restricciones de no - negatividad. Obviamente, el no incorporar una beta implica una restricción de exclusión, pero otro tipo de restricciones más complejas o restricciones múltiples no pueden ser asimiladas a través del CAPM. Véase, Levy, H. & Sarnat, M. Portfollio and Investment Selection: "Theory and Practice". Prentice Hall, Segunda ed. 1984, pp. 376 - 380.

2 Koehn, M. Bankruptcy Risk in Financial Depository Intermediaries. Lexington Books. 1979.

GRÁFICA III.1

RESULTADOS DE M. KOEHN  
IMPACTO DE LA REGULACION DE  
SOLVENCIA VIGENTE EN 1979



FUENTE: M. KOEHN, BANKRUPTCY RISK IN  
FINANCIAL DEPOSITORY INTERMEDIARIES.  
pp. 95 - 96.

Como puede apreciarse en la gráfica, la regulación de solvencia en efecto para el año de 1979, favorecía a las uniones de crédito y a la banca comercial sobre de las instituciones de ahorro<sup>3</sup>. Koehn, atribuye este impacto diferencial de la regulación de solvencia a lo siguiente:

- i) Las uniones de crédito enfrentan una variabilidad muy pequeña en su costo de adquisición de fondos. La banca comercial enfrenta un bajo costo promedio de adquisición de fondos<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> En otras palabras, la banca comercial y las uniones de crédito podían obtener un mayor rendimiento esperado sobre su capital invertido en comparación a las instituciones de ahorro, tomando como base un nivel de riesgo similar para todas las instituciones.

<sup>4</sup> Cabe señalar que en el año de 1979, todavía se encontraba en operación la regulación que establecía tasas máximas sobre depósitos bancarios, conocida como "Regulación Q". Koehn demuestra cómo esta regulación traía como consecuencia un bajo costo promedio de adquisición de fondos para la banca comercial.

También, Koehn, destaca que empíricamente, las restricciones de portafolio impuestas sobre estos intermediarios, definitivamente resultan tener un menor impacto que el que introducen en las instituciones de ahorro<sup>5</sup>.

- ii) Las instituciones de ahorro no pueden contrarrestar el efecto perverso que introducen las restricciones de portafolio a partir de las tasas máximas sobre depósitos que impone la regulación.

Koehn, resalta que este último punto es especialmente significativo, ya que las uniones de crédito pueden ofrecer mayores tasas sobre sus depósitos en comparación con las instituciones de ahorro y aún así pueden obtener una mayor rentabilidad sobre de su capital invertido.

En otro contexto, un caso interesante a presentar en este resumen es el analizado por Georges Gallais - Hammono (1985)<sup>6</sup>. Este autor se avocó al análisis de las restricciones de portafolio que se aplican a las sociedades de inversión de renta variable en Francia (SIRV).

Estas sociedades tienen que cumplir con tres requisitos legales, en cuanto a la administración de sus fondos:

- (1) Cada fondo de inversión deberá tener en todo momento un 50% de sus activos totales invertidos en bonos franceses y/o en francos franceses.

Esta restricción tiene un carácter obligatorio, y toda sociedad deberá cumplir con ella, cualesquiera que sean sus objetivos financieros.

Las dos restricciones que se presentan a continuación no tienen un carácter obligatorio, las sociedades de inversión pueden o no elegir las. Sin embargo, si se toma la decisión de elegir a una o a ambas, las SIRV no podrán dar marcha atrás en su decisión.

---

<sup>5</sup> El detalle de las restricciones de portafolio, tasas máximas sobre depósitos y niveles de apalancamiento, se encuentra en los capítulos 4 al 6 de Koehn. Opus cit.

<sup>6</sup> Gallais - Hammono, G. "A Markowitz Approach to Regulation: The Case of French Open Mutual Funds". Doctoral Workshop, Graduate Business School, Chicago University. 1985.

- (2) Las SIRV deberán tener menos de un 50% de su portafolio invertido en valores extranjeros (bonos y acciones), para poderse convertir en una sociedad de inversión cuyos fondos sean elegibles para la inversión en el fondo de participación de utilidades<sup>7</sup>.
- (3) Las SIRV deberán tener en todo momento un 60% de sus portafolios invertidos en acciones francesas para que sus fondos puedan disfrutar del beneficio de la deducción fiscal Monory<sup>8</sup>.

Para medir el impacto de estas restricciones, Gallais - Hammono, construyó un universo de instrumentos con 27 activos: 1) Un índice de bonos franceses; 2) un índice de acciones francesas; y 3) 25 índices de acciones internacionales ajustados por variaciones en los tipos de cambio respecto al franco francés<sup>9</sup>.

La construcción del modelo Markowitz - Tobin se efectuó, en este caso, con una innovación. El autor señala lo siguiente:

*"La lógica de la teoría moderna de portafolio señala que los mercados deberán estar en equilibrio y que los agentes económicos (en este caso los administradores de las SIRV's) esperan que éste sea el caso".*

Para que el modelo incorporará este requerimiento, Gallais - Hammono, ajustó las tasas de rendimiento esperado (media de los instrumentos) a través de su riesgo (desviación estándar). Para ello efectuó una regresión lineal entre los rendimientos esperados y las desviaciones estándar de los instrumentos. Los valores ajustados de esta regresión se utilizaron como las tasas de rendimiento esperado bajo una situación de equilibrio<sup>10</sup>. Los resultados obtenidos por el autor se presentan en la gráfica III.2:

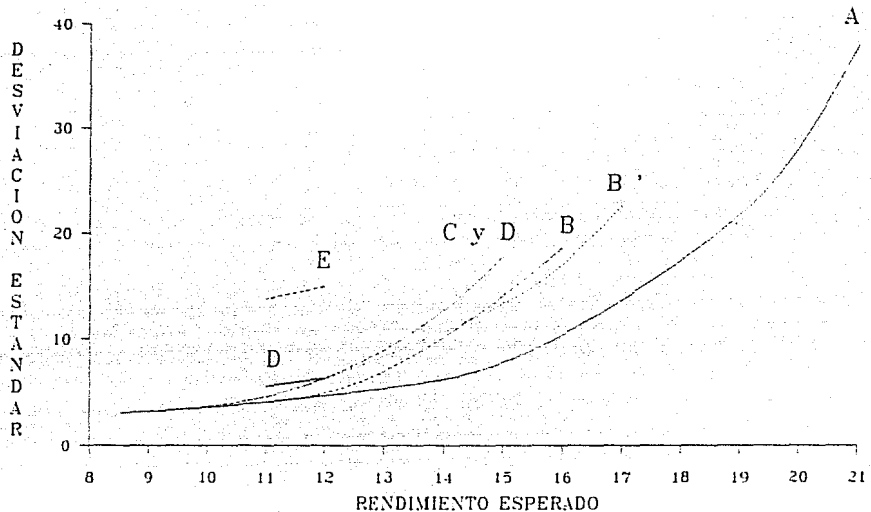
7 Toda empresa francesa que tenga contratados a más de 50 empleados requiere, por ley, formar un fondo para el reparto de utilidades. Este fondo puede invertirse de tres formas: 1) En acciones de la propia empresa (si es que ésta se encuentra cotizada en bolsa); 2) En fondos de inversión que cumplan con la restricción (2); ó 3) En una combinación de las opciones 1 y 2.

8 Esta "regla" se instituyó en julio de 1978, por el ministro de finanzas francés M. Monory. La deducción consiste en que los contribuyentes tienen la posibilidad de deducir hasta 5,000 francos franceses de su ingreso gravable, si se invierte un monto equivalente en bonos o acciones francesas durante un periodo no menor a 5 años. Incluso Gallais - Hammono señala que alrededor de 35 SIRV's se crearon a partir de esta medida.

9 Los índices utilizados toman una periodicidad anual de 1951 a 1964. Gallais - Hammono señala que adoptó esta periodicidad debido a que las SIRV se crean en 1964, y que las restricciones impuestas sobre ellas pudieron haber influido en la evolución de las tasas de los instrumentos franceses, distorsión que no quiso introducir en el análisis.

10 En terminología del modelo CAPM, Gallais - Hammono, ajustó las tasas de rendimiento a través de la línea del mercado internacional.

## GRAFICA III.2

RESULTADOS OBTENIDOS POR GALLAIS-HAMMONO  
SOCIEDADES DE INVERSION DE RENTA VARIABLE  
EN FRANCIA

FUENTE: GALLAIS - HAMMONO., A MARKOWITZ  
APPROACH TO REGULATION: THE CASE OF  
FRENCH OPEN MUTUAL FUNDS.

La frontera A, se construyó bajo el caso en que no opera ninguna restricción. El autor señala que en esta frontera no participan las acciones francesas ya que estas se ven dominadas por tres acciones internacionales. Lo anterior lleva a Gallais - Hammono a concluir que desde el punto de vista del gobierno francés, este hecho hace creíble la necesidad de límites a la diversificación internacional, ya que sin restricciones existe un peligro potencial de que el ahorro interno se invierta en el exterior.

La frontera B, se construye incorporando la restricción (1). El autor concluye que la restricción no tiene efecto en los portafolios de bajo riesgo, ya que en esta región de la frontera, si se invierte un 30% en bonos franceses. Sin embargo, esta restricción tiene un efecto perverso en la región de mayor riesgo de la frontera.

La frontera B', se tabula incorporando sólo la restricción (2). En este caso se detecta un efecto perverso en la región de bajo riesgo, el efecto disminuye y finalmente resulta en un impacto menor que el que introduce la restricción (1).

La combinación de las restricciones (1) y (2) se presenta en la frontera C, que obviamente presenta un mayor grado de distorsión.

La frontera D, la construye Gallais - Hammono con un mero propósito de análisis de sensibilidad. Se introduce la restricción (1) y se impone una inversión mínima en acciones francesas de 20%. Esta frontera (línea gruesa de la gráfica) resulta en un efecto perverso al inicio de la frontera y después tiene un impacto similar al de la frontera C (esto es, que la frontera C y D se traslapan).

Por último, la frontera E, incorpora las restricciones (1) y (3). Este caso resulta ser extremadamente perverso, ya que cuadruplica la exposición al riesgo, respecto del caso de la frontera sin restricciones. Este aumento de riesgo, es utilizado por el autor como el costo del incentivo fiscal. Gallais - Hammono finaliza su artículo concluyendo que con la información que tiene disponible, la adición de riesgo en el primer portafolio de la frontera E, es superior al beneficio fiscal que puede obtenerse.

A continuación se presenta la aplicación del modelo Markowitz - Tobin en el contexto del sector asegurador.

La aplicación de este modelo, en el contexto del sector asegurador, introduce ciertas innovaciones interesantes, puesto que amplía las posibilidades de diversificación. Esto se debe a la naturaleza de la actividad en la que se encuentra involucrado el sector asegurador. La aceptación de un riesgo, puede conceptualizarse como la creación de un pasivo variable. En caso de no ocurrir el siniestro, el asegurador obtendrá una ganancia igual a la prima neta. Si ocurre el siniestro, el asegurador enfrenta una pérdida igual a la suma asegurada menos lo cedido en reaseguro más recuperaciones. Estos resultados permiten



que las diferentes líneas de seguros puedan describirse igual que un activo financiero, en términos de su rendimiento esperado y riesgo<sup>11</sup>. En este sentido las líneas de seguros pueden tomarse como candidatos potenciales en el proceso de selección de portafolios.

De acuerdo con lo que se ha expuesto en el párrafo anterior, la primera extensión del modelo Markowitz - Tobin, en su aplicación al contexto de seguros es la ampliación del universo de instrumentos considerados, ya que la diversificación en este sector implica: *diversificación entre activos financieros y líneas de seguros*.

La segunda extensión consiste en agregar un conjunto de ecuaciones que representen adecuadamente, las restricciones de tipo institucional y de solvencia a las que se encuentra sujeto el sector asegurador. Adicionalmente, los modelos agregan una ecuación que refleje la igualdad entre las fuentes y usos de recursos del sector asegurador (o empresa del sector).

Las aplicaciones del modelo de portafolio en el sector asegurador son diversas, por ejemplo, Hammond & Shilling (1978) han utilizado el modelo incorporando sólo líneas de seguros. Los autores construyeron la frontera de eficiencia para la industria, para empresas catalogadas como solventes y por último para empresas catalogadas como insolventes durante algún tiempo. Sus resultados fueron utilizados para medir la capacidad de emisión de pólizas de empresas solventes e insolventes al comparar su operación con la operación de la industria (medida esta operación a través de la frontera de eficiencia)<sup>12</sup>. Otra aplicación de interés fue elaborada por Loubergé (1983), quién construyó un modelo de portafolio para operaciones de reaseguro internacional<sup>13</sup>.

---

11 Cabe destacar aquí, que como se mencionó en el capítulo I, en este caso el modelo Markowitz - Tobin definitivamente debe ser tomado como una aproximación, ya que por lo general la distribución de los siniestros sigue a una distribución Poisson. Véase, por ejemplo, Beard, R. E. [et al], Risk Theory, London: Methen & Co., Ltd. 1969.

12 Doherty (1980), ha utilizado el modelo CAPM, también con la finalidad de esclarecer el concepto de la medición de la capacidad en esta industria.

13 Este aspecto es sumamente interesante, ya que si se conoce que ciertas líneas de seguros en diferentes países pueden covariar negativamente con las líneas de seguros internas al igual que con los instrumentos financieros internos, se abre toda una gama adicional de posibilidades de diversificación.

Para la aplicación específica que concierne a esta investigación: "El impacto de la regulación financiera en el sector asegurador", el autor sólo ha podido encontrar dos investigaciones<sup>14</sup>. La primera se elaboró en 1976 por Hofflander & Markle, la segunda se elaboró por Francois Outreville<sup>15</sup>.

La investigación de Hofflander & Markle se realizó para una muestra de 16 aseguradoras norteamericanas, durante el período que va de 1954 a 1966. Los autores pretenden contestar a tres preguntas con su modelo:

- 1) ¿ Qué líneas de seguros deben emitirse y en que proporciones en relación al portafolio total de líneas de seguros e inversiones ?
- 2) ¿ Qué inversiones deben realizarse y en que proporción respecto del portafolio total ?
- 3) ¿ Cómo pueden responderse (1) y (2) cuando se toman en consideración las restricciones de tipo institucional que aplican en la industria ?

El estudio incorpora un universo masivo de instrumentos: 16 líneas de seguros y 91 instrumentos financieros (21 instrumentos de deuda, y 70 instrumentos de capital; de los cuales 20 fueron acciones preferenciales y 50 fueron acciones comunes).

El modelo utilizado es similar al que se presentó en el capítulo II, se minimiza la varianza total de los instrumentos (tanto líneas de seguros como instrumentos financieros), sujetos a un cierto nivel de

---

14 La literatura especializada que puede obtenerse en México, es el Journal of Risk and Insurance, que es una de las revistas más prestigiadas en este campo. Una revisión de dicha revista de 1975 a la fecha sólo revela el conjunto de aplicaciones que aquí se mencionan. Otras fuentes sumamente prestigiadas en este campo son los THAMES ESSAYS publicados por el Centro de Investigación en Política Comercial de Londres y especialmente los GENEVA PAPERS ON RISK AND INSURANCE, publicados por la Asociación Internacional de Riesgo y Seguros con sede en Ginebra. Por desgracia, ninguna de estas dos fuentes puede obtenerse fácilmente en México.

15 Hofflander, A. and Markle, J. "A Quadratic Programming Model of the Non - Life Insurer". Journal of Risk and Insurance, Marzo de 1976. La investigación de Outreville se encuentra en el libro, The Economics of Insurance Regulation: A Cross - National Study, editado por Jörg Finsinger y Mark V. Pauly, St. Martin Press, 1986. El autor no ha podido localizar esta obra, sin embargo en el Journal of Risk and Insurance de 1986, se presenta un resumen de dicho documento, en el que se destaca que Outreville no pudo detectar que las restricciones financieras y de apalancamiento fueran efectivas para el caso del sector asegurador francés.

rendimiento esperado (que en este caso se expresa como proporción del total de activos) y restricciones de no negatividad. Las ecuaciones de conservación de la hoja de balance y de apalancamiento se formulan explícitamente como se verá más adelante<sup>16</sup>.

El primer paso en la construcción del modelo fue la división de las líneas de seguros en función de sus características como sigue:

<u>Líneas del tipo P</u>	<u>Líneas del tipo ~ P</u>
1) Automóviles (Responsabilidad Civil) = ARC	4) Incendio
2) Responsabilidad Civil (varios) = RCV	5) Coberturas Extendidas
3) Riesgos Profesionales = RP	6) Incendio (Relacionados)
	7) Peligros Comerciales
	8) Peligros Casa - Habitación
	9) Marítimo (Oceánico)
	10) Marítimo (Costero)
	11) Fianzas (Bonos)
	12) Fianzas (Demás)
	13) Vidrio
	14) Robo
	15) Accidentes y enfermedades (Ind.)
	16) Accidentes y enfermedades (Gpo.)

La diferencia entre las líneas P y ~ P, radica en que las primeras representan líneas con responsabilidad hacia terceras personas y sus reservas por siniestros (RPS) y de primas no devengadas (RPND) tienden a ser mayores a las de las líneas - P<sup>17</sup>.

Con estas definiciones las variables involucradas en la hoja de balance son:

<sup>16</sup> La obtención de las tasas de rendimiento de los activos financieros es bien conocida, sin embargo, el cálculo de las tasas de rendimiento sobre de las líneas de seguro no lo es tanto. Estas se obtienen a partir de un cociente denominado como "mejor cociente combinado". Este se define de la siguiente forma:

$$MCC_i = \left[ 1 - \left( \frac{CS_i}{PE_i} + \frac{CI_i}{PD_i} \right) \right]$$

donde:

- MCC = mejor cociente combinado en la línea i;
- CS = costo de siniestralidad en la línea i;
- PE = Prima emitida en la línea i;
- CI = Costo incurrido en la línea i;
- PD = Prima devengada en la línea i;

los autores supusieron que la prima devengada era igual a la prima emitida.

<sup>17</sup> Las reservas de primas no devengadas (unearned premium reserves), y las reservas por siniestros (loss reserves) serían equivalentes a la reserva de riesgos en curso y a la reserva de obligaciones pendientes de cumplir en el caso de México.

Variable No.	ACTIVOS
X1	Indice de bonos del gobierno a 5 años.
X2 a X21	20 bonos corporativos (AAA).
X22 a X41	20 acciones preferenciales (NYSE).
X42 - X91	50 acciones comunes (NYSE).
X92	Efectivo.
X93	Activo Total = $\sum_{i=1}^{92} X_i$ .
	PASIVOS
X94	RPS para las líneas " P.
X95	RPS para RCV
X96	RPS para RP
X97	RPS para ARC
X98	X95 + X96
X99	Total de las RPS en las líneas P = $\sum_{i=94}^{97} X_i$ .
X100	RPS totales = $\sum_{i=94}^{97} X_i$ .
X101	RPND para las líneas " P.
X102	RPND para RCV.
X103	RPND para RP.
X104	RPND para ARC.
X105	X102 + X103.
X106	Total de las RPND en las líneas P = $\sum_{i=101}^{104} X_i$ .
X107	RPND totales = $\sum_{i=101}^{104} X_i$ .
X108	Superávit de los tenedores de pólizas o capital (STP).
X109	Total de pasivos y capital (X100 + X107 + X108).

Para construir las restricciones de tipo institucional y financiero se definieron las siguientes variables: P0 = volumen total de primas; P1 = volumen de primas - P; P2 = volumen de primas en la línea RCV; P3 = volumen de primas en la línea RP; P4 = P2 + P3; P5 = volumen de primas en la línea ARC; y P6 = volumen total de primas en las líneas P.

RESTRICCIONES INSTITUCIONALES Y FINANCIERAS

RESTRIC. No.	RESTRICCION	DESCRIPCION
1	$\sum_{i=1}^{109} X_i \geq X100$	El valor monetario del portafolio en bonos debe ser mayor o igual al valor de las RPS.
2	$X92 \geq .10 (X100)$	El efectivo debe ser mayor o igual al 10% de las RPS.
3	$X108 \geq 3.0$	El STP debe exceder 3 millones de dls.
4	$X101 + X106 \geq (.62(P1) + .69(P6))$	El monto de las RPND debe de ser igual o mayor a la suma del 62% del volumen de primas en las líneas " P más un 69% del volumen de primas de las líneas P.
5	$X94 \geq .15(P1)$	Las RPS para las líneas " P debe ser mayor o igual a un 15% del volumen de las primas en dichas líneas.
6	$X98 \geq 1.54(P4)$	La RPS para las líneas RCV y RP debe ser mayor o igual al 154% de la suma de los volúmenes de primas en dichas líneas.
7	$X97 \geq 1.47(P5)$	La RPS para la línea ARC debe ser igual o mayor a un 147% del volumen de primas en dicha línea.
8	$X94 + X98 + X97 \geq (.15(P1) + 1.54(P4) + 1.47(P5))$	El total de las RPS es igual a la suma de las restricciones 5, 6 y 7.
9	$X108 \geq .5(P0)$	El total de las primas emitidas debe ser menor o igual a dos veces el STP.
10	$X108 = 100 - [(.62P1 + .69P5 + .15P1 + 1.54P4 + 1.47P5) - 1] \times (.62P1 + .69P5)$	El STP es igual a 100.0 millones de dls., el capital inicial en to, menos el capital generado en la RPND por la actividad del seguro, multiplicado por la RPND.
11	$X93 = X108 + (.62P1 + .69P5 + .15P1 + 1.54P4 + 1.47P5)$	El total de activos es igual a el STP más la edición generada por la actividad aseguradora.
12	$X93 = X109$	Activo = pasivo más capital

18 En otras palabras un peso de capital soporta dos pesos de primas.

El modelo completo de Hofflander & Markle, minimiza la varianza del portafolio total de inversiones y seguros sujeto a las restricciones de no negatividad, de rendimiento esperado y el conjunto de restricciones anterior. Este conjunto de restricciones no solamente revela la regulación institucional y de solvencia que enfrenta la industria, también da un muy buen punto de referencia para comprender la actividad del sector asegurador. Los resultados del modelo para el caso normal y el análisis de sensibilidad elaborado por Hofflander & Markle se presentan a continuación:

Cuadro III.1  
Resultados del modelo de HOFFLANDER & MARKLE  
(Resultados del modelo bajo diferentes supuestos)

C #	p #	Ep	Sp	LP	RCV	RP	ARC	ACC	DE	RPS	RPND	STP	AT
N	2	9.0	7.3	39.0	17.0	16.0	28.0	45.0	50.5	105.8	71.7	54.1	231.6
N	3	10.8	12.1	31.0	20.0	18.0	31.0	47.0	48.2	108.2	66.6	49.7	224.5
1	2	9.6	7.3	37.0	18.0	14.0	31.0	47.1	48.3	106.4	70.4	53.0	229.8
1	3	11.5	12.1	30.0	20.0	16.0	34.0	55.5	39.7	108.5	66.0	49.4	223.9
2	2	10.0	7.3	38.0	17.0	15.0	30.0	60.4	35.1	106.1	71.1	53.6	230.8
2	3	12.0	12.1	30.0	20.0	15.0	35.0	64.2	31.0	108.5	66.0	49.3	223.8
3	2	9.0	8.0	44.0	14.0	18.0	24.0	47.2	44.0	104.1	75.2	57.1	236.4
3	3	10.2	12.0	37.0	17.0	21.0	25.0	44.5	46.3	106.6	70.3	52.9	229.8
4	2	9.0	6.4	36.0	18.0	14.0	32.0	51.1	46.6	106.7	69.8	52.5	229.0
4	3	11.4	12.0	31.0	21.0	12.0	36.0	49.6	48.1	108.2	66.7	49.9	224.8
5	2	9.0	9.4	43.0	15.0	18.0	24.0	52.7	43.0	95.2	74.7	51.5	221.4
5	3	10.1	12.0	37.0	18.0	20.0	25.0	50.5	45.0	97.0	70.3	48.2	215.5
6	2	9.2	6.0	32.0	20.0	14.0	34.0	45.8	38.3	119.2	66.5	55.6	241.3
6	3	11.5	12.1	27.0	22.0	15.0	36.0	44.2	50.8	120.6	63.5	53.0	237.1
7	2	9.2	5.6	46.0	15.0	13.0	26.0	53.2	42.8	99.6	82.5	62.8	244.9
7	3	11.4	11.6	40.0	17.0	15.0	28.0	53.1	42.7	102.1	77.1	59.0	238.2
8	2	8.8	7.6	35.0	19.0	16.0	30.0	46.7	48.7	106.2	70.3	53.1	229.6
8	3	10.2	12.4	27.0	22.0	17.0	34.0	43.3	51.6	108.0	57.7	43.1	208.8
9	2	8.2	9.5	27.0	22.0	19.0	32.0	44.3	52.7	44.9	26.4	78.6	149.9
9	3	9.3	13.6	23.0	24.0	20.0	33.0	53.1	43.9	46.3	26.1	77.3	149.7
10	2	8.6	8.8	33.0	20.0	17.0	30.0	44.2	52.0	71.4	44.9	67.3	183.6
10	3	9.8	12.5	29.0	22.0	19.0	30.0	54.1	41.8	74.6	43.1	64.4	182.1
11	2	9.3	7.6	45.0	16.0	13.0	26.0	43.1	51.6	145.7	107.1	40.7	293.5
11	3	11.6	12.4	38.0	18.0	16.0	28.0	42.8	52.0	146.9	94.8	36.5	278.2
12	2	10.4	7.3	51.0	13.0	13.0	23.0	41.3	53.7	172.2	138.2	35.2	345.6
12	3	11.8	12.0	45.0	15.0	16.0	24.0	42.7	52.1	168.7	123.8	31.2	323.7
13	2	9.0	11.2	61.0	11.0	10.0	18.0	48.1	47.2	210.5	200.6	34.5	445.6
13	3	10.6	16.7	50.0	14.0	14.0	22.0	42.8	52.0	193.8	153.0	25.9	372.7
14	2	9.6	7.3	34.0	18.0	14.0	34.0	44.0	51.3	108.0	68.1	54.1	230.2
14	3	11.1	12.4	27.0	20.0	16.0	37.0	45.7	49.2	109.0	64.4	48.0	221.4
15	2	9.8	7.3	31.0	18.0	14.0	37.0	42.4	52.8	108.2	66.8	50.0	225.0
15	3	11.3	12.6	23.0	21.0	17.0	39.0	45.0	50.3	110.0	62.1	46.1	218.2

Claves: C # = Ejercicio Número; p # = portafolio número; Ep = rendimiento esperado sobre el portafolio; Sp = desviación estándar del portafolio; LP = líneas del tipo P; ACC = instrumentos accionarios; DE = instrumentos de deuda; AT = Activo Total (AT = RPS + RPND + STP). Los números 2 y 3 asociados a la columna p #, indican que los resultados corresponden al segundo y tercer portafolio de esquina de la frontera de eficiencia.

Claves de correspondencia de las estimaciones:

N = caso normal (se entiende por caso normal a la frontera que incorpora todas las restricciones institucionales y financieras); 1 = disminución del requerimiento en bonos a un 80% de las RPS (restricción #1); 2 = disminución del requerimiento en bonos a un 50% de las RPS (restricción #1); 3 = aumento del requerimiento de efectivo a un 20% (restricción #2); 4 = disminución del requerimiento de efectivo a un 5% (restricción #2); 5 = disminución de los coeficientes de requerimiento en las RPND en un 10% (restricción #4); 6 = incremento de los coeficientes de requerimiento en las RPND en un 10% (restricción #4); 7 = disminución de los coeficientes de requerimiento en las RPS en un 10% (restricción #8); 8 = incremento de los coeficientes de requerimiento en las RPS en un 10% (restricción #8); 9 a 13 = Movimientos en los niveles de apalancamiento (9 = .5, 10 = 1.0, 11 = 4, 12 = 6.0, 13 = 9.0 pesos de capital soportan un peso de primas; restricción #9); 14 y 15 = caso especial: se incrementa la rentabilidad de la línea ARC de .011 por ciento a .020 por ciento (corrida #14) y a .030 por ciento (corrida #15).

Un análisis de la información que se presenta en la tabla anterior, revela lo siguiente:

La reducción de la restricción en bonos al 80% y 50% de la RPS, presenta una composición robusta de las líneas de seguros - P. Esta restricción tiene el efecto de liberar fondos, mismos que se invierten en acciones y no en instrumentos de deuda. El incremento en la inversión en acciones se ve acompañado por un aumento en la participación de la línea ARC y un decremento en la participación de la línea RP. La relación de la inversión obligatoria a la inversión libre se ubica en una proporción aproximadamente igual a 30% - 70%, en el tercer portafolio de esquina cuando se libera la restricción en bonos al 50% de las RPS. En los dos casos en que se libera la restricción, se observa una mejora del espacio riesgo - rendimiento<sup>19</sup>.

La corrida #3 presenta un caso en extremo interesante, sobre todo para el caso del portafolio de esquina 2. El incremento de 10% en el requerimiento de efectivo (adicional al 10% existente) genera tres reacciones para compensar la pérdida de rendimiento esperado en términos operativos: i) la restricción en bonos se cumple estrictamente (lo que no ocurría para el portafolio de esquina 2 en la corrida normal), lo cual libera una cierta cantidad de fondos; 2) se emite un mayor número de pólizas en las líneas del tipo - P, ya que estas presentan un menor requerimiento de reserva que el de las líneas P (tanto para la RPS como para la RPND), esto de nuevo tiene el efecto de liberar fondos adicionales, 3 por último, los fondos liberados a través de los dos movimientos anteriores, se invierten en mayor proporción en acciones, ya que estos instrumentos al tener un mayor nivel de rendimiento esperado compensan la pérdida de rendimiento que introduce un mayor nivel de efectivo. La suma de estos efectos trae como consecuencia que se logre el mismo nivel de rendimiento esperado que en el caso normal, sin embargo la institución enfrenta ahora una actividad más riesgosa<sup>20</sup>.

La corrida 4 (reducción del efectivo a un 5%) revela un efecto similar al de la reducción de los bonos, la liberación de recursos se invierte en acciones, la composición de las líneas - P prácticamente no se ve alterada y se observa el aumento en la participación de la línea ARC con la disminución de la línea RP. En este caso se observa una mejora del espacio riesgo - rendimiento.

<sup>19</sup> El análisis de sensibilidad que presentan los autores no es el mismo análisis de sensibilidad que el que se utiliza en la programación lineal. La regla del 100% para un cambio de los coeficientes de la función objetivo o del lado derecho de las restricciones no es válida para el caso de la programación no - lineal. Sin embargo, las holguras o excesos en el comportamiento de las restricciones son muy indicativos del grado de efectividad de las restricciones. A juicio propio, el análisis de Hofflander & Markle pudo ser mejor aún si éste hubiera incorporado a estos indicadores, ya que si después de liberar ciertas restricciones, éstas no manifiestan holgura, definitivamente puede establecerse su efecto perverso.

<sup>20</sup> En los capítulos I y II de esta investigación ya se había destacado la posibilidad de este efecto perverso a nivel teórico, cuando se incrementaba el nivel de requerimiento de reserva en efectivo. Hofflander & Markle verifican que este caso puede presentarse fácilmente a nivel empírico.

Las corridas 5 y 6 se refieren a un aumento y a un decremento de un 10% en los coeficientes de requerimiento en las reservas de prima no devengada (RPND). El aumento se asocia con un deterioro del espacio riesgo - rendimiento y la disminución del requerimiento trae como consecuencia una mejora del espacio riesgo - rendimiento (ambos respecto del caso normal).

Las corridas 7 y 8 simulan una disminución y un incremento de 10% en las reservas por siniestros (RPS). El aumento trae como consecuencia un efecto perverso respecto del caso normal, la disminución mejora el espacio riesgo - rendimiento<sup>21</sup>.

Las corridas 9 a la 13 presentan diversos niveles de apalancamiento, esto es, la cantidad de primas que han de ser emitidas por un peso de STP ó capital. La corrida 9 esta dada para un nivel de apalancamiento de .5 (esto es que un peso de capital soporta 50 centavos de primas emitidas), la corrida 10 observa un nivel de apalancamiento de 1, la corrida 11 de 4, la corrida 12 de 6, y por último, la corrida 13 introduce un nivel de apalancamiento de 9 pesos de primas emitidas por un peso de capital.

Los niveles de apalancamiento inferiores al caso normal (apalancamiento igual a dos pesos de primas emitidas por uno de capital, ver restricción # 9) presentan un deterioro del espacio riesgo - rendimiento. Aquí vale la pena señalar un efecto que se incorporó de forma brillante dentro del modelo de Hofflander & Markic:

Las corridas con niveles de apalancamiento menores al del caso normal, reflejan una caída drástica en la participación de las líneas - P dentro del portafolio de seguros, y un aumento de las líneas P. A primera vista este incremento pareciera no tener lógica alguna ya que dentro de las líneas P se encuentra una línea que es líder en pérdidas, como es la líneas de automóviles (ARC). Sin embargo, a pesar de las pérdidas que manifiesta la línea, ésta es una gran generadora de reservas que finalmente se utilizarán para la inversión. Por lo tanto, su baja rentabilidad, se ve más que compensada por su alto coeficiente generador de reservas (recursos disponibles para la inversión) cuando la institución aseguradora se ve limitada en su nivel de apalancamiento. En otras palabras el limitar la capacidad de operación de las instituciones hace que estas utilicen una práctica de concentración en líneas cuyos coeficientes generadores

---

<sup>21</sup> De hecho, al comparar todos los casos en los que las fronteras mejoran (respecto del caso normal), la liberación de un 10% en las RPS es la mejor de todas las opciones presentadas. En otras palabras, los portafolios de esquina 2 y 3 correspondientes a la corrida # 7 dominan a la mayoría de los demás portafolios.

de reservas sean muy elevados (sin importar si las líneas no son tan rentables). En cuanto al portafolio de inversiones se observa que este incremento de las líneas P, no trae consigo una inversión más conservadora por lo contrario en los portafolios de esquina 3, de las corridas 9 y 10 se observa una mayor inversión en acciones respecto del caso normal<sup>22</sup>.

Para los niveles de apalancamiento superiores al caso normal se observa una mejora del espacio riesgo - rendimiento. En lo que respecta al portafolio de seguros se observa una participación creciente de las líneas del tipo P a medida que se incrementa el nivel de apalancamiento<sup>23</sup>. El riesgo creciente que presupone el mayor nivel de apalancamiento se ve neutralizado a través de una política más conservadora en el portafolio de inversiones, ya que se observa para estos casos una mayor participación de los instrumentos de deuda que en el caso normal. El nivel de apalancamiento de 9 a 1 que presenta la corrida #13, ya implica un deterioro del espacio riesgo - rendimiento, lo que implica que una expansión de la capacidad de emisión hasta estos niveles no es deseable.

Las corridas 14 y 15 presentan un caso especial, se eleva la rentabilidad de la línea de automóviles (vía un incremento en los precios), ceteris paribus las demás rentabilidades (tanto financieras como de seguros) y parámetros del problema (coeficientes de las restricciones y parámetros de la matriz de varianza - covarianza). Los resultados revelan claramente el incremento en la participación de esta línea en el portafolio de seguros, y una composición un poco más conservadora del portafolio de inversiones respecto del caso normal. El aumento en la participación de la línea no es creciente, se observa una mayor participación de la línea entre la corrida normal y la 14, que entre la 14 y la 15. Ambos casos, 14 y 15 reflejan una mejora del espacio riesgo - rendimiento.

22 El modelo de Kahane, Y. and Nye, D. "A Portfolio Approach to the Property - Liability Insurance Industry". *Journal of Risk and Insurance*, diciembre de 1975. que es otro modelo de portafolio existente en la literatura de seguros, menciona que a pesar de la baja rentabilidad de la línea de automóviles esta puede ser deseada por su creación de reservas, sin embargo los autores mencionan que no pudieron resolver este problema. Como ya se ha visto, Hofflander & Markle resuelven el problema mediante las restricciones institucionales y financieras, ya que en ellas se puede detectar la existencia de coeficientes diferenciales en la generación de reservas para las líneas P y - P.

23 Los autores también señalan que a medida que se dan movimientos hacia portafolios más riesgosos dentro de la frontera pudieron detectar un incremento en la participación de la línea de automóviles asociada a un incremento en la inversión en acciones. Los autores atribuyen este efecto a la existencia de correlación negativa entre la línea de automóviles y los instrumentos accionarios. En esta investigación, también se encuentra, implícitamente, otro resultado interesante: "existe una frontera de eficiencia que es una curva envolvente de las fronteras que se obtienen para diferentes niveles de apalancamiento". Este resultado ya había sido ampliamente reconocido por la investigación de Kahane & Nye. Opus cit.



Después de haber presentado los resúmenes de estos artículos, se puede establecer una conclusión común a todos ellos: *"Un aligeramiento de la carga de la regulación financiera permite que todos estos agentes económicos operen en regiones de riesgo - rendimiento superiores a las que enfrentaban en el momento en que se elaboraron los estudios"*.

El estudio de Hofflander & Markle presenta dos conclusiones de importancia:

Primero, el estudio deja perfectamente clara la interrelación que existe entre las actividades del seguro e inversión. Estas actividades no deben ser tomadas como independientes una vez que se reconoce el potencial de diversificación que existe entre ambas.

Segundo, todos los movimientos que ofrecen Hofflander & Markle en su análisis de sensibilidad se asocian a cambios (algunos pequeños otros no tanto) en el portafolio de inversiones. Esto implica que la regulación de la actividad de inversión no debe ser tomada en forma aislada de la actividad del seguro. El aligeramiento de las restricciones de inversión (en este caso las corridas 1 a la 4) no afecta significativamente la composición de las líneas P, pero afecta en cierta magnitud a las líneas - P. Así, entonces, los cambios en la inversión también afectan la composición del portafolio de seguros. Por último, los cambios en los niveles de apalancamiento alteran tanto la estructura del portafolio de inversión como la del portafolio de seguros. Por lo tanto, se puede afirmar que la creación de una regulación que permita manejar adecuadamente el margen de solvencia de las empresas, no es una tarea fácil de emprender, ya que existe una gran interrelación entre las actividades del seguro y la inversión.

A continuación se presenta la información que sirve de base a la investigación del régimen de inversión del sector asegurador mexicano.

### III.2 INFORMACION Y SUPUESTOS UTILIZADOS

En esta sección se presenta la información estadística necesaria para construir las matrices de varianza - covarianza que se han utilizado en el análisis de las fronteras de eficiencia. El autor no pudo conseguir la información necesaria para construir las tasas de rendimiento de las líneas de seguros<sup>24</sup>. Por lo tanto, sólo se podrá tomar un especial énfasis en el portafolio financiero del sector asegurador.

El universo de activos, a través del cual se aproxima el portafolio de inversiones del sector asegurador, está compuesto por los siguientes instrumentos:

#### Instrumentos del Mercado de Dinero:

- BIB = Bonos de indemnización bancarios (Saldos).
- D3 = Certificados de depósito a plazo de tres meses.
- P1 = Pagarés bancarios a plazo de un mes.
- P3 = Pagarés bancarios a plazo de tres meses.
- C1 = Certificados de la tesorería de la federación a plazo de un mes.
- C3 = Certificados de la tesorería de la federación a plazo de tres meses.
- AB = Aceptaciones bancarias a un mes.
- PC = Papel comercial a un mes.

Fuentes: BIB, C1 y C3 (SIE BANXICO). Las tasas de los demás instrumentos se tomaron de la revista "EL MERCADO", publicada por la casa de bolsa "ACCIONES Y VALORES".

#### Préstamos

ACT = Tasa de interés activa a un mes, "proxy de la tasa de préstamos".

Fuente: ACT, (estimación BANXICO).

#### Instrumentos del Mercado de Capitales:

- GEN = Índice general de precios de las acciones cotizadas en la BMV.
- EXT = Índice de las acciones de la industria extractiva.
- TRA = Índice de las acciones de la industria de la transformación.
- CON = Índice de las acciones de la industria de la construcción.
- COM = Índice de las acciones del sector comercio.
- CYT = Índice de las acciones del sector comunicaciones y transportes.
- SER = Índice de las acciones del sector servicios.
- VAR = Índice de las acciones del sector varios (principalmente controladoras).
- FRV = Fondo Accivalmex. Sociedad de inversión común. Casa de bolsa "ACCIONES Y VALORES".

Fuente: Los índices (de precios) accionarios se tomaron de los indicadores económicos de BANXICO. La tasa de interés real del Fondo Accivalmex, se tomó, de la revista "EL MERCADO", publicada por la casa de bolsa "ACCIONES Y VALORES".

<sup>24</sup> Esto es, las variables involucradas en el mejor cociente combinado por línea de seguro. Esta información no se encuentra disponible en los anuarios estadísticos de la Comisión Nacional de Seguros.

Los supuestos utilizados en este estudio son los siguientes:

- 1) El Sector Asegurador es un agente inversor averso al riesgo, que maximiza el rendimiento esperado de su portafolio de inversión sujeto a las restricciones de tipo institucional que enfrenta. En esta investigación, las restricciones de tipo institucional vienen dadas por el Régimen de Inversión del Sector Asegurador.
- 2) Se toma el nivel de reservas técnicas y de la reserva para fluctuaciones de valores como dado, y el sector asegurador las invierte de la mejor forma posible de acuerdo a sus objetivos y a las restricciones que enfrenta. No se toma en consideración la posibilidad de acoplar a las líneas de seguros como candidatas a la inversión en el proceso de determinación del portafolio. Esto último supone, que el portafolio de líneas de seguros es consistente con el tipo de inversiones que resultan del modelo<sup>25</sup>.
- 3) El Sector Asegurador, toma las tasas de rendimiento de los activos como dadas, esto es, que las tasas de retorno de los diferentes instrumentos se determinan bajo competencia perfecta<sup>26</sup>.
- 4) El supuesto de normalidad no se cumple para la mayoría de los instrumentos, sin embargo, la aproximación de segundo orden a la normal, se sostiene bien para la mayoría de los portafolios que se presentan en las siguientes secciones<sup>27</sup>.
- 5) El modelo de portafolio implícitamente supone que las propiedades de diversificación entre los activos (mismas que se resumen en la matriz de varianza - covarianza de los instrumentos) son estables a través del tiempo. Esto, trae consigo, que se considere que la distribución ex - ante de los rendimientos es un buen indicador (predictor) de los eventos futuros.

---

25 Otro supuesto que puede utilizarse, en este caso, es suponer que existe independencia estadística entre las distribuciones de los rendimientos de los activos financieros y las líneas de seguros. Sin embargo, la evidencia que resulta de los estudios de Kahane & Nye (1975) y Hofflander & Markle (1976), revela que éste no es el caso. Por lo tanto, el usar el supuesto (2) del texto, parece ser menos restrictivo, que suponer independencia estadística entre líneas de seguros e inversiones.

26 Se podría pensar que este es un supuesto restrictivo en cierta magnitud, ya que el Sector Asegurador pudiere ejercer cierto poder en la determinación de las tasas de los préstamos que otorga. Sin embargo, James (1976), ha demostrado que la presencia de imperfecciones de mercado (específicamente la presencia de monopolio en un mercado), no altera la forma de la frontera de inversión.

27 El detalle de la base de datos utilizada, construcción de las tasas de rendimiento y pruebas de normalidad, se presenta en el Apéndice B.

El uso de este quinto supuesto puede tener serias implicaciones en el análisis de las fronteras de eficiencia, ya que la estrategia de inversión (esto es, la proporción invertida en cada instrumento) no solamente es función de las restricciones sino también de la estructura de la matriz de varianza - covarianza<sup>28</sup>.

Para resolver parcialmente esta problemática, se utilizó el siguiente enfoque:

Las tasas de rendimiento que considera este estudio, observan una periodicidad mensual que inicia en enero de 1985 y finaliza en marzo de 1989. Esta muestra completa (1985M1 - 1989M3) de 51 observaciones se partió en 2 sub muestras de 26 observaciones como sigue:

- Primera Muestra: enero de 1985 a febrero de 1987.

(1985M1 - 1987M2).

- Segunda Muestra: febrero de 1987 a marzo de 1989.

(1987M2 - 1989M3).

En el análisis empírico que se presenta más adelante, se generaron las fronteras de eficiencia correspondientes a la primera muestra, segunda muestra y muestra completa.

Esta división de períodos, permite el análisis del régimen de inversión en escenarios diferentes, lo que libera a la investigación de la carga del quinto supuesto.

---

<sup>28</sup> Varios autores ya han hecho explícito el reconocimiento de este factor. De Alba (1988), ha diseñado una prueba para detectar cambios en la estructura de la matriz de varianza - covarianza. Márquez (1989), se ha avocado a la investigación de los factores, que aplicados a la matriz de varianza - covarianza, resulten en una estrategia robusta de inversión.

Las tasas de rendimiento real ex - post (anualizado), se obtuvieron de la siguiente forma:

#### Instrumentos a un mes

$$r_1 = \left[ \left( \frac{1+i}{1+\pi_1} \right)^{12} \right] - 1 \times 100$$

donde

$i$  = tasa de interés mensual (anual entre doce)

$$\pi_1 = \frac{IPC_1}{IPC_{1-1}}$$

$IPC$  = índice de precios al consumidor base 1978 = 100

#### Instrumentos a tres meses

$$r_3 = \left[ \left( \frac{1+i}{1+\pi_4} \right)^4 \right] - 1 \times 100$$

donde

$i$  = tasa de interés trimestral (anual entre cuatro)

$$\pi_4 = \frac{IPC_{1,3}}{IPC_1}$$

#### Acciones

$$GC_i = \frac{P_i}{P_{i-12}}$$

donde

$GC_i$  = ganancia de capital anual, proveniente de la acción  $i$ .

$P_i$  = índice de precios de la acción  $i$  en el período  $i$

$$GCR_i = \left[ \left( \frac{GC_i}{1+\pi_{12}} \right) - 1 \right] \times 100$$

donde

$GCR_i$  = ganancia de capital anual en la acción  $i$ , expresada en términos reales

$$\pi_{12} = \frac{IPC_i}{IPC_{i-12}}$$

Como puede observarse, las tasas de rendimiento real calculadas para las acciones, están subestimadas, ya que los índices de precios utilizados no están ajustados por pago de dividendos. De acuerdo con esto, los rendimientos reales de estos instrumentos estarán consistentemente subestimados.

El horizonte de planeación del portafolio está dado para un año, lo cual es consistente con la estructura de plazos de los pasivos del sector asegurador, que en el caso de daños es anual.

En el cuadro III.2 se presentan las medias (rendimientos esperados) y las desviaciones estándar (riesgos) del universo de activos, para los tres períodos que ya se han mencionado.

Cuadro III.2  
Relación Riesgo - Rendimiento del Universo de Activos

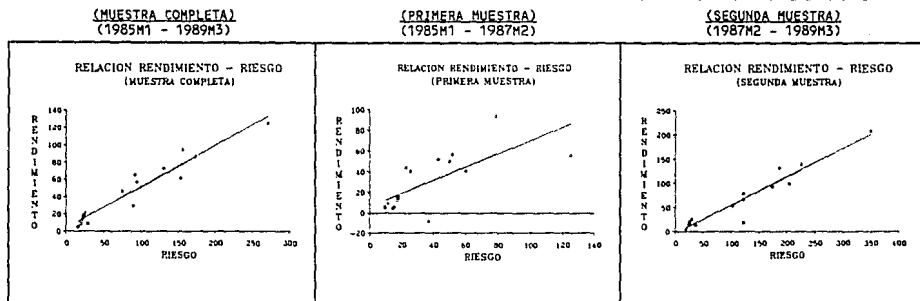
	MUESTRA COMPLETA (1985H1 - 1989H3)		PRIMERA MUESTRA (1985H1 - 1987H2)		SEGUNDA MUESTRA (1987H2 - 1989H3)	
	MEDIA	DE	MEDIA	DE	MEDIA	DE
BIB	8.9	28.3	4.4	14.4	13.4	36.4
D3	5.1	15.3	5.9	9.3	4.1	19.3
P1	9.0	19.0	6.0	15.2	11.9	21.4
P3	5.4	15.6	4.7	9.4	5.7	19.8
C1	14.6	21.0	12.2	17.2	16.8	23.6
C3	11.7	19.7	9.3	10.9	13.9	25.2
ACT	21.1	24.5	16.3	16.9	25.7	29.2
AB	17.6	22.2	14.4	17.5	20.6	25.3
PC	18.5	22.6	15.7	17.7	21.0	26.0
GEN	73.0	129.7	56.3	51.7	93.3	173.1
EXT	124.9	271.4	56.2	124.9	207.0	349.2
TRA	57.3	93.6	50.2	49.7	67.2	121.6
CON	94.2	155.4	93.4	78.3	98.5	203.8
COM	46.1	74.9	40.8	25.5	52.7	101.6
CYT	61.8	152.9	-8.1	37.3	132.6	186.0
SER	30.0	88.8	44.1	22.8	18.1	121.3
VAR	87.1	172.7	40.9	60.3	139.0	225.6
FRV	65.6	91.4	51.9	42.8	78.9	120.4

Los parámetros de riesgo y rendimiento reflejan lo siguiente:

La primera muestra presenta niveles de rendimiento esperado inferiores a los de la segunda muestra. La muestra completa presenta un efecto promedio (rendimientos superiores a la primera muestra e inferiores a la segunda). Cabe destacar la presencia de una pérdida de capital (promedio) en las acciones del sector comunicaciones y transportes en la primera muestra.

En la gráfica III.3, puede observarse que en los tres períodos se cumple bien la relación creciente entre riesgo y rendimiento.

Gráfica III.3  
Gráficas de La Relación Riesgo - Rendimiento



Las matrices de varianza - covarianza y correlación para las tres muestras se presentan en los cuadros 4A al 4C del Apéndice B.

La información contenida en estas matrices indica lo siguiente:

**Muestra Completa (1985M1 - 1989M3)**  
(Cuadros 4A.1 y 4A.2 del Apéndice B)

- (i) Se observa una correlación negativa entre instrumentos del mercado de dinero y del mercado de capitales
- (ii) Existe una alta correlación positiva entre los instrumentos del mercado de dinero. Un efecto similar se observa en los instrumentos del mercado de capitales.
- (iii) Los puntos (i) y (ii) implican que existen buenas oportunidades de diversificación entre instrumentos del mercado de dinero y del mercado de capitales. Las ganancias de diversificar entre instrumentos del mercado de dinero son menores al igual que las ganancias de diversificar entre instrumentos del mercado de capitales (dada su alta correlación positiva)<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> Las ganancias provenientes de la diversificación pueden estar subestimadas, ya que los rendimientos de las acciones se aproximaron a través de índices, mismos que no incorporan el ajuste por pago de dividendos.

**Primera Muestra (1985M1 - 1987M2)**  
**(Cuadros 4B.1 y 4B.2 del Apéndice B)**

- (i) Existe una correlación positiva entre instrumentos del mercado de dinero.
- (ii) Existe una correlación positiva entre instrumentos del mercado de capitales. Sin embargo, esta no es tan fuerte como en la muestra completa, existen algunas correlaciones positivas bajas e incluso algunas cercanas a cero.
- (iii) El grado de correlación negativa entre instrumentos del mercado de dinero y de capitales disminuye (respecto de la muestra completa), incluso se observan algunas correlaciones cercanas a cero.

**Segunda Muestra (1987M2 - 1989M3)**  
**(Cuadros 4C.1 y 4C.2 del Apéndice B)**

- (i) Existe una correlación positiva entre instrumentos del mercado de dinero.
- (ii) Existe una correlación positiva entre instrumentos del mercado de capitales.
- (iii) También esta muestra presenta correlación negativa entre instrumentos del mercado de dinero y de capitales. Su magnitud no difiere mucho de la que se observa en la muestra completa<sup>30</sup>.

A continuación se presenta la construcción de las restricciones que incorporará el modelo de portafolio.

### **III.2.1 Construcción de las Restricciones**

En el capítulo I de esta investigación se encuentra la evolución que ha tenido el régimen de inversión del sector asegurador. En los cuadros 1.4 al 1.6 de dicho capítulo se presentan los diferentes regímenes de inversión.

Las restricciones que ahí se presentan corresponden al régimen de 1987, que estuvo vigente hasta enero de 1990. El día 5 de enero de 1990, se publican en el Diario Oficial de la Federación las *"REGLAS PARA LA INVERSIÓN DE LAS RESERVAS TÉCNICAS DE LAS INSTITUCIONES DE SEGUROS Y SOCIEDADES MUTUALISTAS DE SEGUROS Y DE LA RESERVA PARA FLUCTUACIONES DE VALORES DE LAS INSTITUCIONES DE SEGUROS"*. Este conjunto de reglas constituye un nuevo régimen de inversión.

---

<sup>30</sup> Esto implica que la muestra completa presenta una dominancia de las características de segunda muestra sobre de la primera.



Las restricciones de portafolio que imponía el régimen de 1987 eran las siguientes:

*REGIMEN DE INVERSION DE 1987*

(i) *Inversión Obligatoria*.- Afectaba una base no menor del 25% de las reservas técnicas y para fluctuaciones de valores. Esta inversión, consistía en un depósito obligatorio en Banco de México. Los instrumentos sujetos a esta inversión eran los Certificados de la Tesorería de la Federación a plazo de uno y tres meses.

(ii) *Inversión Libre*.- La inversión en Cetes, petrobonos, pagarés con rendimiento liquidable al vencimiento, depósitos a plazo, certificados de participación NAFINSA, bonos hipotecarios, cuentas de cheque en moneda nacional, y aceptaciones bancarias podía efectuarse hasta por un monto del 100% del 75% restante de las reservas.

(iii) *Inversión Orientada*:

(iii.a) La inversión individual en activos como<sup>31</sup>: acciones, obligaciones, fondos de renta fija y variable, pagaré empresarial, bonos, bores, bibs, papel comercial, etc..., no podía rebasar el 10% del 75% restante de las reservas.

(iii.b) La suma de los activos de la lista anterior no podrá rebasar el 20% del 75% restante de las reservas. Además, la inversión en cada uno de dichos instrumentos no podrá rebasar el 25% del capital de la sociedad emisora.

(iii.c) La inversión en descuentos y redescuentos no debía rebasar el 20% del 75% restante de las reservas. La inversión en préstamos hipotecarios, inmobiliarios, y prendarios no debía rebasar el 30% del 75% restante de las reservas. La inversión de estos préstamos se computaba dentro del 20% referido en (iii.b).

El contenido de estas reglas puede expresarse por medio de ecuaciones de desigualdad, para lo cual se define la siguiente notación:

---

<sup>31</sup> Lista de activos del INDEVAL.

Se define que:

Universo total de activos = conjunto  $U$

Cetes a plazo de uno y tres meses = conjunto  $U_1 \subset U$

Préstamos (aproximados por la tasa activa) = conjunto  $U_2 \subset U$

Acciones, fondo de renta variable, papel comercial y bibs = conjunto  $U_3 \subset U$

Suponiendo que la suma de las reservas técnicas y para fluctuaciones de valores es igual a la unidad se tiene:

#### Inversión Obligatoria

$$(1) \dots \sum_{x_i \in U_1} x_i \geq .25$$

#### Inversión Orientada

*Topo máximo de inversión por instrumento*

$$(2) \dots x_i \leq \min \{ .10(RT), .25(CSE) \}$$

Esta restricción es una combinación de (iii.a) y (iii.b). Dicha restricción establece que la máxima inversión posible en un instrumento que pertenezca al conjunto  $U_3$ , deberá ser igual a la proporción más pequeña que resulte de tomar el 10% de las reservas y el 25% del capital de la sociedad emisora<sup>32</sup>. En esta investigación se supondrá que el valor más pequeño de las dos magnitudes es igual al 10% de la suma de las reservas (.10xRT), por lo que la segunda restricción esta dada por:

$$(2') \dots x_i \leq .10$$

$$(3) \dots x_i \leq .20$$

32 De hecho, el 10% del 75% restante de las reservas es igual a .075. Sin embargo, el régimen de 1987 operó aplicando los porcentajes al 100% de las reservas. Agradezco al Lic. Recaredo Arias (AMIS), que me haya hecho este comentario.

La restricción (3) establece que el monto invertido en descuentos y redescuentos (aproximados por la tasa activa) no debe superar el 20% de la suma de las reservas.

*Tope máximo de inversión por grupo de instrumentos*

$$(4) \dots \sum_{x_i \in (U_2 \cup U_3)} x_i \leq .20$$

Esta restricción establece que la suma de los instrumentos de los subconjuntos  $U_2$  y  $U_3$  deberá ser menor o igual al 20% de la suma de las reservas. Es importante mencionar, que la restricción (3) es redundante ya que esta se encuentra contenida en (4). Por lo tanto, las restricciones que representan al régimen de inversión de 1987, quedan especificadas como sigue:

#### RESTRICCIONES DEL REGIMEN DE INVERSIÓN DE 1987

$$(1) \dots \sum_{x_i \in U_1} x_i \geq .25$$

$$(2) \dots \sum_{x_i \in U_2} x_i \leq .10$$

$$(3) \dots \sum_{x_i \in (U_2 \cup U_3)} x_i \leq .20$$

#### *REGIMEN DE INVERSIÓN DE 1990*

Este régimen de inversión establece dos apartados: inversión obligatoria e inversión libre. La inversión obligatoria abarca un 30% y la libre el 70% restante. Estos porcentajes se deben aplicar a lo que actualmente se denomina como *BASE NETA DE INVERSIÓN*, que resulta de deducir a las reservas técnicas y reserva para fluctuaciones de valores los conceptos no computables a que se refiere el artículo 57 de la Ley General de Instituciones de Seguros. El 70% de inversión libre sólo se sujeta a un tope máximo de inversión por instrumento del 30%. Las restricciones que representan a este régimen puede expresarse como:

Se define que  $U'_3 = U_3 - BIB$ .  $U_4 = U - (U_1 + BIB)$ , y que el monto de la base neta de inversión sea igual a la unidad, entonces se tiene:

### Inversión Obligatoria<sup>33</sup>

$$(4) \dots \sum_{i, U_1} x_i \geq .30$$

### Inversión Libre

#### Tope máximo de inversión por instrumento<sup>34</sup>

$$(5) \dots x_i \leq .30$$

La restricción (4) establece una inversión mayor o igual al 30% en los instrumentos sujetos a la inversión obligatoria, la restricción (5) establece un tope máximo de inversión del 30% para cada uno de los instrumentos que componen a  $U_4$ .

### RESTRICCIONES DEL REGIMEN DE INVERSIÓN DE 1990

$$(4) \dots \sum_{i, U_1} x_i \geq .30$$

$$(5) \dots x_i \leq .30$$

Con este conjunto de restricciones, ya se está en posición de presentar los resultados del modelo.

<sup>33</sup> Bajo las nuevas reglas, se amplía el conjunto de activos sujetos a la inversión obligatoria. Además de los Certificados de la Tesorería de la Federación, ahora se incluyen: Pagares de la Tesorería de la Federación, Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal, Bonos de la Tesorería de la Federación, y Bonos Ajustables del Gobierno Federal. El universo que considera esta investigación sólo incorpora a los CETES a plazo de uno y tres meses.

<sup>34</sup> Ahora los Bonos de Indemnización Bancarios (BIB), caen dentro de los instrumentos de la inversión libre que no presentan límite de inversión. De ahí la redefinición de  $U_3$  a  $U'_3$ . Los límites se encuentran en el Capítulo III de las reglas de inversión. Los instrumentos que no presentan límite dentro de la inversión libre, se encuentran en la fracción I del Capítulo III, los que incorporan límite del 30% se encuentran en la fracción II de dicho Capítulo.

### III.3 IMPACTO DEL RÉGIMEN DE INVERSIÓN: EVIDENCIA EMPÍRICA<sup>35</sup>

La exposición de los resultados de esta investigación se organiza como sigue. En el inciso III.3.1, se presentan las fronteras de inversión correspondientes a la primera muestra bajo la ausencia y presencia de restricciones; el inciso III.3.2, presenta las fronteras para la segunda muestra; el inciso III.3.3, presenta las fronteras de inversión para la muestra completa<sup>36</sup>. En este inciso se altera la organización de los resultados. En este ejercicio, se incluye progresivamente a cada una de las 3 restricciones del régimen de 1987. Esto, ofrece la oportunidad de detectar el impacto individual de cada restricción.

#### III.3.1 Fronteras de Inversión para la Primera Muestra

Los resultados de aplicar las restricciones del régimen de inversión de 1987, en la primera muestra, se encuentran en los cuadros III.3, III.4 y en la gráfica III.4.<sup>37</sup>

La información que presentan los diferentes cuadros es la siguiente. El primer renglón de cada cuadro presenta un número de referencia para cada uno de los portafolios que se encuentran en la frontera<sup>38</sup>. El segundo y tercer renglón, muestran el rendimiento esperado (media) y riesgo (desviación estándar) de cada portafolio. Por último, los reglones inferiores, presentan la composición de cada uno de los diferentes portafolios que conforman a la frontera de eficiencia.

La frontera restringida para esta muestra, se obtiene resolviendo el siguiente problema:

---

35 La idea original de aplicar las restricciones del régimen de inversión del sector asegurador mexicano en un modelo de portafolio se encuentra en Schwartzman (1987).

36 Este fue el enfoque que se utilizó para relajar el supuesto de estabilidad de la matriz de varianza - covarianza.

37 En la programación de las fronteras de esta muestra, no se consideró a las acciones del sector comunicaciones y transportes ya que éstas presentan un rendimiento esperado negativo durante este período.

38 Obviamente, no se presentan todos los portafolios, sino aquellos que se obtienen al cambiar el rendimiento esperado de 2.0% en 2.0%.

$$(6) \dots \min_{x \in \mathbb{R}_+} \sigma_{m1}^2 = \sum_{i=1}^{17} x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{17} \sum_{\substack{j=1 \\ j>i}}^{17} x_i x_j \sigma_{ij}$$

s.a.

$$\begin{aligned} 1 &= \sum_{i=1}^{17} x_i \\ \mu_{m1}^0 &= \sum_{i=1}^{17} x_i \mu_i \\ x_i &\geq 0 \\ \sum_{i \in I_1} x_i &\geq .25 \\ x_i &\leq .10 \\ \sum_{i \in (I_2^*, I_3)} x_i &\leq .20 \end{aligned}$$

donde la notación  $\sigma_{m1}^2$  y  $\mu_{m1}^0$  significa que se están utilizando a la matriz de varianza - covarianza y niveles de rendimiento esperado de la primera muestra.

Las propiedades de diversificación del portafolio son bastante buenas. Estas pueden cuantificarse de acuerdo con la siguiente comparación. La tasa activa, presenta para esta muestra, un nivel de rendimiento esperado de 16.3% y una desviación estándar (riesgo) de 16.9% (véase cuadro III.2). El portafolio No.3, de la frontera sin restricciones, establece una estrategia de inversión ( $x_i$ 's), que indica que se puede obtener el mismo rendimiento esperado de la tasa activa aproximadamente con la mitad de su riesgo.

Cuadro III.3<sup>39</sup>  
Primera Muestra (1985H1 - 1987H2): Frontera de Inversión sin Restricciones

PORT. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
MEDIA	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00	30.00	32.00	34.00	36.00
DESV. EST.	8.04	8.21	8.52	8.90	9.34	9.97	10.79	11.74	12.79	13.92	15.11	16.34	17.61
b3	0.00	78.15	55.30	24.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P3	81.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C3	0.00	0.00	19.60	47.66	69.55	63.16	55.82	48.47	41.12	33.77	26.42	19.06	11.71
ACT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	2.44	4.32	6.19	8.07	9.95	11.82	13.70
COM	9.91	14.01	15.95	17.10	18.80	22.07	21.45	20.89	20.33	19.76	19.20	18.64	18.07
SER	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	7.96	14.61	21.25	27.90	34.55	41.20	47.85
VAR	4.22	3.20	2.90	2.28	1.89	2.39	2.42	2.45	2.50	2.54	2.57	2.61	2.65
FRV	4.59	4.64	6.25	8.07	9.76	10.58	9.91	9.26	8.61	7.96	7.31	6.67	6.02
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

La frontera de inversión sin restricciones (cuadro III.3), manifiesta que la restricción de inversión obligatoria es redundante en los portafolios 4 al 11 de la frontera<sup>40</sup>. En otras palabras, en el rango de la frontera que se ubica en niveles de rendimiento esperado (real anualizado) entre 18% y 32%, la restricción no tiene efecto alguno. Sin embargo, en el rango que va del 12% al 14% si tiene efecto. Dicho efecto es significativo, ya que si se toma al portafolio No. 2 de la frontera sin restricciones y se le compara con el portafolio No. 1 de la frontera con restricciones (cuadro III.4) se tiene:

Portafolio No.	2 (cuadro III.3)	1 (cuadro III.4)
Rendimiento Esperado	14.00	12.00
Riesgo (Desv. Est.)	8.21	8.30

Esta comparación indica que el inversionista institucional que opera sin la restricción de inversión obligatoria, puede ganar un 2% más que el inversionista que se sujeta a la regla y con un portafolio menos riesgoso<sup>41</sup>. El efecto perverso de esta restricción disminuye rápidamente, hasta desaparecer en los niveles de rendimiento del 18% al 32%.

La restricción (2), tope máximo de inversión por instrumento (10% de las reservas), no tiene efecto en el portafolio No.1 de la frontera sin restricciones. En el rango del 14% al 20%, sólo afecta a un

<sup>39</sup> Los resultados de las fronteras de eficiencia se obtuvieron con el optimizador GRG2 (1988), desarrollado por Leon Lasdon y Allan Warren. Licencia de uso No. 123801, a nombre de Ismael González. El optimizador utiliza el método de búsqueda de Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno. Véase, por ejemplo, Judge, G. [et al.]. "The Theory and Practice of Econometrics". Wiley, Segunda Ed., 1985, para una exposición de los métodos de búsqueda de cuasi - Newton. Para la aplicación que se está utilizando, la globalidad del óptimo está asegurada por las características de la matriz de varianzas - covarianza, que como suma de cuadrados es positiva semi - definida.

<sup>40</sup> Esto es, que aún sin la restricción, se invertiría una proporción igual o superior al 25% de las reservas en Cetes.

<sup>41</sup> En función de este resultado, puede mencionarse que aquellas empresas aseguradoras que sigan una política de inversión muy conservadora, pueden mantener un portafolio menos riesgoso que el que se obtiene con la regla de inversión obligatoria, ya que empíricamente en el rango del 12% al 16% se invierte en instrumentos que presentan un riesgo menor al de los Cetes.

instrumento, las acciones del sector comercio (COM). En la región que va del 26% al 36% de rendimiento esperado en la frontera, la restricción afecta a dos instrumentos: las acciones del sector comercio (COM) y las acciones del sector servicios (SER). Su efecto es decreciente para el primer instrumento y creciente para el segundo.

La tercera restricción (tope máximo de inversión por grupo de instrumentos, 20% de las reservas) es la que presenta la mayor distorsión. Esta manifiesta una actividad creciente a partir del portafolio No.2, de la frontera sin restricciones. Esto puede apreciarse mediante la separación de las fronteras de inversión a partir de un nivel de rendimiento esperado del 14% (véase la gráfica III.4). El efecto perverso de la restricción de inversión obligatoria, en la región inferior de la frontera, se aprecia mediante la separación de las fronteras entre los niveles de rendimiento esperado del 12% al 14%.

Cuadro III.4  
Primera Muestra (1985M1 - 1987M2): Frontera de Inversión con Restricciones

PORT. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
MEDIA	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	25.91	Región no factible				
DESV. EST.	8.30	8.32	8.76	9.45	10.54	12.03	14.60	18.82					
D3	0.00	11.30	20.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P3	59.57	43.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AB	25.00	25.00	59.80	80.00	77.28	60.25	31.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CON	0.00	0.00	0.00	0.00	2.72	19.75	48.46	55.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GEN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COM	0.00	0.00	0.00	3.04	7.53	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VAR	7.65	10.00	10.00	10.00	10.00	8.90	3.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FRV	2.88	3.03	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FRV	4.90	6.97	9.58	6.96	2.47	1.10	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

La frontera de eficiencia con restricciones se trunca a un nivel de rendimiento esperado de 25.9%<sup>42</sup>.

Finalmente, para cuantificar el impacto total del régimen de 1987, en esta muestra, se puede establecer la siguiente comparación:

<sup>42</sup> En otras palabras, cuando las restricciones se satisfacen en forma estricta, se tiene

Inversión Obligatoria:

$$(a) .25 \times C1 = .25 \times 12.2 = 3.05$$

Inversión libre:

$$(b) [1 - (.25 - .20)] \times AB = .55 \times 14.4 = 7.92$$

Inversión Orientada (topes máximos por instrumento y grupo de instrumentos):

$$(c) .10 \times CON + .10 \times GEN = .10 \times 93.4 + .10 \times 56.3 = 14.97$$

Por lo tanto, la frontera se trunca a un nivel de rendimiento esperado igual a:

$$(a) + (b) + (c) = 3.05 + 7.92 + 14.97 = 25.9\%$$



El portafolio No.8 de la frontera sin restricciones presenta un rendimiento esperado de 26.0% con un riesgo (desviación estándar) de 11.74%. El portafolio No. 8 de la frontera con restricciones presenta el mismo nivel de rendimiento esperado, pero con un riesgo de 18.8%. Esto representa un incremento del riesgo del portafolio en un 60% (aproximadamente) respecto de la situación no restringida, cuando la base de comparación es un mismo nivel de rendimiento esperado (26.0%). Esta cifra en sí misma es poco indicativa, un mejor indicador es el siguiente<sup>43</sup>:

Tomando un nivel de confianza del 95% (2.0 veces la desviación estándar), el portafolio No. 8 de la frontera sin restricciones tiene una probabilidad del 5% de obtener un rendimiento esperado de 2.52%<sup>44</sup>. Tomando el mismo nivel de confianza, el portafolio No.8 de la frontera con restricciones tiene una probabilidad del 5% de obtener un rendimiento esperado de -11.24%<sup>45</sup>.

El ejercicio anterior mide el impacto del régimen de 1987, en cuanto a la adición de riesgo. Si se pregunta: *¿ Cuántos puntos de rendimiento esperado se pierden por el régimen para un mismo nivel de riesgo ?*, se puede responder de la siguiente forma:

El portafolio No. 13 de la frontera sin restricciones presenta un rendimiento esperado de 36% con un riesgo del 17.6%, el portafolio No. 8 de la frontera con restricciones presenta un rendimiento esperado de 26.0% con un riesgo de 18.8%. Por lo tanto, la comparación de niveles de rendimiento esperado para un mismo nivel de riesgo (aproximadamente 18.0%), indica una pérdida de rendimiento esperado del 10% aproximadamente, respecto del caso no restringido.

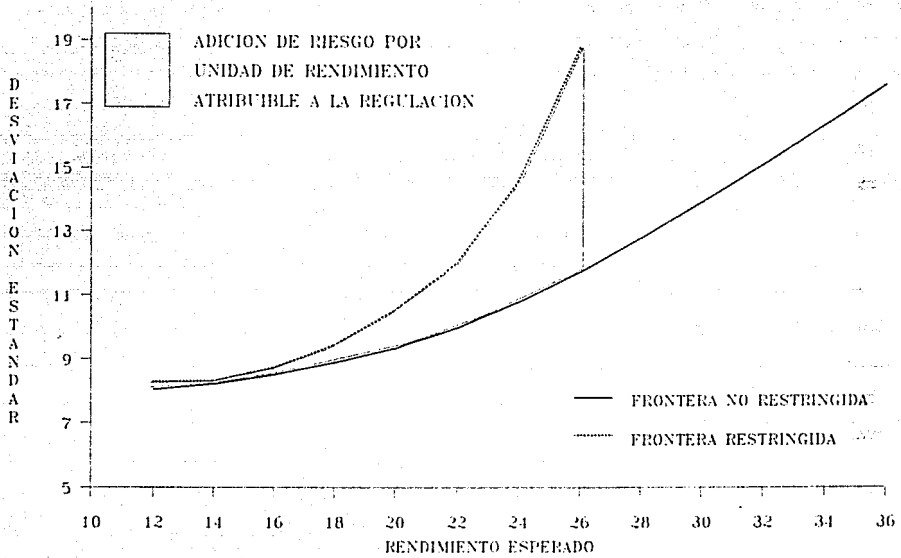
---

43 Este indicador puede utilizarse, gracias a que el modelo presenta una buena aproximación a la normal.

44 Limite inferior del intervalo.

45 Esto es, una pérdida de capital (esperada), en términos reales de 11.24%.

GRAFICA III.4  
FRONTERAS DE INVERSION:  
PRIMERA MUESTRA (1985M1 - 1987M2)



### III.3.2 Fronteras de Inversión para la Segunda Muestra

La frontera restringida para esta muestra, se obtiene resolviendo el siguiente problema:

$$(7) \dots \quad \text{Min}_{x \in \mathbb{R}_+} \sigma_{m2}^2 = \sum_{i=1}^{18} x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{18} \sum_{\substack{j=1 \\ j>i}}^{18} x_i x_j \sigma_{ij}$$

s.a.

$$1 = \sum_{i=1}^{18} x_i$$

$$\mu_{m2}^0 = \sum_{i=1}^{18} x_i \mu_i$$

$$x_i \geq 0$$

$$\sum_{x_i \in U_1} x_i \geq .25$$

$$x_i \leq .10$$

$$\sum_{x_i \in (U_2 - U_3)} x_i \leq .20$$

donde la notación  $\sigma_{m2}^2$  y  $\mu_{m2}^0$  significa que se están utilizando a la matriz de varianza - covarianza y niveles de rendimiento esperado de la segunda muestra.

Los resultados para esta muestra se presentan en los cuadros III.5, III.6 y gráfica III.5.

En esta muestra la restricción de inversión obligatoria es efectiva para todos los portafolios de la frontera sin restricciones (1 al 13). La máxima inversión en Cetes que presenta esta frontera es de 18.30% en el portafolio No. 7, lo que indica que el efecto perverso de esta restricción se manifiesta a lo largo de toda la frontera de inversión. La restricción presenta mayor intensidad en el rango de bajo rendimiento esperado, su actividad disminuye a la mitad de la frontera y vuelve a crecer en la región superior de la frontera<sup>46</sup>.

<sup>46</sup> Si se compara al portafolio No. 2 del cuadro III.5 con el No. 1 del cuadro III.6, se observa una pérdida de rendimiento esperado de 2% en la frontera con restricciones, estableciendo un mismo nivel de riesgo. Este efecto es similar al que se presentó en la primera muestra.

La restricción de límite máximo de inversión por instrumento afecta a tres instrumentos: fondo de renta variable (FRV); préstamos (aproximados por la tasa activa) y acciones del sector comunicaciones y transportes (CYT). En el primer caso la actividad se manifiesta en el rango del 30% al 38% y su efecto es débil, en el segundo caso la efectividad de la restricción se presenta en el rango del 34% al 50%, y el efecto es perverso y creciente; en el tercer caso la restricción opera en el rango del 46% al 50% con una distorsión muy pequeña.

La restricción de límite máximo de inversión por grupo de instrumentos, es redundante en el rango de rendimientos esperados que van del 12% al 30%. La restricción presenta actividad en el rango del 34% al 50%. Este tope máximo de inversión, automáticamente se vuelve activo, cuando la participación de los préstamos (ACT) adquiere una proporción de 24.66% en el portafolio No. 9 de la frontera sin restricciones. En esta muestra la operación de los límites máximos de inversión (tanto individual como por grupo) son las restricciones que introducen la mayor distorsión.

Cuadro III.5  
Segunda Muestra (1967M2 - 1989M3): Frontera de Inversión sin Restricciones

PORT. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MEDIA	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	26.00	30.00	34.00	38.00	42.00	46.00	50.00	60.00
DESV. EST.	14.80	15.02	15.29	15.62	15.99	16.42	17.42	18.61	21.00	24.10	27.73	32.28	37.50	52.81
D3	65.38	59.65	55.07	49.62	39.25	26.45	6.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P1	23.62	22.71	13.50	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIB	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.43	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C3	0.00	0.00	0.00	1.25	5.35	10.31	18.39	10.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ACT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.66	70.28	83.32	82.93	80.86	72.86
AB	0.00	6.25	19.15	32.27	41.00	47.79	59.55	76.21	60.36	13.60	0.00	0.00	0.00	0.00
EXT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	1.92	2.67	2.81	3.47	4.38	5.22	7.16
COM	4.80	5.08	5.28	5.55	5.76	6.19	3.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CYT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.58	5.62	10.51	13.92	19.98
SER	1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FRV	4.67	6.31	7.00	7.41	7.64	7.83	9.19	11.21	12.33	11.73	7.59	2.18	0.00	0.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

La separación entre las fronteras restringida y no restringida se puede observar a partir de la gráfica III.5. La diferencia entre fronteras se da a partir de un nivel de rendimiento esperado del 30% y a partir de este punto la separación que se da entre las fronteras, refleja la actividad creciente de las restricciones del régimen, que se manifiestan en términos de una adición de riesgo creciente respecto de la situación que enfrenta el inversionista no restringido.

Cuadro III.6  
Segunda Muestra (1987H2 - 1989H3): Frontera de Inversión con Restricciones

PORT. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
MEDIA	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	26.00	30.00	34.00	38.00	42.00	46.00	50.12
DESV. EST.	15.02	15.09	15.33	15.65	16.02	16.45	17.43	18.88	22.11	26.56	31.85	38.08	49.65
D3	63.71	62.33	54.54	44.77	32.85	21.05	1.57	--	--	--	--	--	--
P1	--	--	3.25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
BIB	--	1.12	1.20	1.80	2.42	2.96	3.45	--	--	--	--	--	--
C1	22.97	25.00	25.00	20.00	14.64	9.36	--	8.52	22.30	25.00	25.00	25.00	25.00
C3	2.03	--	--	5.00	10.36	15.64	25.00	16.48	2.70	--	--	--	--
ACT	--	--	--	--	--	--	--	2.47	5.16	4.77	3.38	0.86	--
AB	--	--	4.06	15.79	26.42	37.03	55.93	59.91	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
EXT	--	--	--	--	--	--	0.53	2.62	3.23	4.11	5.57	7.64	10.00
COM	5.71	4.88	4.76	5.24	5.83	6.35	4.95	--	--	--	--	--	--
CYT	--	--	--	--	--	--	--	--	2.59	7.41	10.00	10.00	--
SER	3.58	1.24	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
VAR	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10.00
FRV	2.00	5.43	7.19	7.40	7.48	7.61	8.57	10.00	9.02	3.71	1.05	1.50	--
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

La frontera de inversión con restricciones se trunca a un nivel de rendimiento esperado del 50.12%.

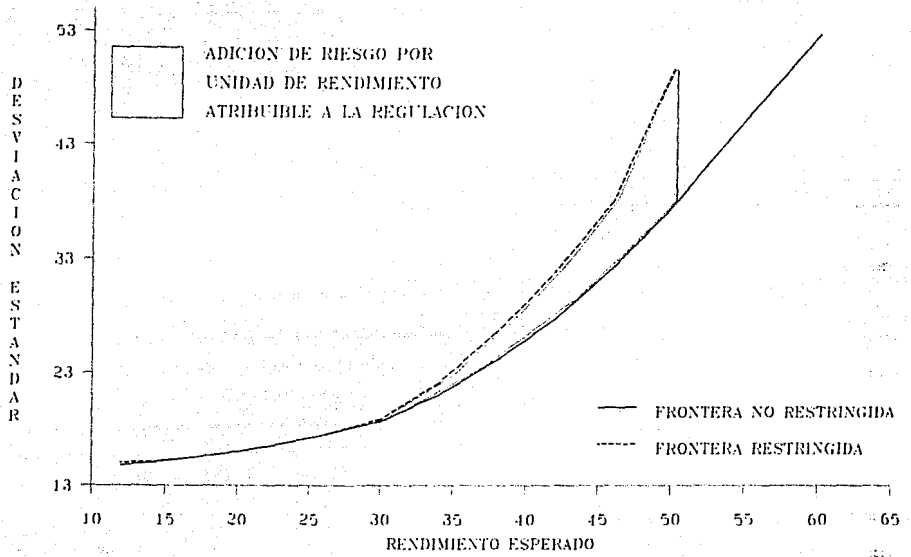
La comparación de niveles de riesgo para un mismo nivel de rendimiento (50.0%), indica que el inversionista institucional restringido (Portafolio No. 13, cuadro III.6) deberá asimilar un riesgo 32% más alto (aproximadamente), en comparación al inversionista no restringido.

Tomando un nivel de confianza de 95%, el portafolio No. 13 de la frontera sin restricciones tiene una probabilidad del 5% de obtener un rendimiento esperado de -25.0%, el mismo portafolio para el caso restringido (aquel que contempla todo el régimen de 1987) tiene una probabilidad del 5% de obtener un rendimiento esperado de -49.18%<sup>47</sup>.

La comparación de niveles de rendimiento para un mismo nivel de riesgo (50%, portafolio No. 13, cuadro III.6) indica una pérdida poco inferior a un 10% de rendimiento esperado (portafolio No. 14 Cuadro III.5).

<sup>47</sup> Este tipo de comparaciones, resultan en desviaciones mínimas en el rango de rendimientos esperados del 12% al 34%.

GRAFICA III.5  
FRONTERAS DE INVERSION:  
SEGUNDA MUESTRA (1987M2 - 1989M3)



### III.3.3 Fronteras de Inversión para la Muestra Completa:

#### Impacto Progresivo de la Regulación

En este inciso, se aplican progresivamente cada una de las restricciones del régimen de inversión de 1987. Este enfoque permite aislar el impacto de cada una de las restricciones en el conjunto de oportunidades de inversión. La presentación considera el impacto del régimen como sigue:

- 1) Impacto de la regla de inversión obligatoria.
- 2) Impacto de la regla de inversión obligatoria más el límite máximo de inversión por instrumento.
- 3) Impacto total.- Suma de la regla de inversión obligatoria más el límite máximo de inversión por instrumento más el límite máximo de inversión por grupo de instrumentos.

#### III.3.3.1 IMPACTO DE LA RESTRICCIÓN DE INVERSIÓN OBLIGATORIA

La frontera de oportunidades de inversión libre de restricciones se presenta en el cuadro III.7a. Esta servirá de marco de referencia para cuantificar el posible impacto que pueda introducir cada una de las restricciones. La frontera de inversión que contempla la regla de inversión obligatoria se encuentra en el cuadro III.7b.

Cuadro III.7a  
Muestra Completa (1985M1 - 1989M3): Frontera de Inversión sin Restricciones

PORT. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
NEDIA	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00	34.00	40.00
DESV. EST.	12.29	12.71	13.26	13.94	14.71	15.58	16.54	17.78	19.29	25.59	35.51
D3	77.20	68.06	52.24	36.13	21.46	6.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P1	4.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B1B	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C3	0.00	2.47	10.06	17.85	25.82	33.78	34.13	26.05	14.25	0.00	0.00
ACT	0.00	0.00	0.00	1.29	9.50	17.71	34.52	54.05	64.21	72.65	62.23
AB	5.06	16.41	23.64	29.61	27.11	24.60	12.98	0.00	0.00	0.00	0.00
EXT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.44
CON	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.07	6.43
COM	4.96	5.60	6.26	6.86	7.56	8.27	8.37	7.80	6.94	0.00	0.00
SER	0.89	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FRV	6.30	7.15	7.80	8.26	8.55	8.85	10.00	12.10	14.60	25.05	30.90
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

En esta muestra la regla de inversión obligatoria es efectiva en dos rangos de la frontera de inversión. El primer rango se ubica en la región 12% - 18% de la frontera sin restricciones. La restricción es redundante (no opera) en la región que se ubica entre niveles de rendimiento esperado que van del 20% al 26%<sup>48</sup>. El segundo rango de operación de la restricción va del 26% al 40%<sup>49</sup>.

La actividad de la restricción en el primer rango es baja y decreciente. Prácticamente, no introduce adición de riesgo. En el segundo rango su actividad es creciente, ya que para obtener rendimientos esperados superiores al 26%, el portafolio de inversionista no restringido se compone de instrumentos que presentan un rendimiento esperado superior al de los Cetes.

Cuadro III.7b  
Muestra Completa (1985M1 - 1989M3): Frontera de Inversión  
(IMPACTO PROGRESIVO DE LA REGULACION)  
(1) Régimen de Inversión Obligatoria

PORT. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MEDIA	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00	34.00	40.00
DESV. EST.	12.48	12.77	13.34	13.96	14.71	15.58	16.54	17.78	19.50	28.14	38.46
D3	60.20	57.51	44.10	31.61	21.46	6.79	--	--	--	--	--
BIB	2.97	2.51	1.91	0.74	--	--	--	--	--	--	--
C1	7.73	11.89	5.21	--	--	--	--	--	--	25.00	25.00
C3	17.27	13.11	19.79	25.00	25.82	33.78	34.13	26.05	25.00	--	--
ACT	--	--	--	0.88	9.50	17.71	34.52	54.05	52.71	44.90	34.48
AB	--	1.89	14.93	26.73	27.11	24.60	12.98	--	--	--	--
EXT	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.50	0.71
CON	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2.92	7.27
COM	5.46	5.68	6.38	7.02	7.56	8.27	8.37	7.80	3.50	--	--
SER	3.31	0.67	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FRV	3.06	6.74	7.68	8.02	8.55	8.85	10.00	12.10	18.79	26.68	32.54
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

La comparación de niveles de riesgo para un mismo nivel de rendimiento (34%), indica que el inversionista institucional restringido (portafolio No. 10, cuadro III.7b) deberá asumir un riesgo 10% más alto en comparación al inversionista no restringido (portafolio No. 10, cuadro III.7a)<sup>50</sup>.

<sup>48</sup> Esto es, que la frontera de inversión con y sin restricciones es la misma en este rango.

<sup>49</sup> De hecho este rango de operación se extiende ha niveles de rendimiento esperado superiores al 40% (de hecho hasta el final de la frontera). La comparación que aquí se presenta, toma como extremo de la frontera el nivel de 40%, debido a que la frontera que incorpora a todas las restricciones del régimen de 1987, se trunca a un nivel de rendimiento esperado de 35.22%.

<sup>50</sup> Se compara en el punto anterior al nivel de truncamiento de la frontera que incorpora todas las restricciones.



Tomando un nivel de confianza del 95% el portafolio No. 10 de la frontera sin restricciones tiene una probabilidad del 5% de obtener un rendimiento esperado igual a -17.2%, el mismo portafolio, para el caso restringido (regla de inversión obligatoria) tiene una probabilidad del 5% de obtener un rendimiento esperado de -22.3%.

### III.3.3.2 Impacto de la Restricción de Inversión Obligatoria más el Límite Máximo de Inversión por Instrumento

Los resultados de este ejercicio se presentan en el cuadro III.7c. En este caso pueden establecerse dos bases de comparación: la situación no restringida y el inversionista institucional que enfrenta la regla de inversión obligatoria.

Cuadro III.7c  
Muestra Completa (1985M1 - 1989M3): Frontera de Inversión  
(IMPACTO PROGRESIVO DE LA REGULACION)  
(1) Régimen de Inversión Obligatoria  
(2) Impacto de la Restricción v. S.10

PORT. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MEDIA	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00	34.00	40.00
DESV. EST.	12.48	12.77	13.34	13.96	14.71	15.58	16.54	17.85	19.99	28.98	41.73
D3	60.20	57.51	44.10	31.61	21.46	6.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
d1B	2.97	2.51	1.91	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C1	7.73	11.89	5.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	25.00
C3	17.27	13.11	19.79	25.00	25.82	33.78	34.13	25.00	25.00	0.00	0.00
ACT	0.00	0.00	0.00	0.88	9.50	17.71	34.52	54.61	54.31	52.33	45.36
AB	0.00	1.89	14.93	26.73	27.11	24.60	12.98	0.00	0.00	0.00	0.00
GEN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.39
EXT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.67	7.25
CON	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	4.35	10.00	10.00
COM	5.46	5.68	6.38	7.02	7.56	8.27	8.37	10.00	6.34	0.00	0.00
SER	3.31	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FRV	3.06	6.74	7.68	8.02	8.55	8.85	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

La comparación de este caso vs. el inversionista que enfrenta la regla de inversión obligatoria revela que el límite máximo de inversión por instrumento es redundante en la región que se ubica entre un 12%

y un 24% de rendimiento esperado (véase cuadro III.7b). A partir del 24% y hasta el 40% sólo afecta a un instrumento (fondo de renta variable: FRV)<sup>51</sup>. Este efecto presenta una distorsión creciente, ya que la participación del FRV aumenta en las regiones superiores de la frontera de inversión.

La comparación de niveles de riesgo para un mismo nivel de rendimiento (34%), indica que el inversionista restringido (con las dos reglas, portafolio No. 10, cuadro III.7c), asume un riesgo 13.0% más alto en comparación al inversionista no restringido (portafolio No. 10 cuadro III.7a).

Si la base de comparación se traslada al inversionista institucional que enfrenta la regla de inversión obligatoria, el agente que considera las dos reglas (obligatoria y de límite máximo por instrumento) asume un riesgo 3.0% más alto en relación al primero.

Tomando un nivel de confianza del 95%, el portafolio No. 10 de la frontera que incorpora las dos restricciones, tiene una probabilidad del 5% de obtener un rendimiento esperado igual a -23.96%.

### III.3.3.3 Impacto Total del Régimen de Inversión de 1987

Los resultados de este ejercicio se presentan en el cuadro III.7d. La comparación de este caso vs. el inversionista que contempla las dos primeras reglas del régimen de inversión, se puede resumir como sigue:

La restricción de límite máximo de inversión por grupo de instrumentos es redundante en la región 12% - 18% de la frontera de inversión<sup>52</sup>.

La restricción es activa en el rango 20% - 35.22%. Este último nivel de rendimiento esperado, representa el nivel de truncamiento de la frontera que contempla el impacto total del régimen de 1987.

---

51 De hecho, también afecta al monto de los préstamos (ACT), ya que éstos no deben sobrepasar el 20% de las reservas (restricción que se volvería activa en el portafolio No. 7 del cuadro III.7c). Sin embargo, se permitió que su monto pudiera superar este límite, ya que este concepto de inversión se encuentra contemplado en el límite por grupo de instrumentos.

52 Los portafolios 1 al 4 de los cuadros III.7e y III.7d son iguales.

La restricción por grupo de instrumentos presenta una mínima distorsión en el rango 20% - 24%, a partir de este punto manifiesta un efecto creciente.

Cuadro III.7d  
Muestra Completa (1987M2 - 1989M3): Frontera de Inversión  
(IMPACTO PROGRESIVO DE LA REGULACION)  
(1) Régimen de Inversión Obligatoria  
(2) Impacto de la Restricción  $\sum_{i=1}^{10} X_i \leq 10$

(3) Impacto de la Restricción  $\sum_{i=1}^{10} X_i \leq 20$

PORT. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MEDIA	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00	34.00	35.22
DESV. EST.	12.48	12.77	13.31	13.96	14.73	15.60	16.82	18.99	21.54	34.89	38.65
D3	60.20	57.51	44.10	31.61	20.22	3.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIB	2.97	2.51	1.91	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C1	7.73	11.89	5.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.96	11.72	25.00	25.00
C3	17.27	13.11	19.79	25.00	25.71	33.49	25.00	21.04	13.28	0.00	0.00
ACT	0.00	0.00	0.00	0.88	3.85	2.81	0.00	0.57	1.20	0.00	0.00
AB	0.00	1.89	14.93	26.73	34.07	42.95	55.03	55.00	55.00	55.00	55.00
EXT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.91	10.00
COH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	4.66	8.63	10.00	10.00
COH	5.46	5.68	6.38	7.02	7.46	7.94	9.56	4.77	0.17	0.00	0.00
SER	3.31	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FRV	3.06	6.74	7.38	8.02	8.69	9.25	10.00	10.00	10.00	2.09	0.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

La comparación de niveles de riesgo para un mismo nivel de rendimiento (34.0%), indica que el inversionista institucional que enfrenta el régimen de inversión de 1987 (Portafolio No. 10, cuadro III.7d), asume un riesgo 36.0% más alto en comparación al inversionista no restringido (Portafolio No. 10, cuadro III.7a).

Cuando se traslada la base de comparación al inversionista que cumple con la regla de inversión obligatoria, el inversionista que cumple con todo el régimen asume un riesgo 24.0% más alto (Portafolio No. 10, cuadro III.7b).

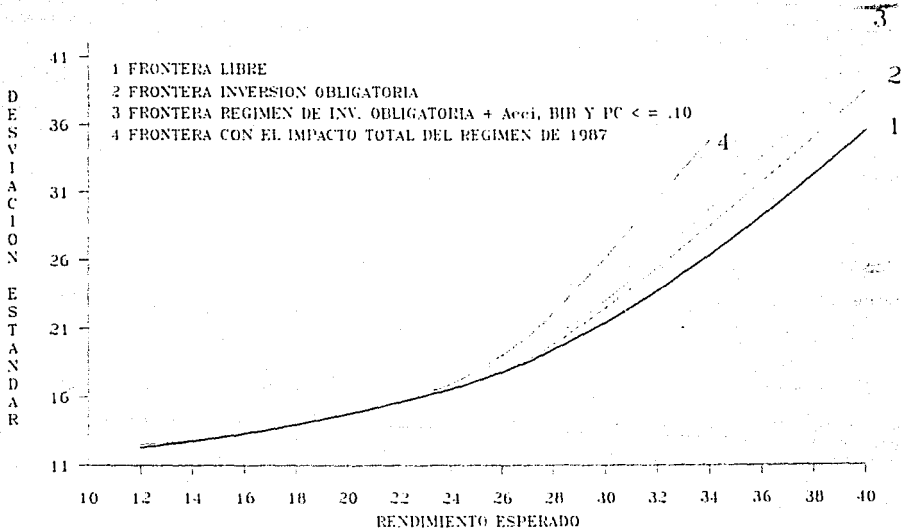
Por último, si la base de comparación se traslada al inversionista que cumple con las reglas de inversión obligatoria y de límite máximo de inversión por instrumento, el inversionista que cumple con todo el régimen asume un riesgo 20.0% más alto (Portafolio No. 10, cuadro III.7d).

Tomando un nivel de confianza del 95%, el portafolio No.10 de la frontera que incorpora el impacto total del régimen de 1987, tiene una probabilidad del 5% de obtener un rendimiento esperado de -35.9%.

La comparación de niveles de rendimiento, para un mismo nivel de riesgo. (35.0%, portafolio No. 10, cuadro III.7d), implica una pérdida de rendimiento esperado, aproximadamente de 6.0%, respecto del inversionista no restringido (portafolio No. 11, cuadro III.7a)<sup>53</sup>.

En la gráfica III.6, se presenta la comparación de las fronteras con diferentes restricciones respecto de la frontera no restringida. La frontera 1, representa al inversionista sin restricciones; la frontera 2, al inversionista que cumple con la regla de inversión obligatoria; la frontera 3, al inversionista que cumple con las reglas de inversión obligatoria y de límite máximo de inversión por instrumento; y la frontera 4, al inversionista que cumple con todo el régimen de 1987.

GRAFICA III.6  
PROGRESIVIDAD DEL IMPACTO REGULATORIO:  
MUESTRA COMPLETA (1985M1 - 1989M3)



<sup>53</sup> Esto es, que el inversionista no restringido puede obtener un rendimiento esperado de 40%, con un riesgo similar (35.0%) al que enfrenta el inversionista restringido a un nivel de rendimiento esperado de 34.0%.

La separación que existe entre las fronteras 1 y 2, y las fronteras 2 y 3 es muy similar, lo que implica que la adición de riesgo de estas reglas es muy similar. Esta no es la situación que presentan las fronteras 3 y 4. La adición de riesgo de la regla por grupo de instrumentos es muy superior a la que introducen las dos primeras reglas del régimen (incluso vista esta adición de riesgo en forma conjunta: regla (1) + (2)).

### III.4 COMPARACION DEL REGIMEN DE INVERSION DE 1987 Y 1990

De acuerdo con los resultados del inciso anterior, se pudo detectar que la restricción de límite máximo de inversión por grupo de instrumentos, era la regla que manifestaba la mayor distorsión.

El régimen de inversión de 1990 elimina esta restricción, e incluso abre el límite máximo de inversión por instrumento hasta un 30.0% de la base neta de inversión<sup>54</sup>.

Si se toman en consideración estos dos factores, se puede afirmar, "a priori", que el régimen de inversión de 1990 es superior al de 1987. Esta superioridad consiste en que el régimen de 1990 permite una mayor movilidad en el proceso de libre determinación de las asignaciones óptimas del portafolio de inversión.

Para verificar lo anterior, se compara al régimen de inversión de 1987 y al de 1990 con la frontera de inversión sin restricciones. Los resultados de este ejercicio se presentan en los cuadros III.7d, III.8a, III.8b, y gráfica III.7<sup>55</sup>.

La frontera de inversión que incorpora el régimen de inversión de 1990, se obtiene resolviendo el siguiente problema:

---

<sup>54</sup> Incremento de 20.0% sobre el régimen de 1987.

<sup>55</sup> El cuadro III.8a es el mismo que el cuadro III.7a, sólo se expandió el rango de rendimientos esperados hasta un nivel de 70%.

Impacto del Régimen de Inversión: Evidencia Empírica

$$(8)... \quad \text{Min}_{x \in \mathbb{R}^n} \sigma_{mc}^2 = \sum_{i=1}^{18} x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{18} \sum_{j=1, j>i}^{18} x_i x_j \sigma_{ij}$$

s.a.

$$1 = \sum_{i=1}^{18} x_i$$

$$\mu_{mc}^0 = \sum_{i=1}^{18} x_i \mu_i$$

$$x_i \geq 0$$

$$\sum_{x_i \in U_1} x_i \geq .30$$

$$x_i \leq .30$$

$$x_i \in U_i$$

donde la notación  $\sigma_{mc}^2$  y  $\mu_{mc}^0$  significa que se están utilizando a la matriz de varianza - covarianza y niveles de rendimiento esperado de la muestra completa.

Cuadro III.8a  
Muestra Completa (1985M1 - 1989M3): Frontera de Inversión sin Restricciones

PORT. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MEDIA	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00	34.00	40.00	50.00	60.00	70.00
DESV. EST.	12.29	12.71	13.26	13.94	14.72	15.58	16.54	17.78	19.29	25.59	35.51	55.48	76.84	98.18
D3	77.20	68.06	52.24	36.13	21.46	6.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P1	4.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIB	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C3	0.00	2.47	10.06	17.85	25.82	33.78	34.13	26.05	14.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ACT	0.00	0.00	0.00	1.29	9.50	17.71	34.52	54.05	64.21	72.65	62.23	44.87	27.51	10.15
AB	5.06	16.41	23.64	29.61	27.11	24.60	12.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EXT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.44	0.78	1.12	1.45
CON	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.07	6.43	13.69	20.95	28.21
COM	4.96	5.60	6.26	6.86	7.56	8.27	8.77	7.80	6.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SER	0.89	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FRV	6.30	7.15	7.80	8.26	8.55	8.85	10.00	12.10	14.60	25.05	30.90	40.66	50.42	60.19
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Como se puede apreciar en el cuadro III.8a, la regla de inversión obligatoria del régimen de 1990, es efectiva en el rango que se ubica entre niveles de rendimiento esperado del 12.0% al 20% de la frontera sin restricciones. En el rango 22.0% - 24%, la regla resulta ser redundante, para adquirir de nuevo actividad en la región del 26% al 70% de la frontera.

Esta regla, prácticamente no introduce distorsión en su primer rango de actividad<sup>56</sup>.

El tope máximo de inversión por instrumento (30.0%), es efectivo sólo para un instrumento de inversión (depósitos a plazo de tres meses, D3) en el rango del 12.0% a 18%. En este caso se puede mencionar que la operación conjunta de la regla de inversión obligatoria y el límite máximo de inversión, no introducen una distorsión que pueda considerarse como significativa.

La actividad del límite máximo de inversión por instrumento, se vuelve a manifestar en un sólo instrumento (préstamos, aproximados por la tasa activa) el rango que se ubica entre niveles de rendimiento esperado que van del 24.0% al 34.0%. Afecta a dos instrumentos (FRV y ACT) en el rango del 40.0% al 50.0%.

Cuadro III.8b  
Muestra Completa (1985M1 - 1989M3): Frontera de Inversión con Restricciones  
(REGIMEN DE INVERSION DE 1990)

PORT. Ho.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
HEDIA	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00	34.00	40.00	50.00	60.00	70.00
DESV. EST.	12.68	12.89	13.38	13.98	14.73	15.58	16.55	17.95	20.01	26.38	39.11	60.00	82.33	108.8
D3	30.00	30.00	30.00	28.66	19.20	6.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P3	25.38	24.29	9.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIB	2.72	2.48	3.23	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C1	9.50	15.23	6.25	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	6.70	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
C3	20.50	14.77	23.75	27.85	30.00	33.78	32.80	30.00	23.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ACT	0.00	0.00	0.00	0.00	9.82	17.71	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	16.22	4.62	0.00
AB	0.00	0.00	13.34	24.50	24.93	24.60	18.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.27	17.10	8.26	0.00	0.00	0.00	0.00
EXT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.54	0.60	0.41	5.38	18.76
COH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	9.40	23.37	30.00	30.00
COM	6.12	6.26	6.78	7.04	7.64	8.27	8.18	5.19	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SER	4.33	1.31	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FRV	1.46	5.66	6.46	8.00	8.41	8.85	10.28	15.54	21.21	29.00	30.00	30.00	30.00	21.24
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

La distorsión conjunta de la regla de inversión obligatoria y límite máximo de inversión por instrumento del 30%, es mucho menor a la distorsión que introducía del régimen de 1987. La comparación de los portafolios 1 al 5 de los cuadros III.8b y III.7d, indica que el efecto de la regla de inversión obligatoria del nuevo régimen, introduce un poco más de distorsión (mayor desviación estándar), ya que ahora se requiere un 5.0% más de inversión en este apartado<sup>57</sup>.

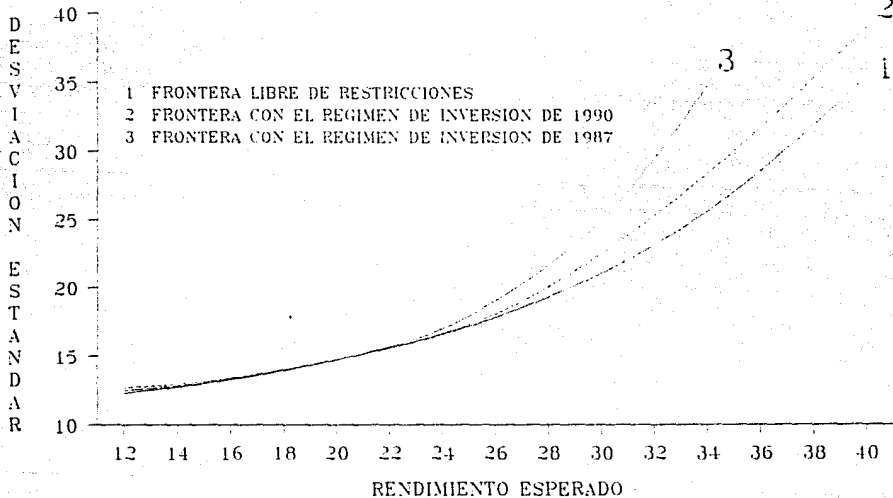
<sup>56</sup> Incluso, cabe destacar que el régimen de 1990, ofrece una gama más amplia de instrumentos para la inversión en el apartado de inversión obligatoria. En el caso de que estos instrumentos presenten un rendimiento esperado similar (o superior) al de los depósitos a plazo de tres meses, con un nivel de riesgo (desviación estándar) inferior y propiedades de diversificación similares, el modelo que aquí se presenta, tenderá a sobrestimar el impacto de la regla de inversión obligatoria, ya que el universo de activos del modelo no contempla a estos instrumentos adicionales.

<sup>57</sup> Como ya se mencionó, este efecto puede estar sobrestimado, debido a que el universo de activos que considera el modelo no incorpora a los nuevos instrumentos que se incluyen en el apartado de inversión obligatoria.



Los portafolios 6 al 10 de éstos cuadros, indican como, progresivamente, el nuevo régimen introduce una menor distorsión en comparación al régimen de 1987. Esto se puede apreciar, en la gráfica III.7, a través de la separación que existe entre las fronteras del nuevo régimen y el de 1987. La frontera del nuevo régimen se ubica por debajo de la del régimen de 1987. Esto implica que bajo la nueva frontera de inversión, se pueden obtener rendimientos esperados más altos que los que se podían obtener en la frontera del régimen de 1987, considerando un mismo nivel de riesgo.

GRAFICA III.7  
FRONTERA LIBRE VS.  
ANTIGUO Y NUEVO REGIMEN DE INVERSION



*De acuerdo con estos resultados, el cambio de régimen de inversión de 1987 al de 1990 es favorable para el inversionista institucional que incorpora al nuevo régimen de inversión en su proceso de maximización de beneficios.*

La comparación de niveles de riesgo para un mismo nivel de rendimiento, se realiza a un nivel de rendimiento esperado del 34%, ya que la frontera de inversión del antiguo régimen se truncaba a un nivel del 35.2%.

Tomando un nivel de confianza del 95.0%, el portafolio No. 10, de los cuadros III.8a, III.7d y III.8b, tiene una probabilidad del 5.0% de obtener un rendimiento esperado de:

*INVERSIONISTA SIN RESTRICCIONES*

$$34.0 - (2 \times 25.59) = -17.2\%$$

*INVERSIONISTA INSTITUCIONAL SUJETO AL REGIMEN DE 1987*

$$34.0 - (2 \times 34.89) = -35.8\%$$

*INVERSIONISTA INSTITUCIONAL SUJETO AL REGIMEN DE 1990*

$$34.0 - (2 \times 28.38) = -22.8\%$$

En función de estos resultados, una vez que se fija una máxima probabilidad de ruina en la inversión (.05), el régimen de 1987, duplicaba la posibilidad de enfrentar eventos desfavorables en la inversión, cuando se compara su situación respecto del inversionista no restringido<sup>58</sup>. El régimen de 1990, incrementa la posibilidad de enfrentar eventos desfavorables en la inversión en un 32.6%, cuando se compara respecto a la situación que enfrenta el inversionista no restringido.

---

<sup>58</sup> Esta adición de riesgo, debe considerarse, como la máxima distorsión del régimen de 1987, ya que la frontera de inversión de dicho régimen se truncaba a un nivel de rendimiento esperado de 35.22%.

### III.4.1 Resumen de Resultados

La metodología para cuantificar la distorsión que introduce el régimen de inversión del sector asegurador se puede resumir como sigue:

- 1) Establecer un universo de activos;
- 2) Obtener la matriz de varianza - covarianza de los instrumentos;
- 3) Aplicar el modelo Markowitz - Tobin sin restricciones, para obtener la frontera de inversión libre; y
- 4) Aplicar el modelo Markowitz - Tobin con restricciones. Las restricciones se modelan de acuerdo con lo que establece el régimen de inversión del sector asegurador.

El modelo Markowitz - Tobin, supone que la matriz de varianza - covarianza (propiedades de diversificación entre los activos) es estable a través del tiempo. Para relajar este supuesto, la investigación consideró tres muestras. Las fronteras de inversión con y sin restricciones se obtuvieron para los siguientes periodos:

- Primera Muestra: enero de 1985 - febrero de 1987 (26 observaciones).
- Segunda Muestra: febrero de 1987 - marzo de 1989 (26 observaciones).
- Muestra Completa: enero de 1985 - marzo de 1989 (51 observaciones).

Lo anterior, permite analizar el efecto del régimen de inversión, bajo diferentes comportamientos en las tasas de rendimiento de los instrumentos considerados.

Por último, para cuantificar la máxima distorsión que podía introducir el régimen de inversión, se compara el punto ( $\mu^{max}, \sigma$ ), en el que se trunca la frontera de eficiencia con restricciones<sup>59</sup>, con el mismo punto en la frontera libre de restricciones.

La cuantificación de esta distorsión puede medirse a través de las siguientes alternativas:

- a) Por la razón de los riesgos (desviaciones estándar) para un mismo nivel de rendimiento esperado (Medición 1);

---

<sup>59</sup> Esto es, el punto de rendimiento esperado de la frontera de eficiencia en donde las restricciones se satisfacen en sus cotas máximas.

b) Fijando un nivel de confianza del 95.0%, dos veces la desviación estándar, se tiene una probabilidad del 5.0% de encontrar un X evento. Este evento se lleva al límite inferior del intervalo y se compara la frontera sin restricciones y con restricciones (Medición 2) ; Y

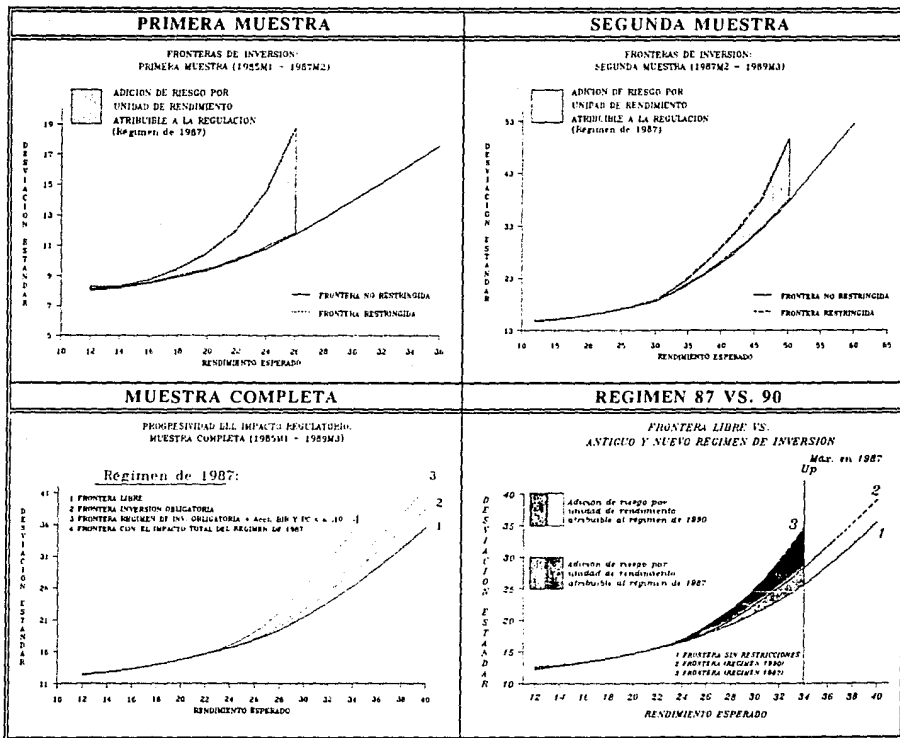
c) Fijando un evento X (por ejemplo, rendimiento esperado igual a cero), y estableciendo cuál sería la probabilidad de ruina que tiene éste asociada (Medición 3).

A continuación se presenta el resumen de estos resultados:

**Cuadro III.9**  
**Resumen de Resultados:**  
**Máxima Distorsión del Régimen de Inversión de 1987 y 1990**

MEDICION NO. 1	MEDICION NO. 2	MEDICION NO. 3
Primera Muestra:		
Frontera Libre $\mu = 26.0\%$ , $\sigma = 11.7\%$ Frontera Restringida $\mu^{**} = 26.0\%$ , $\sigma_r = 18.8\%$ Cociente $\sigma_r / \sigma = 60.0\%$	Frontera Libre $26 - (2 \times 11.74) = 2.52\%$ Frontera Restringida $26 - (2 \times 18.8) = -11.24$	Frontera Libre $26 - (X \times 11.74) = 0$ $X = 2.22 \Rightarrow P = 1.32\%$ Frontera Restringida $26 - (X \times 18.8) = 0$ $X = 1.38 \Rightarrow P = 8.38\%$
Segunda Muestra:		
Frontera Libre $\mu = 50.0\%$ , $\sigma = 37.0\%$ Frontera Restringida $\mu^{**} = 50.0\%$ , $\sigma_r = 49.6\%$ Cociente $\sigma_r / \sigma = 32.0\%$	Frontera Libre $50 - (2 \times 37.5) = -25.0$ Frontera Restringida $50 - (2 \times 49.65) = -49.2$	Frontera Libre $50 - (X \times 37.5) = 0$ $X = 1.33 \Rightarrow P = 9.98\%$ Frontera Restringida $50 - (X \times 49.65) = 0$ $X = 1.007 \Rightarrow P = 15.87\%$
Muestra Completa:		
Frontera Libre $\mu = 34.0\%$ , $\sigma = 28.59\%$ Frontera Restringida $\mu^{**} = 34.0\%$ , $\sigma_r = 34.89\%$ Cociente $\sigma_r / \sigma = 36.0\%$	Frontera Libre $34 - (2 \times 25.59) = -17.8\%$ Frontera Restringida $34 - (2 \times 34.89) = -35.8\%$	Frontera Libre $34 - (X \times 25.59) = 0$ $X = 1.33 \Rightarrow P = 9.98\%$ Frontera Restringida $34 - (X \times 34.89) = 0$ $X = 0.97 \Rightarrow P = 16.6\%$
Comparación del Régimen de 1987 y 1990 en la Muestra Completa:		
Frontera Libre $\mu = 34.0\%$ , $\sigma = 28.59\%$ Frontera Restringida 1990 $\mu^{**} = 34.0\%$ , $\sigma_r = 28.38\%$ Cociente $\sigma_r / \sigma = 11.0\%$	Frontera Libre $34 - (2 \times 25.59) = -17.8\%$ Frontera Restringida 1990 $26 - (2 \times 28.38) = -22.76$	Frontera Libre $34 - (X \times 25.59) = 0$ $X = 1.33 \Rightarrow P = 9.98\%$ Frontera Restringida 1990 $34 - (X \times 28.38) = 0$ $X = 1.2 \Rightarrow P = 11.51\%$

**Cuadro III.9 (Continuación)**  
**Resumen de Resultados:**  
**Máxima Distorsión del Régimen de Inversión de 1987 y 1990**



La medición 1, establece el incremento de riesgo asociado al régimen de inversión, cuando se compara la desviación estándar (riesgo) en la frontera libre de restricciones y en la frontera restringida por el régimen de inversión. Dado que esta comparación se efectúa en el punto de truncamiento de la frontera restringida, se puede establecer que la máxima distorsión que introducía el régimen de inversión de 1987<sup>60</sup>, oscilaba entre un 32.0% y un 60% de riesgo adicional al que enfrentaría un inversionista

<sup>60</sup> Bajo el universo de activos que se ha considerado.

institucional que no se encuentra sujeto a restricciones. Cuando se comparan los regímenes de inversión de 1987 y 1990, bajo la estructura de diversificación de la muestra completa, se puede observar que existe una mejora considerable en el diseño del régimen de 1990. Las restricciones de dicho régimen permiten una mayor libertad en la asignación de fondos en el portafolio, esta mejora en la asignación de recursos trae como consecuencia que disminuya el nivel de riesgo de los portafolios restringidos bajo el régimen de inversión de 1990. El cociente entre los riesgos observados en la frontera libre y en la frontera restringida por el régimen de 1990, resulta en una agregación de riesgo de un 11.0%. Este nivel es mucho menor al que podía enfrentarse bajo el régimen de 1987.

La medición 2, establece el incremento de riesgo, cuando se fija una probabilidad de ruina en la inversión (.05). De acuerdo con los resultados del cuadro III.9, se puede observar que una vez que se fija una máxima probabilidad de ruina en la inversión, las restricciones del régimen de 1987, incrementaban la posibilidad de enfrentar eventos desfavorables en la inversión. Esta medición se obtiene construyendo el límite inferior del intervalo de confianza a 95%<sup>61</sup> ( $\mu^{max} - 2.0\sigma$ ). Los valores negativos que se obtienen bajo esta medición, deberán interpretarse como *una probabilidad del 5.0% de enfrentar una pérdida de capital de X%*. Bajo esta medición, la distorsión que introducía el régimen de inversión de 1987 se ubicaba entre una duplicación hasta una sextuplicación del nivel de riesgo que enfrentaría el inversionista institucional sin restricciones. De nuevo la comparación entre los regímenes de 1987 y 1990 revela una disminución del nivel de distorsión bajo el régimen de 1990.

Finalmente, la medición 3 cuantifica la agregación de riesgo, fijando la ocurrencia de un evento (rendimiento esperado igual a cero) y verificando con que probabilidad de ruina ocurre éste. Al igual que en los casos anteriores, las restricciones del régimen de inversión incrementan el riesgo que enfrentan las aseguradoras en su actividad de inversión, ya que en todos los casos las restricciones incrementan la probabilidad de ruina en la inversión.

---

<sup>61</sup> Nivel que se denomina como de máxima probabilidad de ruina en la inversión.

### III.5 EL USO DEL MODELO DE PORTAFOLIO DENTRO DEL NUEVO ESQUEMA DE MARGEN DE SOLVENCIA

A la luz de las reformas recientes a la Ley General de Instituciones de Seguros, se ha propuesto el establecimiento de un modelo de margen de solvencia, dentro del cual se utiliza a la teoría de portafolio, para establecer: *"El monto mínimo requerido para cubrir el riesgo de quebrantos por inversiones"*<sup>62</sup>.

A este respecto, el mecanismo de protección que presenta La Ley General De Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, en su artículo 45, contempla lo siguiente:

*"Las instituciones deberán constituir una reserva de capital para fluctuaciones de valores, con las cantidades que resulten de aplicar a las utilidades que arroje el estado de pérdidas y ganancias formulado de acuerdo con esta Ley, los porcentajes que sin exceder en ningún caso del 20%, para cada operación, señale mediante reglas de carácter general, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, tomando en cuenta la situación económica del país, la del mercado de valores, la composición de la cartera de inversiones y el rendimiento promedio de dichas carteras" ...*

Las investigaciones realizadas por la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) y el Centro de Análisis e Investigación Económica, A.C. (CAIE), se avocan, precisamente, al establecimiento de una regla de carácter general que permita establecer un monto mínimo de cobertura para el riesgo de inversión.

A continuación se presenta un resumen y análisis de los resultados de estas dos investigaciones.

---

<sup>62</sup> La regulación margen de solvencia también contempla las actividades aseguradora y reaseguradora.

### III.5.1 Las Reglas Propuestas para la Cobertura de Riesgo en Inversión

De acuerdo con el documento: "Margen de Solvencia: Investigación sobre la Modernización de la Industria Aseguradora Mexicana", elaborado por el CAIE<sup>63</sup>, el proyecto de la AMIS propone<sup>64</sup>:

"Establecer una protección para este tipo de riesgo dentro del concepto de margen de solvencia"...

"La propuesta parte de las siguientes definiciones:

$IN_k$  = Saldos de inversión del renglón  $k$  en el año  $t$ .

$N$  = Número de renglones de inversión.

Se obtiene un factor  $b_{ik}$ , aplicable a los saldos  $IN_k$ , el cual corresponde a la máxima desviación permitida en el valor del rendimiento del renglón  $k$  de inversión, respecto a su rendimiento esperado. De acuerdo con la teoría de portafolio sea  $\mu_{it}$  el rendimiento esperado del instrumento o renglón  $k$  en el período  $t$ . Entonces el rendimiento esperado del portafolio está dado por la expresión:

$$E(r_p) = \mu_p = \sum_{k=1}^N N_k \mu_{ik}$$

y su varianza esta dada por

$$\sigma_p^2 = \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N N_k N_l \theta_{kl}$$

63 De Alba, E. [et al] "Margen de Solvencia: Investigación sobre la Modernización de la Industria Aseguradora Mexicana", Centro de Análisis e Investigación Económica, A.C., mayo de 1990.

64 Solo se tiene como fuente del proyecto elaborado por la AMIS. Las citas de dicho documento que se encuentran contenidas en el proyecto del CAIE.



donde  $x_k$  es la proporción del portafolio invertida en el renglón  $k$  y donde  $\sigma_{kj} = \text{cov}(r_{ik}, r_{ij})$  es la covarianza entre los instrumentos  $k$  y  $j$ . En el documento se toma una desviación máxima permitida respecto a su rendimiento esperado, tal que la probabilidad de que ésta se dé, sea de .01, dado el supuesto de normalidad. Se define como

$$\delta_{ik} = 2.33\sigma_p - \mu_p$$

El documento elaborado por el CAIE señala que esta regla adolece de los siguientes problemas:

- a) En todo caso debería ser  $\delta_{ik} = 2.33\sigma_p$  ya que ésta es la desviación;
- b) Está tomando la misma desviación para todos los renglones, calculada con base en la desviación estándar de TODO el portafolio, siendo que cada renglón tiene su variabilidad propia la cual se mide con  $\sigma_i$ ,
- c) El uso de  $\sigma_p$  en lugar de  $\sigma_i$ , hace que resulte el mismo factor en todos los casos, lo cual no justifica para nada los diferentes valores que se han fijado para cada uno de los distintos tipos de instrumentos."

El documento del CAIE también menciona que:

"Además es interesante notar que dentro de la aplicación del modelo que se realiza en la propuesta de la AMIS los coeficientes que se obtienen para prevenir desviaciones del portafolio, fueron ajustados "exógenamente" ."

"Finalmente es muy importante señalar la siguiente situación: Al no eliminar la reserva de fluctuaciones de valores, y pedir un requerimiento adicional de margen por quebranto de inversiones, se esta teniendo un "doble respaldo"; esta protección es innecesaria."

En el inciso II.2.4 del documento del CAIE se encuentra la propuesta de ésta institución, misma que señala lo siguiente:

"Proponemos que se utilice la teoría de portafolio, Markowitz (1952), para establecer el margen necesario para cubrir el riesgo de una canalización de recursos a un renglón de inversiones que fuera muy riesgoso, de tal manera que la cantidad invertida pueda convertirse en quebranto. Se trata de prever

los recursos suficientes para apoyar un quebranto y evitar así que este se convierta en una pérdida. El criterio de Roy es particularmente relevante en esta situación, Roy (1952). La fórmula general que proponemos para obtener la cantidad correspondiente es:

$$S-1 = \sum_{k=1}^N b_{ik} / N_{ik}$$

donde

$b_{ik}$  = factor aplicable a la "Base de Inversión" del renglón k.

$N_{ik}$  = Saldos de inversión del renglón k en el año t.

$N$  = Número de renglones de inversión.

El factor  $b_{ik}$  se obtendrá como el valor absoluto de la desviación existente entre la proporción real y la "óptima" en el renglón k de inversión, ANEXO 5. Se trata de obtener las proporciones óptimas a invertir en el período T+1 en cada instrumento de los que integran el portafolio, utilizando para ello la información disponible para los períodos  $t = 1, \dots, T$ . Una vez obtenida la solución, al portafolio óptimo resultante se le denota por  $P_{T+1}^*$ , a sus ponderaciones se les denota por  $x_k^*$ , su rendimiento esperado es  $\mu_{T+1}^*$  y su varianza es  $\sigma_{T+1}^{*2}$ .

Este criterio es equivalente al de Roy, el cual permite encontrar las ponderaciones que garantizan que la probabilidad de obtener en el portafolio un rendimiento menor a un cierto valor aceptable  $\rho$  sea mínima, es decir se minimiza  $Pr(\mu_{T+1}^* \leq \rho)$ .

Las ponderaciones  $x_k^*$  son las que debería tener todo portafolio para la combinación dada de instrumentos. Si las  $x_k^*$  son las proporciones reales invertidas por una empresa en dichos instrumentos, entonces el monto mínimo para protegerse contra quebrantos por inversiones sería:

$$S-1 = \sum_{k=1}^N \mu_{T+1}^* x_k^* - x_k^* / N_{ik}$$

con

$$b_{ik} = \mu_{T+1}^* x_k^* - x_k^* / N_{ik}$$

### III.5.2 Análisis de las Reglas Propuestas por la AMIS y el CAIE

Las reglas propuestas por estas dos instituciones se resumen como:

#### REGLA DE LA AMIS

$$\delta_{it} = 2.33\sigma_p - \mu_p$$

#### REGLA DEL CAIE

$$S-1 = \frac{\sum_{k=1}^N \mu_{ik}^* | X_k^* - X_k^{**} |}{N_{ik}}$$

con

$$\delta_{ik} = \mu_{ik}^* | X_k^* - X_k^{**} |$$

La primera consideración que puede hacerse acerca de estas reglas es de tipo metodológico. En ninguna de las dos propuestas, se hace explícito el hecho de que el sector asegurador es un inversionista institucional que no puede determinar libremente las asignaciones "óptimas" de su portafolio de inversión, ya que las instituciones que pertenecen a este sector enfrentan un régimen de inversión. Este es un factor importante a considerar, ya que los valores de las proporciones invertidas son diferentes con y sin restricciones de inversión. En otras palabras, los valores de  $\sigma_p$  y  $\mu_p$  de la propuesta de la AMIS serán diferentes cuando se considere explícitamente al régimen de inversión dentro de las restricciones del modelo de portafolio<sup>65</sup>, en el caso de la propuesta del CAIE las proporciones  $X_k^*$  serán diferentes cuando se incorpore el régimen de inversión.

En segundo lugar, ambas propuestas presuponen independencia entre las actividades del seguro y la inversión. De acuerdo con los estudios elaborados para aseguradoras de los Estados Unidos por Kahane & Nye (1975) y Hofflander & Markle (1976), este no es el caso. La implicación que tendría el hecho de que ambas actividades no fuesen independientes, en la construcción de una regla de monto mínimo de cobertura para el riesgo de inversión sería la siguiente:

<sup>65</sup> Véase el problema (8) del inciso III.4, que considera explícitamente estas restricciones.

*Si las actividades del seguro e inversión no son independientes, la composición del portafolio de inversión se vuelve función de la composición de la cartera de líneas de seguros, en este sentido, no existiría un portafolio "óptimo" de inversión para todas las aseguradoras. Existe un portafolio de inversión "óptimo" en conjunción con un portafolio de líneas de seguro "óptimo"<sup>66</sup>.*

Cuando se toma en consideración este factor, cada empresa de seguros tendría su propio portafolio de inversión "óptimo", debido a que cada empresa tiene una cartera de líneas de seguros diferente (niveles de especialización en ramos diferentes, incluso no todas las empresas operan en todos los ramos de seguros). Aún bajo esta consideración, ambas propuestas siguen presentando validez:

En el caso de la propuesta de la AMIS los valores de  $\sigma_p$  y  $\mu_p$  no se obtienen con un portafolio conjunto de líneas de seguro e inversiones, sin embargo éstos valores se pueden obtener para un portafolio que considere ambas actividades, con un procedimiento similar al propuesto por Hofflander & Markle (1976).

En el caso de la propuesta del CAIE, el portafolio óptimo puede considerar a las dos actividades (con la misma metodología).

Sin embargo, las reglas propuestas por las dos instituciones, no operarían de acuerdo a un portafolio universalmente óptimo para todas las aseguradoras, sino que ofrecerían un porcentaje de cobertura de riesgo de inversión de acuerdo con las características de cada empresa.

Si se toma en consideración explícitamente al Régimen de Inversión del Sector Asegurador dentro de las restricciones del modelo de portafolio y se supone independencia entre las actividades del seguro e inversión, se pueden comparar estas dos reglas en su operación práctica. Para ello se utiliza el cuadro III.8b, ya que esta frontera de inversión incorpora el régimen de inversión de 1990.

Los resultados de la operación de estas dos reglas se presentan en el cuadro III.10 y en la gráfica III.8.

---

<sup>66</sup> Incluso, este portafolio no tiene un carácter universal, existe todo un conjunto de ellos a lo largo de la frontera de eficiencia.

CUADRO III.10  
OPERACION DE LAS REGLAS PROPUESTAS POR LA AMIS Y EL CAIE

PORT. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MEDIA	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00	30.00	32.00	34.00
DES. EST.	12.68	12.89	13.38	13.98	14.73	15.58	16.55	17.95	20.01	22.47	25.28	28.38
O3	30.00	30.00	30.00	28.86	19.20	6.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P3	25.38	24.29	9.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BIB	2.72	2.48	3.23	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C1	9.50	15.23	6.25	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	6.70	16.91	28.14	30.00
C3	20.50	14.77	23.75	27.85	30.00	33.78	32.80	30.00	23.30	13.09	1.86	0.00
ACT	0.00	0.00	0.00	0.00	9.82	17.71	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
AB	0.00	0.00	13.34	24.50	24.93	24.60	18.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.27	17.10	14.72	11.69	8.26
EXT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.48	0.52	0.54
CON	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	1.09	2.20
COM	6.12	6.26	6.78	7.04	7.64	8.27	8.18	5.19	1.56	0.00	0.00	0.00
SER	4.33	1.31	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VAR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FRV	1.46	5.66	6.46	8.00	8.41	8.85	10.28	15.54	21.21	24.50	26.70	29.00
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
<u>PORCENTAJES DE COBERTURA DEL RIESGO EN LA INVERSION:</u>												
REGLA AMIS CP = 0.1:	17.54	16.02	15.18	14.58	14.32	14.29	14.55	15.83	18.63	22.36	26.90	32.11
REGLA CAIE p = 24.0%	23.63	21.33	15.00	11.87	8.13	5.07	0.00	12.02	18.93	24.77	29.41	31.84

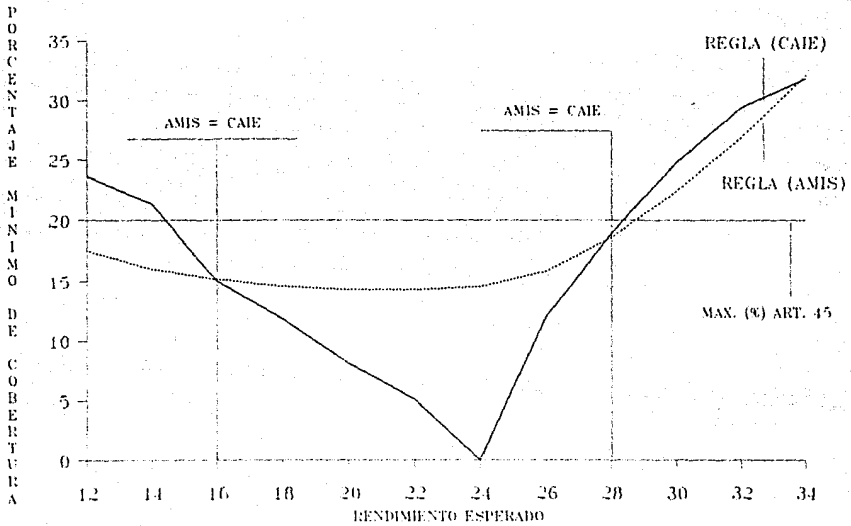
La comparación de estas reglas de cobertura se realiza para un nivel de confianza del 99.0% en el caso de la propuesta de la AMIS (2.33 veces la desviación estándar) y para un valor de  $p = 24\%$  como rendimiento esperado del portafolio óptimo en la propuesta del CAIE. Las desviaciones absolutas entre las proporciones óptimas ( $x_i^*$ ) (portafolio No. 7) y las observadas ( $x_i^{**}$ ) se multiplicaron por los rendimientos esperados  $\mu_{ik}$  de la muestra completa (primera columna del cuadro III.2). Finalmente las proporciones "observadas" se aproximan por las proporciones de los portafolios diferentes del No. 7, esto es, que la desviación absoluta se toma entre las proporciones invertidas en el portafolio No. 7 y las invertidas en los demás portafolios. Los resultados de comparar estas reglas son los siguientes:

- (a) Existe un nivel de rendimiento esperado en donde ambas reglas, coinciden en el porcentaje de cobertura del riesgo en la inversión. Para el caso del universo de activos que considera el modelo, coinciden en aplicar un porcentaje de cobertura del 15.0% (aproximadamente), para un nivel de rendimiento esperado de 16.0%, también coinciden en aplicar un porcentaje de cobertura del 18.5% (aproximadamente) a un nivel de rendimiento esperado de 28.0% (véase gráfica III.8).

- (b) A ciertos niveles de rendimiento esperado, superan el 20% máximo por operación que establece el artículo 45, de la Ley General de Instituciones de Seguros (referente a la constitución de la reserva para fluctuaciones de valores).
- (c) El tercer resultado de esta comparación es interesante: "Las dos reglas propuestas, aplican un porcentaje de cobertura similar para diferentes niveles de riesgo". En el caso de la propuesta de la AMIS, los portafolios con un rendimiento esperado de 14.0% y 26.0%, presentan un porcentaje de cobertura de 16.0% (aproximadamente). En el caso de la propuesta del CAIE, los portafolios con un rendimiento esperado de 12.0% y 30%, presentan un porcentaje de cobertura de 24.0% (aproximadamente).

GRAFICA III.8

MARGEN DE SOLVENCIA  
 REQUERIMIENTOS MINIMOS DE COBERTURA  
 (PROPUESTAS DE LA AMIS Y EL CAIE)



Este último resultado, no debe de observarse en una regla de cobertura del riesgo en inversión. El porcentaje de cobertura debe ser una función creciente del riesgo del portafolio de inversión. Si esta condición no se cumple, se puede dar lugar a la siguiente distorsión:

Suponga el caso de los siguientes inversionistas, en una situación previa a la implantación de la regla de la AMIS:

*INVERSIONISTA NO.1*

Elige una política de inversión, que resulta en un portafolio cuyo rendimiento esperado es de 14% y cuya desviación estándar (riesgo) es de 12.89%.

*INVERSIONISTA NO.2*

Elige una política de inversión, menos conservadora que la del primero (en otra palabras presenta mayor tolerancia al riesgo), ésta resulta en un portafolio cuyo rendimiento esperado es de 26% y cuya desviación estándar (riesgo) es de 17.95%.

Las posiciones de cada inversionista, en la frontera de inversión se eligieron de acuerdo con sus preferencias (tolerancias al riesgo).

La introducción de la regla de la AMIS, indica que ambos inversionistas deberán separar un 16% del monto de su portafolio (\$16.0 pesos) para cubrir el riesgo de inversión.

Dado que los dos inversionistas cubren su riesgo de inversión con la misma cantidad (\$16.0 pesos), la regla favorece al inversionista No.2 que cubre lo mismo que el No.1 pero con un riesgo mayor en su portafolio. Por otra parte, el inversionista No.1, tiene el incentivo de trasladarse al portafolio del inversionista No.2, pagar \$16.0 por cobertura de riesgo y obtener un rendimiento esperado 12% superior al que obtenía en su portafolio anterior.

Por lo tanto, la introducción de estas reglas puede incentivar la inversión en portafolios más riesgosos en comparación a la situación sin reglas.

Este efecto siempre se presentará en la regla propuesta por la AMIS. En el caso de la propuesta del CAIE, se presenta cuando la "p" elegida es superior al portafolio de mínimo riesgo de la frontera<sup>67</sup>. Cuando se elige una "p" superior a este punto, también se observa esta distorsión, como se puede observar en el cuadro III.11.

Cuadro III.11  
PORCENTAJES DE COBERTURA DE LA REGLA DEL CAIE EN FUNCION DE LA "p" ELEGIDA

Port. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MEDIA	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00	30.00	32.00	34.00
DESV. EST.	12.68	12.88	13.38	13.98	14.73	15.57	16.54	17.95	20.01	22.47	25.28	28.37
p ELEGIDA												
12.00	0.00	5.31	8.73	13.79	17.68	20.94	23.63	26.50	29.89	34.25	38.89	41.33
14.00	5.31	0.00	6.47	11.49	15.38	18.64	21.33	24.33	27.72	29.07	33.71	36.14
16.00	8.73	6.47	0.00	5.15	9.05	12.31	15.00	23.17	26.80	32.63	37.27	39.70
18.00	13.79	11.49	5.15	0.00	3.89	7.15	11.87	22.19	27.97	33.80	38.44	40.88
20.00	17.68	15.38	9.05	3.89	0.00	3.38	8.13	19.00	25.91	31.75	36.38	38.82
22.00	20.94	18.64	12.31	7.15	3.38	0.00	5.07	17.08	24.00	29.83	34.47	36.91
24.00	23.63	21.33	15.00	11.87	8.13	5.07	0.00	12.02	18.93	24.77	29.41	31.84
26.00	26.50	24.33	23.17	22.19	19.00	17.08	12.02	0.00	7.72	14.43	20.19	23.90
28.00	29.89	27.72	26.80	27.97	25.91	24.00	18.93	7.72	0.00	6.71	12.47	16.18
30.00	34.25	29.07	32.63	33.80	31.75	29.83	24.77	14.43	6.71	0.00	5.76	9.46
32.00	38.89	33.71	37.27	38.44	36.38	34.47	29.41	20.19	12.47	5.76	0.00	3.70
34.00	41.33	36.14	39.70	40.88	38.82	36.91	31.84	23.90	16.18	9.46	3.70	0.00

La distorsión que presenta la regla del CAIE, puede eliminarse fácilmente, alterando la regla de la siguiente forma:

$$S4' = \sum_{k=1}^N H_k \left( x_k' - \frac{(w_k, p)^{**}}{N} \right) / N_k$$

donde  $\frac{(w_k, p)^{**}}{N}$ , significa las proporciones invertidas en portafolios cuyo rendimiento es superior a "p". Esta

regla coincide con la original S4, cuando el valor de "p" elegido es el rendimiento esperado del primer portafolio de la frontera, y cuando las proporciones invertidas (diferentes de las óptimas) se encuentran en portafolios cuyo rendimiento esperado es mayor al valor de "p" elegido. Esto tiene el efecto de no

<sup>67</sup> Esto es, el portafolio donde inicia la frontera de inversión.



penalizar a los portafolios menos riesgosos que el que se obtiene con un valor dado de " $\rho$ ". El porcentaje de cobertura en este caso es creciente, y tiene un buen significado: "En los portafolios cuyo rendimiento esperado es superior al de la " $\rho$ " elegida, los instrumentos más riesgosos tenderán a tener una mayor participación, misma que será penalizada".

El portafolio "óptimo" elegido no tiene ningún porcentaje de cobertura, sin embargo, éste tiene un cierto nivel de riesgo. Para cubrir este riesgo, se puede establecer un porcentaje de cobertura mínimo, y para los portafolios que se encuentren por debajo del nivel de riesgo del portafolio "óptimo" se pueden establecer niveles de cobertura progresivamente menores al que se estableció para el portafolio "óptimo".

La regla del CAIE, establece el porcentaje de cobertura en función de las proporciones invertidas en el portafolio "óptimo". Estas proporciones no son estables a través del tiempo, por lo tanto esta regla requerirá de un proceso de actualización de la proporciones invertidas en el portafolio "óptimo". Este problema puede resolverse, en cierta magnitud, con el enfoque propuesto por Márquez (1989). Otra observación que puede hacerse respecto del uso de las proporciones para el cálculo del nivel de cobertura es la siguiente:

La frontera de inversión que puede enfrentar el sector asegurador, es aquella que contempla las restricciones del régimen de inversión. A lo largo de toda ella, se cumplen las reglas que dicho régimen establece. Por lo tanto, la penalización a través de proporciones entra en conflicto con el régimen de inversión. Por ejemplo en el portafolio "óptimo" del 24% (cuadro III.9), se encuentra una proporción invertida del 10.28% en un fondo de renta variable, en el portafolio que corresponde al 28.0% de rendimiento esperado, dicha proporción crece a 21.21%. De acuerdo con la regla, la cobertura para este renglón sería el valor absoluto que resulta de  $(10.28 - 21.21)$  por el rendimiento esperado del fondo de renta variable. Sin embargo, el 21.21% por ciento se encuentra por debajo del límite máximo del 30% de inversión por instrumento, esto es, que dicho porcentaje es consistente con la política de inversión que se encuentra en el régimen de inversión del sector asegurador. Esto último trae como consecuencia que el portafolio "óptimo" elegido se constituya en un régimen de inversión adicional, ya que las proporciones "óptimas" de dicho portafolio se constituyen en topes mínimos o máximos de inversión de acuerdo con el esquema de penalización. Por lo tanto, de aplicarse esta regla se tendrán dos regimenes de inversión, uno por obligación y otro que es un subconjunto del primero. Las desviaciones de este subconjunto sobre el régimen de inversión tendrán un costo en términos de cobertura de riesgo.

Finalmente, la metodología propuesta por Norma Nielsen para la obtención de un factor de riesgo en la inversión, que se presentó en el capítulo I de esta investigación, es especialmente relevante en esta situación. Dicha metodología, presenta un gran rigor técnico y compite airoosamente con las reglas propuestas por la AMIS y el CAIE. Incluso, la obtención del factor de riesgo en la inversión con dicha metodología, se constituye en una tarea menos complicada que las dos reglas propuestas, y posiblemente se pueden obtener mejores resultados.

## CONCLUSIONES

---

A lo largo de esta investigación se ha utilizado el modelo de portafolio a la Markowitz - Tobin para analizar el Régimen de Inversión del Sector Asegurador.

Las restricciones de portafolio que contenía el régimen de inversión de 1987, introducían efectos no deseados en el conjunto de oportunidades de inversión que enfrenta el sector asegurador. De acuerdo con el modelo que se ha utilizado, los efectos no deseados, pueden cuantificarse como: la adición de riesgo que generan las reglas que impone el régimen con respecto a la situación que enfrentaría el Sector Asegurador sin reglas de inversión.

Los resultados de este ejercicio, para los tres períodos que considera esta investigación, revelan lo siguiente:

Niveles Máximos de Distorsión del Régimen de 1987

Tomando un nivel de confianza del 95% el inversionista tiene una probabilidad del 5% de obtener un rendimiento esperado igual o menor a:			
Tipo de agente Inversor:	Primera Muestra: (1985M1 - 1987M2)	Segunda Muestra: (1987M2 - 1989M3)	Muestra Completa: (1985M1 - 1989M3)
Inversionista sin Restricciones	2.52%	-25.00%	-17.2%
Inversionista que enfrenta el Régimen de inversión de 1987.	-11.54%	-49.18%	-35.8%
Nivel de truncamiento de las fronteras	25.91%	50.12%	35.2%

De acuerdo con estos resultados, la máxima adición de riesgo que introducía el régimen de inversión de 1987, oscilaba entre una duplicación del nivel de riesgo para el caso de la segunda muestra y de la muestra completa, hasta casi sextuplicar el nivel de riesgo en la primera muestra.

En otras palabras, una vez que se establece una máxima probabilidad de ruina en la inversión (.05), el inversionista institucional que invierte en el punto de máximo rendimiento esperado que le permitía el régimen de inversión de 1987 (nivel de truncamiento de las fronteras), veía que la posibilidad de enfrentar eventos desfavorables en la inversión podía duplicarse o incluso sextuplicarse cuando cumple con las reglas del régimen.

La distorsión que introducen las reglas de dicho régimen no se presenta a lo largo de toda la frontera de inversión, por lo que existe la posibilidad de que aquellas empresas aseguradoras que llevaron a cabo una política de inversión conservadora no se vieran afectadas por el régimen.

De esta discusión se puede concluir que:

- a) No se necesita el supuesto de estabilidad de la matriz de varianza - covarianza para determinar la presencia de una distorsión en el régimen de inversión de 1987. Sin embargo, la magnitud de esta distorsión es función directa de las propiedades de diversificación de la matriz de varianza - covarianza en cada período.
- b) En el mejor de los casos, las reglas de dicho régimen pueden considerarse como redundantes (ya que no tienen efecto alguno en la primera región de la frontera), en el peor de los casos introducen un serio nivel de distorsión.
- c) De acuerdo con (a) y (b), se puede afirmar que estas reglas de inversión no cumplen con su objetivo de lograr la firmeza y solvencia institucional, por lo contrario, introducen un mayor nivel de riesgo por unidad de rendimiento respecto de la situación que enfrentaría el inversionista institucional que opera sin reglas de inversión.

De acuerdo con el modelo, el cambio de estructura en el régimen de inversión de 1990:

- d) Es favorable para las empresas del sector asegurador, ya que ahora, se tiene una gran libertad para determinar las asignaciones óptimas dentro del portafolio de inversión. Empíricamente, la actividad de las reglas de este régimen, opera en regiones de riesgo - rendimiento muy elevadas de la frontera de inversión. Es difícil creer que dada la naturaleza de la actividad inversora del sector asegurador, una empresa se ubique en regiones tan riesgosas. La operación de las restricciones en los niveles de bajo riesgo y rendimiento es poco significativa (prácticamente no introducen riesgo adicional con respecto a la situación sin restricciones).

En este sentido, el cambio de régimen manifiesta una muy buena sincronización con la toma de decisiones en otros ámbitos de la regulación:

e) Ante la eventual apertura del sector se establece un Régimen de Inversión flexible;  
y

f) A partir de enero de 1990, se permitió la libre determinación de los precios de las pólizas de seguros. Esta liberación ha generado una baja de los precios respecto de sus niveles de 1989, esto trae como consecuencia una baja en la rentabilidad de la operación técnica. De esta forma, en el corto plazo, el sector asegurador podrá enfrentar este costo de ajuste con las ganancias que presupone un régimen de inversión más flexible.

A la luz de estos cambios, las entidades encargadas de la regulación del sector, han manifestado una seria preocupación por la solvencia futura de las empresas. Esta preocupación se ha manifestado, a partir de la posible creación de un nuevo esquema de regulación denominado como margen de solvencia. La operación de este mecanismo, en el ámbito de la operación de inversión se avoca al establecimiento de una regla que permita establecer un monto mínimo para cubrir la posibilidad de quebrantos por inversión.

A este respecto, la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) y el Centro de Investigación y Análisis Económico A.C. (CAIE) han elaborado dos propuestas, con fundamento en la teoría de portafolio. Un análisis de estas reglas revela lo siguiente:

g) Ninguna de las propuestas toma en consideración, explícitamente, a las reglas del régimen de inversión de 1990, al resolver el problema de portafolio que enfrenta el sector. Esta observación es relevante, ya que los parámetros que se utilizan para la construcción de las reglas, son función directa de las proporciones a invertir que fija del régimen de inversión de 1990;

- h) Su aplicación general requiere del supuesto de independencia estadística entre las actividades del seguro y la inversión, mismo que tendría que ser validado en un contexto de portafolio de líneas de seguros e instrumentos de inversión;
- i) La aplicación práctica de estas reglas introduce efectos no deseados, ya que ambas reglas aplican un mismo porcentaje de cobertura para portafolios con diferentes niveles de riesgo. Esto puede resultar en un incentivo a la inversión en portafolios más riesgosos que los que se observarían en la situación previa a la operación de las reglas.
- j) La regla propuesta por el CAIE, utiliza las proporciones invertidas en un cierto portafolio "óptimo", para construir el porcentaje de cobertura. Este porcentaje entra en conflicto con el régimen de inversión que se enfrente, ya que a lo largo de frontera de eficiencia del sector asegurador se satisfacen las reglas que impone dicho régimen. Por lo tanto esta regla, incorpora un régimen adicional, dentro del propio régimen de inversión actual. El régimen actual se cumple por obligación. Las desviaciones del régimen (proporciones óptimas del portafolio elegido) que plantea la regla del CAIE tendrán un costo en términos de cobertura de riesgo de inversión.
- k) No existe un portafolio "óptimo" general. La optimalidad del portafolio de inversión dependerá de la situación particular de cada compañía de seguros.
- l) En caso de no existir independencia estadística entre las actividades del seguro y la inversión, las restricciones del régimen de inversión pueden no sólo afectar la actividad de inversión, sino también pueden distorsionar la composición del portafolio de seguros.

## **APENDICE A**

---

### **METODO DE RESOLUCION PARA PROBLEMAS DE PROGRAMACION CUADRATICA**



Un problema de programación cuadrática es un problema de optimización no lineal de estructura especial. Las características de estos problemas han permitido el diseño de algoritmos de propósito específico para la resolución de problemas de programación cuadrática (PQ). En lo general, estos algoritmos utilizan el método de resolución SIMPLEX y modifican algunos de sus pasos para que se satisfagan las condiciones de programación matemática de Karush - Kuhn - Tucker (CKKT).

La estructura que presenta este apéndice es la siguiente. En la primera sección, se presentan las condiciones necesarias y suficientes (CKKT) para la resolución de un problema no lineal de minimización con restricciones de no negatividad. En la segunda sección se introduce el algoritmo utilizado para la resolución del PQ, este algoritmo, conocido como el método de Wolfe, utiliza una variante del método simplex en dos fases, por lo que también se presenta en esta sección un resumen de los pasos que se requieren para ejecutarlo. Por último, en la tercera sección, se presenta como ejemplo la resolución de un modelo de portafolio que contiene tres activos.

### I. Las Condiciones de Karush - Kuhn - Tucker (CKKT)

En esta sección presentamos las condiciones necesarias y suficientes para que un punto  $\hat{x} = (\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n)$  sea una solución óptima al siguiente problema de programación no lineal (PNL):

$$\begin{aligned} \min \quad & f(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \text{s.a.} \quad & g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_1 \\ (1) \quad & g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_2 \\ & g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_m \end{aligned}$$

Para aplicar los resultados de esta sección, todas las restricciones involucradas en el PNL deben de ser del tipo " $\leq$ ". Por lo tanto, si se tiene una restricción del tipo

$$h(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq b$$

esta debe de reescribirse como

$$-h(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq -b$$

En caso de tener una restricción de igualdad esta deberá de sustituirse por dos restricciones de desigualdad, esto es, sustituir

$$h(x_1, x_2, \dots, x_n) = b$$

por

$$\begin{aligned} h(x_1, x_2, \dots, x_n) &\leq b \\ -h(x_1, x_2, \dots, x_n) &\leq -b \end{aligned}$$

En el siguiente teorema se enuncian las condiciones que son necesarias (CKKT) para que un punto  $\hat{x} = (\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n)$  resuelva el problema (1).

**TEOREMA 1**

Suponga que (1) es un problema de minimización. Si  $\hat{x} = (\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n)$  es una solución óptima a (1), entonces  $\hat{x} = (\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n)$  debe cumplir con las m restricciones de (1), y deben existir multiplicadores  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$  que satisfagan:

$$(1.1) \quad \nabla f(\hat{x}) - \lambda_i \nabla g_i(\hat{x}) = 0$$

$$(1.2) \quad \lambda_i [b_i - g_i(\hat{x})] = 0$$

$$(1.3) \quad \lambda_i \geq 0$$

En muchas situaciones, las CKKT, se aplican a PNL's en los cuales las variables involucradas deben de ser no negativas. Por ejemplo, se pueden utilizar las CKKT para encontrar la solución óptima a

$$\min f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

s.a.

$$(1) \quad \begin{aligned} g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) &\leq b_1 \\ g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) &\leq b_2 \\ g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) &\leq b_m \end{aligned}$$

$$-x_1 \leq 0$$

$$-x_2 \leq 0$$

$$-x_n \leq 0$$

Si asociamos los multiplicadores  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ , a las restricciones de no negatividad de (2), el teorema 1 se convierte en:

**TEOREMA 2**

Suponga que (2) es un problema de minimización. Si  $\hat{x} = (\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n)$  es una solución óptima a (2), entonces  $\hat{x} = (\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n)$  debe cumplir con las  $m$  restricciones de (1), y deben existir multiplicadores  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m; \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$  que satisfagan:

$$(2.1) \quad \nabla f(\hat{x}) + \lambda_i \nabla g_i(\hat{x}) - \mu_j = 0$$

$$(2.2) \quad \lambda_i [b_i - g_i(\hat{x})] = 0$$

$$(2.3) \quad [\nabla f(\hat{x}) + \lambda_i \nabla g_i(\hat{x})] \hat{x}_j = 0$$

$$(2.4) \quad \lambda_i \geq 0$$

$$(2.5) \quad \mu_j \geq 0$$

ya que  $\mu_j \geq 0$  (2.1) puede reescribirse como

$$(2.1') \quad \nabla f(\hat{x}) + \lambda_i \nabla g_i(\hat{x}) \geq 0$$

Entonces (2.1) - (2.5), las CKKT para un problema de minimización con restricciones de no negatividad, pueden reescribirse como:

$$(2.1'') \quad \nabla f(\hat{x}) + \lambda_i \nabla g_i(\hat{x}) \geq 0$$

$$(2.2'') \quad \lambda_i [b_i - g_i(\hat{x})] = 0$$

$$(2.3'') \quad [\nabla f(\hat{x}) + \lambda_i \nabla g_i(\hat{x})] \hat{x}_j = 0$$

$$(2.4'') \quad \lambda_i \geq 0$$

Los teoremas 1 y 2 enuncian las condiciones que son necesarias para que un punto  $\hat{x} = (\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n)$  sea una solución óptima a (1) y (2). El siguiente teorema establece las condiciones que son suficientes para que un punto  $\hat{x} = (\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n)$  sea una solución óptima a (1) ó (2).

**TEOREMA 3**

Suponga que (2) es un problema de minimización. Si  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  es una función convexa y  $g_1(x_1, x_2, \dots, x_n), \dots, g_m(x_1, x_2, \dots, x_n)$  son funciones convexas, entonces cualquier punto  $\hat{x} = (\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n)$  que satisfaga la hipótesis contenida en los teoremas 1 y 2 es una solución óptima de (1) ó (2)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Para una exposición más detallada de las condiciones de Karush - Kuhn - Tucker véase Takayama, A. *Mathematical Economics*. Cambridge University Press, Second ed., 1987; ó Ecker, J. and Kupferschmid, M. *Introduction to Operations Research*. Wiley, 1989.

## II. El Método de Wolfe<sup>2</sup>

El método de Wolfe puede ser utilizado como algoritmo de resolución para un PPO. Un problema cuadrático presenta la siguiente forma

$$\begin{aligned} \min \quad & \frac{1}{2} x^T Q x - c^T x \\ \text{s.a.} \quad & Ax \leq b \\ & x \geq 0 \end{aligned}$$

donde Q es una matriz simétrica de orden  $[n \times n]$  y A es una matriz de orden  $[m \times n]$ . De esta forma, se puede observar que la diferencia entre un PPO y un problema de programación lineal radica, solamente, en que la función objetivo del primer problema es cuadrática en sus variables. La similitud entre estos problemas ha permitido que se desarrollen algoritmos similares al método simplex en el sentido de que éstos sólo requieren que se forme una tabla con las funciones involucradas en el problema, y que posteriormente se efectúen un conjunto de pivotes en dichas tablas siguiendo algunas reglas.

El método de Wolfe se fundamenta en que todo PNL tiene que cumplir con ciertas condiciones de ortogonalidad (complementariedad) derivadas de las CKKT. Para un PPO general, estas condiciones pueden expresarse verbalmente de la siguiente forma:

La variable de excedente ( $e_i$ ) asociada con la restricción (2.1') y  $x_i$  no pueden ser ambas positivas; y

(3)

Las variables de holgura ( $s_i'$ ) y/o de excedente ( $e_i'$ ) asociadas a la i-ésima restricción y  $\lambda_i$  no pueden ser ambas positivas.

Estas dos condiciones surgen de transformar las CKKT (2.1') - (2.4') de la siguiente forma:

Primero se expresa (2.1') como ecuación de igualdad restando una variable de excedente

$$\nabla f(\bar{x}) + \lambda_i \nabla g_i(\bar{x}) - e_i = 0$$

despejando  $e_i$  tenemos

$$(2.1'') \quad e_i = \nabla f(\bar{x}) + \lambda_i \nabla g_i(\bar{x})$$

combinando (2.1'') con (2.3') obtenemos la primera condición de ortogonalidad<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Wolfe, Philip. "The Simplex Method for Quadratic Programming". *Econometrica*, Julio de 1959. La exposición sigue el modelo en su formulación ampliada. Existen varios métodos para resolver un problema de programación cuadrática, véase por ejemplo, Ecker and Kupferfersehmid, Opus cit., para una discusión del método de resolución de Lemke, y Roberts, B. and Shultz, D. *Modern Mathematics and Economic Analysis*, Norton, 1979 y Bronson, R. *Investigación de Operaciones*, Series Schaum, 1985 para una discusión del método de Frank y Wolfe. En este caso se decidió exponer el método de Wolfe por su facilidad de manejo.

<sup>3</sup> Wolfe, P. Opus cit., pp. 388.

$$(3.1) \quad e_i, x_i = 0$$

La segunda condición de ortogonalidad se obtiene del hecho de que la restricción de igualdad

$$g_i(\hat{x}) = b_i$$

puede reescribirse como

$$g_i(\hat{x}) \leq b_i$$

$$g_i(\hat{x}) \geq b_i$$

sumando una variable de holgura en el primer caso, y restando una de excedente en el segundo caso tenemos

$$s_i' = b_i - g_i(\hat{x})$$

$$e_i' = b_i - g_i(\hat{x})$$

combinando estas dos ecuaciones con (2.2'), obtenemos la segunda condición de ortogonalidad<sup>4</sup>:

$$(3.2) \quad \lambda_i s_i' = 0; \quad \lambda_i e_i' = 0$$

Para encontrar un punto que satisfaga las CKKT el método de Wolfe, simplemente, aplica una versión modificada del método simplex en dos fases a las CKKT (sin tomar en cuenta las condiciones de ortogonalidad). Como primer paso debe agregarse una variable artificial a cada una de las CKKT que no contengan una variable básica obvia. Como segundo paso se intenta minimizar la suma de las variables artificiales  $\min w' = \sum_{i=1}^m \alpha_i$ . Por último, para asegurar que la solución final (con la suma de las variables

artificiales igualando cero) satisface las condiciones de ortogonalidad (3.1) y (3.2), el método de Wolfe modifica el criterio de la variable que entra en la base (del método simplex) de la siguiente forma:

- 1.- No conducir un pivote que permita que la variable  $e_i$  asociada a la  $i$ -ésima restricción de (2.1') y  $x_i$  sean variables básicas al mismo tiempo.
- 2.- No conducir un pivote que permita que la variable de holgura ( $s_i'$ ) o de excedente ( $e_i'$ ) asociadas a la  $i$ -ésima restricción y  $\lambda_i$  sean variables básicas al mismo tiempo.

El método de Wolfe garantiza la obtención de una solución al PPQ en un número finito de pasos si la matriz  $Q$  de la función objetivo es positiva semi - definida.

Ya que este método de resolución requiere del uso del método simplex en dos fases, a continuación se presenta un resumen de los pasos necesarios que se requieren para ejecutarlo.

---

<sup>4</sup> Wolfe, P. opus cit., pp. 397.

## II.1 El Método Simplex en Dos Fases

- PASO 1 Modifique las restricciones de tal forma que el lado derecho de cada una sea no negativo.
- PASO 2 Convierta cada restricción de desigualdad a su forma estándar. Si la restricción  $i$  es del tipo " $\leq$ " sume una variable de holgura, si la restricción es del tipo " $\geq$ " reste una variable de excedente.
- PASO 3 Si después de aplicar el PASO 2 la restricción  $i$  es del tipo " $\geq$ " o de igualdad, agregue una variable artificial,  $\alpha_i$ , a la restricción  $i$ . Agregue también la restricción  $\alpha_i \geq 0$ .
- PASO 4 Ignore, por el momento la función objetivo del problema original, y resuelva un problema cuya función objetivo es la suma de las variables artificiales  $\min W' = \sum_{i=1}^n \alpha_i$ . A este paso se le denomina como Fase I. El hecho de resolver la Fase I forzará que las variables artificiales se vuelvan cero.

Ya que cada  $\alpha_i \geq 0$ , el resolver la Fase I resultará en uno de los siguientes casos:

- CASO 1 El valor óptimo de  $W'$  es mayor a cero. En este caso, el problema original no tiene solución factible.
- CASO 2 El valor óptimo de  $W'$  es igual a cero y no existen variables artificiales en la base óptima de la Fase I. En este caso se eliminan todas las columnas de la base óptima correspondiente a la Fase I que contengan variables artificiales. Posteriormente se combina la función objetivo original con las restricciones contenidas en la tabla óptima de la Fase I. Esto da como resultado la Fase II del método. La solución óptima contenida en la segunda fase es la solución al problema original.
- CASO 3 El valor óptimo de  $W'$  es igual a cero y por lo menos una variable artificial se encuentra en la base óptima de la Fase I. Cuando ocurre este caso, indica que el problema original tiene por lo menos una restricción que es redundante.

Una vez que se ha explicado el método de Wolfe ya se esta en posibilidad de resolver un ejemplo, tarea que se realiza a continuación.

## III. Resolución de un Problema de Portafolio a Través del Método de Wolfe

Como ejemplo de resolución de un PPO, tomamos el caso de un problema de portafolio con tres activos. Los parámetros necesarios para construir el problema, son un vector de rendimientos esperados y una matriz de varianza - covarianza de los activos que componen al portafolio.

Los instrumentos elegidos para el ejemplo son tres acciones comunes comercializadas en la bolsa de valores de Nueva York. Se eligieron las acciones de Allied Chemical (ACD), Burroughs (BGH) y Nabisco (NAB). El conjunto de parámetros se presenta en el cuadro 1.

**Cuadro 1**  
**RENDIMIENTOS ESPERADOS Y MATRIZ DE VARIANZA - COVARIANZA**  
**(1956 - 1980)**

RENDIMIENTOS ESPERADOS $\mu_i$	MATRIZ DE VARIANZA - COVARIANZA $\sigma_{ij}$		
	ACD	BGH	NAB
ACD	8.199	924.41	50.31
BGH	16.526		1665.02
NAB	25.058		37.16
			-143.56
			627.91

El problema de portafolio consiste en minimizar la varianza de los activos, sujeta a que la suma de éstos sea igual a la unidad y a que el portafolio ofrezca un nivel de rendimiento esperado que se fija como parámetro, es decir

$$\begin{aligned} \min V_p &= \sum_{i=1}^n x_i \sigma_i^2 - 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \\ \text{s.a.} \quad \mu_p &= \sum_{i=1}^n x_i \mu_i \\ 1 &= \sum_{i=1}^n x_i \\ x_i &\geq 0 \end{aligned}$$

Con la información del cuadro 1, y tomando un nivel de 12.0% de rendimiento esperado en el portafolio tenemos que nuestro problema se vuelve:

$$\begin{aligned} \min_{x_1, x_2} V_p &= 924.41x_1^2 - 1665.02x_1x_2 + 627.91x_2^2 - 100.62x_1x_3 - 74.32x_1x_4 - 287.12x_2x_3 \\ \text{s.a.} \quad 8.199x_1 - 16.526x_2 - 11.906x_3 &\geq 12 \quad \dots(1) \\ x_1 - x_2 - x_3 &= 1 \quad \dots(2) \end{aligned}$$

Utilizando la ecuación (2) del problema, podemos formar la función objetivo reducida, y una restricción reducida. De acuerdo con lo anterior, podemos reescribir el problema como:

$$\begin{aligned} \min_{x_1, x_2} V_p &= 1.478x_1^2 - 2580.05x_1x_2 + 1569.24x_2^2 - 1181.5x_1 - 1542.94x_2 - 627.91 \\ \text{s.a.} \quad -3.707x_1 - 4.62x_2 &\geq 0.094 \quad \dots(1) \end{aligned}$$

Como primer paso para resolver este problema se debe transformar la restricción de " $\geq$ " a " $\leq$ ":

$$3.707x_1 - 4.62x_2 \leq -0.094 \quad \dots(1)$$

Como segundo paso se toman las CKKT para el problema, recordando, que hay que restar una variable de excedente para cada ecuación. Después, hay que agregar una variable artificial a cada ecuación ya que ninguna tiene una variable básica obvia. Por último, se minimiza la suma de las variables artificiales y se eliminan de la fila cero, como se puede observar a continuación:

$$\text{Min } h'' = a_1 + a_2 + a_3$$

$$h'' \quad -a_1 - a_2 - a_3 = 0.0 \quad (F0)$$

$$2956.00x_1 + 1569.24x_2 + 3.707\lambda_1 - e_1 \quad + a_1 = 1181.5 \quad (F1)$$

$$1569.24x_1 + 5160.10x_2 - 4.620\lambda_1 - e_2 \quad + a_2 = 1542.9 \quad (F2)$$

$$-3.71x_1 + 4.62x_2 \quad - e_1' \quad + a_3 = 0.094 \quad (F3)$$

$$4521.50x_1 + 6734.00x_2 - 0.913\lambda_1 - e_1 - e_2 - e_1' = 2724.40 \quad (NF0)$$

Las condiciones de ortogonalidad (3.1) y (3.2) para el problema están dadas por:

$$e_1x_1 = 0; \quad e_2x_2 = 0; \quad e_1'\lambda_1 = 0$$

La fila cero (F0) es la suma de las variables artificiales igualando cero, las filas 1 a 3 (F1) - (F3) son las CKKT del problema y la nueva fila cero (NF0) es la eliminación de las variables artificiales que resulta de sumar las filas cero a tres. Si se ordenan estas filas de la nueva fila cero a la tres se obtiene la tabla inicial para aplicar el método de Wolfe.

En esta tabla se observa que las variables básicas con las que se parte el proceso de pivoteo son:  $\{ a_1 = 1181.5, a_2 = 1542.9, a_3 = 0.094 \}$ . En el caso de minimización, el método simplex indica que la variable de entrada a la base debe ser aquella que contenga el coeficiente positivo más grande de la fila cero. En este caso, la variable que cumple con el criterio es  $x_2$ . El elemento que servirá como pivote será aquél que sea el ganador de la prueba del cociente. Esta consiste en dividir el lado derecho de la ecuación entre cada uno de los elementos de la columna de la variable que entra en la base. El cociente que resulte ser más pequeño será el elemento pivote, en este caso el número 4.6. El pivote 4.6 se tendrá que volver la unidad en su posición y cero en las demás posiciones de la columna correspondiente a  $x_2$ . Este procedimiento se logra mediante operaciones elementales entre las filas que componen la tabla. Estas operaciones son las siguientes:

$$[ \text{FILA 3} ] / [ 4.62 ] = [ \text{FILA 3 (TABLA I)} = (\text{NF3}) ]$$

$$[ \text{NF3} \times (-6734) ] + [ \text{FILA 0} ] = [ \text{FILA 0 (TABLA I)} ]$$

$$[ \text{NF3} \times (-1569.24) ] + [ \text{FILA 1} ] = [ \text{FILA 1 (TABLA I)} ]$$

$$[ \text{NF3} \times (-5160.1) ] + [ \text{FILA 2} ] = [ \text{FILA 2 (TABLA I)} ]$$



Tabla Inicial (Método de Wolfe) Variables Básicas {  $a_1, a_2, a_3$  }

W	$x_1$	$x_2$	$\lambda_1$	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_1'$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	LD	COC.
0	4521.5	6734.0	-0.913	-1.0000	-1.00000	-1.00	0.00	0.00	0.0	2724.5	----
1	2956.0	1569.2	3.707	-1.0000	0.00000	0.00	1.00	0.00	0.0	1181.3	0.75
2	1569.2	5160.1	-4.620	0.0000	-1.00000	0.00	0.00	1.00	0.0	1542.9	0.30
3	-3.7	4.6	0.000	0.0000	0.00000	-1.00	0.00	0.00	1.0	0.1	0.02

Tabla I (Método de Wolfe) Variables Básicas {  $a_1, a_2, x_2$  }

W	$x_1$	$x_2$	$\lambda_1$	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_1'$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	LD	COC.
0	9924.7	0.0	-0.913	-1.0000	-1.00000	1456.57	0.00	0.00	-1457.6	2587.5	----
1	4215.1	0.0	3.707	-1.0000	0.00000	339.66	1.00	0.00	-339.7	1149.6	0.27
2	5709.6	0.0	-4.620	0.0000	-1.00000	1116.90	0.00	1.00	-1116.9	1437.9	0.25
3	-0.8	1.0	0	0.0000	0.00000	-0.22	0.00	0.00	0.2	0.0	----

Después de conducir el primer pivote el nuevo conjunto de variables básicas pasa a ser: {  $a_1 = 1149.6, a_2 = 1437.9, x_2 = .0203$  }. La tabla I indica que la variable de entrada a la base debe ser  $x_1$ , y el elemento pivote debe ser 5709.6. Las operaciones elementales entre filas para pasar a la tabla II son las siguientes:

$$\begin{aligned} \{ \text{FILA 2} \} / \{ 5709.6 \} &= \{ \text{FILA 2 (TABLA II)} = \text{(NF2)} \} \\ \{ \text{NF2} \times (-9924.73) \} + \{ \text{FILA 0} \} &= \{ \text{FILA 0 (TABLA II)} \} \\ \{ \text{NF2} \times (-4215.13) \} + \{ \text{FILA 1} \} &= \{ \text{FILA 1 (TABLA II)} \} \\ \{ \text{NF2} \times (0.802) \} + \{ \text{FILA 3} \} &= \{ \text{FILA 3 (TABLA II)} \} \end{aligned}$$

Tabla II (Método de Wolfe) Variables Básicas {  $a_1, x_1, x_2$  }

W	$x_1$	$x_2$	$\lambda_1$	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_1'$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	LD	COC.
0	0.0	0.0	7.1177	-1.0000	0.73825	-484.89	0.00	-1.74	483.9	88.0	----
1	0.0	0.0	7.1177	-1.0000	0.73825	-484.89	1.00	-0.74	484.9	88.0	12.37
2	1.0	0.0	-0.0008	0.0000	-0.00018	0.20	0.00	0.00	-0.2	0.3	----
3	0.0	1.0	-0.0006	0.0000	-0.00014	-0.06	0.00	0.00	0.1	0.2	----

Después de conducir el segundo pivote el nuevo conjunto de variables básicas pasa a ser: {  $a_1 = 88.03, x_1 = .2518, x_2 = .2224$  }. La tabla II indica que la variable de entrada a la base debe ser  $\lambda_1$ , y el elemento pivote debe ser 7.1177 (fila 1)<sup>5</sup>. Las operaciones elementales entre filas para pasar a la tabla final son las siguientes:

$$\begin{aligned} \{ \text{FILA 1} \} / \{ 7.1177 \} &= \{ \text{FILA 1 (TABLA FINAL)} = \text{(NF1)} \} \\ \{ \text{NF1} \times (-7.1177) \} + \{ \text{FILA 0} \} &= \{ \text{FILA 0 (TABLA FINAL)} \} \\ \{ \text{NF1} \times (0.0008) \} + \{ \text{FILA 2} \} &= \{ \text{FILA 2 (TABLA FINAL)} \} \\ \{ \text{NF1} \times (0.0006) \} + \{ \text{FILA 3} \} &= \{ \text{FILA 3 (TABLA FINAL)} \} \end{aligned}$$

5 Obviamente, no se puede pivotar en la fila cero.

Tabla Final (Método de Wolfe) Variables Básicas {  $\lambda$ ,  $x_1, x_2$  }

W	$x_1$	$x_2$	$\lambda$	$e_1$	$e_2$	$e_3$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	LD	COC.
0	0.0	0.0	0.000	0.0000	0.00000	0.00	-1.00	-1.00	-1.0	0.0000	
1	0.0	0.0	1.000	-0.1405	0.10372	-68.12	0.14	-0.10	68.1	12.3679	
2	1.0	0.0	0.000	-0.0001	-0.00009	0.14	0.00	0.00	-0.1	0.2618	
3	0.0	1.0	0.000	-0.0001	-0.00007	-0.10	0.00	0.00	0.1	0.2304	

Esta tabla final, es la óptima puesto que ninguna de las variables artificiales se encuentra en la base y su suma es igual a cero. Los valores óptimos de las variables que resuelven nuestro problema son:

$$\lambda_1 = 12.367; \quad x_1 = .2618; \quad x_2 = .2304$$

Los valores de las variables de excedente son cero, y por lo tanto la solución satisface las condiciones de ortogonalidad del problema. También se puede afirmar que las condiciones suficientes para un mínimo global se satisfacen ya que la matriz de varianza - covarianza cuya expresión es una suma de cuadrados, es positiva semi - definida y la restricción al ser lineal representa una función convexa.

Al combinar estos valores con el problema original (aumentado) tenemos que el resultado del problema de portafolio con tres activos es el siguiente:

$$x_1 = .2618; \quad x_2 = .2304; \quad x_3 = .5078$$

El portafolio presenta un rendimiento esperado del 12%, una varianza de 296.02, y su composición es de 26.18% invertido en Allied Chemical, 23.04 % invertido en Burroughs y 50.78% invertido en Nabisco.

Por último, cabe destacar la naturaleza de la solución. Como se mencionó en el capítulo III, en esta investigación se utilizó el optimizador GRG2 desarrollado por Lasdon y Waren. Este optimizador utiliza un método de gradiente reducido generalizado, en el cuál se toma la dirección de búsqueda más eficiente (dirección de Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno). Esto implica que el optimizador opera reduciendo a la función objetivo a partir de las restricciones de igualdad y después utiliza una dirección de búsqueda para mejorar el valor de la función objetivo en cada paso. A lo largo de este procedimiento, el optimizador utiliza un conjunto de "estrategias activas"<sup>6</sup> para mantener la factibilidad de las restricciones y la no negatividad de las variables.

El problema que se resolvió, utiliza un enfoque similar. Primero se redujo a la función objetivo a partir de la restricción de igualdad, y después se utilizó el método de Wolfe como "estrategia activa" para mantener la factibilidad de las restricciones y la no negatividad de las variables.

6 Véase, Ecker & Kupferschmid, Opus cit.

## **APENDICE B**

---

### **BASE DE DATOS Y PRUEBAS DE NORMALIDAD**

En este apéndice se presenta la información estadística necesaria para construir las matrices de varianza - covarianza que se han utilizado en el análisis llevado a cabo en el capítulo III. El universo de activos que se consideró esta compuesto por los siguientes instrumentos:

#### Instrumentos del Mercado de Dinero:

BIB = Bonos de indemnización bancarios (Saldos).  
 D3 = Certificados de depósito a plazo de tres meses.  
 P1 = Pagars bancarios a plazo de un mes.  
 P3 = Pagars bancarios a plazo de tres meses.  
 C1 = Certificados de la tesorería de la federación a plazo de un mes.  
 C3 = Certificados de la tesorería de la federación a plazo de tres meses.  
 AB = Aceptaciones bancarias a un mes.  
 PC = Papel comercial a un mes.  
 ACT = Tasa de interés activa a un mes, "proxy de la tasa de préstamos".

Fuentes: BIB, C1 y C3 (SIE BANXICO); ACT, (estimación BANXICO). Las tasas de los demás instrumentos se tomaron de la revista "EL MERCADO", publicada por la casa de bolsa "ACCIONES Y VALORES".

#### Instrumentos del Mercado de Capitales:

GEN = Índice general de precios de las acciones cotizadas en la BMV.  
 EXT = Índice de las acciones de la industria extractiva.  
 TRA = Índice de las acciones de la industria de la transformación.  
 COM = Índice de las acciones de la industria de la construcción.  
 COM = Índice de las acciones del sector comercio.  
 CYT = Índice de las acciones del sector comunicaciones y transportes.  
 SER = Índice de las acciones del sector servicios.  
 VAR = Índice de las acciones del sector varios (principalmente controladoras).  
 FRV = Fondo Accivalmex. Sociedad de inversión común. Casa de bolsa "ACCIONES Y VALORES".

Fuente: Los índices (de precios) accionarios se tomaron de los indicadores económicos de BANXICO. La tasa de interés real del Fondo Accivalmex, se tomó, de la revista "EL MERCADO", publicada por la casa de bolsa "ACCIONES Y VALORES".

El período de tiempo considerado en este universo de activos va de enero de 1985 a marzo de 1989. En el cuadro 1A, se presentan las tasas de interés expresadas en por ciento anual, así como el índice de precios al consumidor (base 1978=100).  $P_i(1M)$ , representa la inflación mensual y  $P_i(3M)$  la inflación del trimestre hacia adelante, la inflación esta expresada como el cambio el índice de precios entre 100 más la unidad  $\left(1 + \frac{P}{100}\right)$ . En el cuadro 1B, se presentan las mismas tasas de interés expresadas en por ciento mensual y/o trimestral, esto es la tasa anual dividida entre doce para los instrumentos a un mes y entre cuatro para los instrumentos a tres meses. La tasa se expresa en la forma  $\left(1 + \frac{r}{100}\right)$ . El cuadro 1C, presenta las tasas de interés real de estos instrumentos expresadas en por ciento anual, esto es:

Instrumentos a un mes:

$$r_1 = \left[ \left( \frac{1+i}{1+\pi_1} \right)^{12} \right] - 1$$

donde  $\pi_1$  es la inflación mensual.

Instrumentos a tres meses:

$$r_3 = \left[ \left( \frac{1+i}{1+\pi_4} \right)^4 \right] - 1$$

donde  $\pi_4$  es la inflación trimestral.

En el cuadro 2A se presentan los índices de precios de las acciones, así como la inflación anual,  $\pi_{12M}$ . En el cuadro 2B, se presentan las pérdidas o ganancias de capital, que están dadas por el cambio en el índice de precios de la acción en un año, esto es:

$$GC = \frac{P_t}{P_{t-12}}$$

En el cuadro 2C, se presentan las pérdidas o ganancias de capital anuales, en términos reales, esto es:

$$GCR = \left[ \left( \frac{GC}{1+\pi_{12}} \right) - 1 \right] \times 100$$

donde  $\pi_{12}$  es la inflación anual.

En el cuadro 3 se presentan los parámetros más importantes de estas tasas de rendimiento real, esto es, sus medias, sus varianzas, sus desviaciones estándar, y sus coeficientes de variación.

En los cuadros 4A al 4C se presentan las matrices de varianza - covarianza y de correlación para las tres muestras empleadas en el capítulo III.

Por último al final del documento, en los cuadros 5A al 5C se presentan las pruebas de normalidad de los instrumentos utilizados. Para facilitar las comparaciones de las pruebas de normalidad, se requiere comparar a los instrumentos de inversión bajo una base homogénea. Esto último, se logró, estandarizando las distribuciones de las tasas de rendimiento real de cada instrumento como sigue:

$$Z_t = \frac{R_t - \bar{R}}{\sigma}$$

donde:

$\bar{R}$  = media de la tasa de rendimiento real del instrumento  $i$ , en el período (1985M1 - 1989M3)

$R_t$  = tasa de rendimiento del instrumento  $i$  en el período  $t$

$\sigma$  = desviación estándar estimada de la distribución<sup>1</sup>

$Z_t$  = la tasa de rendimiento estandarizada del instrumento  $i$  en el período  $t$

El estadístico de prueba utilizado para verificar la normalidad de los instrumentos es un estadístico de prueba no paramétrico, de corridas mutuamente excluyentes<sup>2</sup>, que está dado por<sup>3</sup>:

$$Z_r = \frac{r - \mu_r}{\sigma_r}$$

donde

$$\mu_r = \frac{2n_1n_2}{n_1 + n_2} + 1$$

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}}$$

para tamaños de muestra lo suficientemente grandes, esto es, que involucren más de 20 signos positivos ( $n_1$ ) o negativos ( $n_2$ ), el cociente  $Z_r$  se distribuirá como una variable normal con media cero y varianza uno. Este hecho se utiliza para verificar si el número de corridas en la muestra es significativamente

---

<sup>1</sup>  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (R_t - \bar{R})^2}$

<sup>2</sup> Una corrida es una secuencia ininterrumpida de observaciones que presentan una característica en común.

<sup>3</sup> Véase, por ejemplo, Siegel, S. Nonparametric Statistics. Mc Graw Hill, 1956.

diferente del número esperado de corridas ( $n_1$ ) en una muestra aleatoria con distribución normal  $(0,1)^4$ .

En los cuadros 5A a 5C se presentan las pruebas de normalidad. En el cuadro 5A se presentan los valores del estadístico de prueba  $Z_r$  y  $Z_r(c)$  (esto es, el estadístico de prueba corregido por continuidad) para los instrumentos del mercado de dinero<sup>5</sup>. Como se puede apreciar a partir de estos estadísticos la normalidad no se cumple en todos los instrumentos<sup>6</sup>.

El hecho de que algunos de los instrumentos del mercado de dinero pasaran la prueba de normalidad, llevó al autor a investigar la siguiente pregunta:

El proceso de minimizar la matriz de varianzas - covarianza sujeta a un conjunto de restricciones, trae como consecuencia que se obtengan un conjunto de ponderadores  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , considerados como una estrategia de inversión óptima de acuerdo con el modelo Markowitz - Tobin. Al aplicar este conjunto de ponderadores a las series históricas de rendimiento real de los instrumentos, se conforma un fondo común compuesto por aquellos instrumentos que han sido elegidos por el modelo. La pregunta relevante entonces, radica en si éste fondo común se distribuye o no normalmente, ya que sobre de estos fondos comunes generados por el modelo es donde habrá de efectuarse la inferencia estadística basada en la distribución normal.

Para responder a esta pregunta se elaboró la misma prueba de corridas para los fondos comunes obtenidos de acuerdo con el modelo. Se tomaron los fondos comunes obtenidos con los ponderadores de la frontera de eficiencia libre (muestra completa, Cuadro III.7a, Capítulo III), frontera restringida (aquella que contempla el impacto total de las restricciones contenidas en el régimen de inversión, Cuadro III.7d,

4 Específicamente, la hipótesis nula ( $H_0$ ) utilizada es que las observaciones estandarizadas de los instrumentos de inversión se distribuyen de acuerdo con una distribución normal  $(0,1)$ . Esta es una prueba mutuamente excluyente ya que los valores estandarizados o se ubican por encima de cero ( $n_2$ ) o por debajo de cero ( $n_2$ ). El número de corridas en la muestra ( $r$ ), se obtiene contando el número de corridas del tipo  $n_1$  o  $n_2$  de la siguiente forma:

0.27, 0.42, 0.45, 1.55, -11, .33, -.45, -2.05, -1.90.

este conjunto de observaciones posee 4 corridas, esto es 4 elementos positivos que constituyen una corrida. 1 elemento negativo que constituye la segunda corrida, un elemento positivo que constituye la tercera corrida, y por último tres elementos negativos que constituyen la cuarta corrida. Existen 5 elementos que se ubican por encima de cero ( $n_2 = 5$ ), y 4 elementos que se ubican por debajo de cero ( $n_4 = 4$ ). Con esta información, se construyen los valores del número esperado de corridas y de la desviación estándar asociada a este número de corridas. Se acepta la hipótesis nula, para valores del estadístico de prueba  $Z_r$  que sean menores, en valor absoluto, a el nivel crítico de la normal  $(0,1)$ , esto es un valor de 1.96. En aquellos casos en los que se rechaza la hipótesis nula por un margen pequeño se realiza una corrección por continuidad, ya que se ha empleado una distribución continua como una aproximación de datos discretos (número de corridas). Para corregir la continuidad, se debe reducir en 1.2 el valor del numerador del estadístico de prueba.

5 Se presenta también a la tasa de interés activa "proxy de la tasa de interés en préstamos", dentro de esta categoría solo por conveniencia.

6 Se cumple sólo para aquellos instrumentos cuyo valor de  $Z_r$ , ó en su caso de  $Z_r(c)$ , sea menor en valor absoluto a 1.96. No se presentan los instrumentos del mercado de capitales, ya que estos definitivamente no se distribuyen normalmente.

Capítulo III)<sup>7</sup>. Como se puede apreciar a partir de estos resultados, los fondos comunes generados a través del modelo Markowitz - Tobin sí se distribuyen normalmente. Los fondos en los cuales no se cumple la normalidad, son aquellos que se ubican en la región superior derecha de la frontera en donde la participación de los instrumentos del mercado de capitales va siendo cada vez más grande, lo que hace que la distribución del fondo cada vez se aleje más de la normal.

Por lo tanto, el supuesto de aproximación de segundo orden a la normal es un supuesto válido en la investigación que se presenta en el Capítulo III<sup>8</sup>. Sin embargo, todavía se enfrentan dos problemas menores: i) Cuando se compare a cualquiera de los fondos de los cuadros III.7a al III.7d o III.8a y III.8b (correspondientes al capítulo III) con un instrumento en lo individual (para medir las propiedades de diversificación del fondo), se deberá realizar esta comparación sólo con aquellos instrumentos que se distribuyan normal; y ii) Los portafolios que se ubican en la región superior derecha de las fronteras deberán de interpretarse, en el mejor de los casos, como aproximaciones de segundo orden de una cierta distribución. Obviamente la aproximación será mejor en la medida en que la distribución de los rendimientos en ese punto se asemeje más a la normal. Al final de los cuadros donde se presentan los estadísticos de normalidad se presentan a forma de ejemplo los histogramas correspondientes a los primeros seis fondos comunes de la frontera de eficiencia libre de restricciones. De estos histogramas se puede observar como los fondos de inversión aproximan bien a la distribución normal.

---

7 La construcción del fondo común se realiza como sigue. Por ejemplo, para el caso del portafolio No. 1, del Cuadro III.7a (Capítulo III), el fondo común queda constituido como sigue:

$$FC1 = .77xD3+.0468xP1+.0091xB1B+.0506xAH+.0496xCOM+.0089xSER+.0680xFRV$$

como se puede apreciar, los ponderadores con los que se elabora el fondo, son las estrategias de inversión ( $v_1, v_2, \dots, v_n$ ), que se obtienen del modelo para un punto de rendimiento igual a 12.0% y riesgo igual a 12.29%.

Al aplicar estos ponderadores a cada punto de las series históricas de los instrumentos que participan en el portafolio (Portafolio No.1), se obtiene el fondo común No. 1.

8 Este resultado, no es un resultado nuevo, ya Haim Levy & Marshall Sarnat, habían encontrado el resultado de que si bien un conjunto de instrumentos no se comportan normalmente, la distribución de una muestra de fondos de inversión común en los Estados Unidos, sí se comporta de acuerdo con una distribución normal. Véase Levy, H. & Sarnat, M. Portafolio and Investment Selection: "Theory and Practice". Prentice Hall, Second Ed. pp. 254 - 255.



## BASE DE DATOS

CUADRO 1A (TASAS DE INTERES NOMINAL EXPRESADAS EN POR CIENTO ANUAL)

MES	AÑO	IPC	Pi(1M)	Pi(3M)	BIB	D3	P1	P3	C1	C3	ACT	AB	PC
DIC	1984	1219.4	1.0425	1.1663	44.9	45.6	46.3	47.5	47.7	49.2	49.7	49.2	49.2
ENE	1985	1309.8	1.0741	1.1621	44.9	47.4	46.4	47.5	46.3	48.1	49.9	48.5	49.3
FEB	1985	1364.2	1.0415	1.1152	44.9	47.4	46.4	47.5	48.3	49.3	49.9	48.4	49.3
MAR	1985	1417.1	1.0388	1.0961	44.9	52.5	51.5	51.9	57.0	56.5	54.3	55.3	55.6
ABR	1985	1460.7	1.0308	1.0816	44.9	54.2	54.2	54.3	55.7	58.3	57.3	57.6	54.2
MAY	1985	1495.3	1.0237	1.0859	44.9	54.7	54.0	54.8	56.0	59.6	57.9	57.9	58.7
JUN	1985	1532.8	1.0251	1.1071	51.9	57.9	55.2	58.9	60.7	65.9	63.3	63.3	65.5
JUL	1985	1586.2	1.0348	1.1232	51.9	61.7	58.6	62.2	65.5	70.4	66.2	70.3	70.3
AGO	1985	1655.5	1.0437	1.1266	51.9	65.1	60.0	64.9	69.3	72.3	69.7	72.3	71.4
SEP	1985	1721.6	1.0399	1.1293	62.3	65.5	60.5	65.6	65.3	68.7	70.5	67.8	69.1
OCT	1985	1787.0	1.0380	1.1598	62.3	65.8	60.9	65.9	62.0	66.4	71.5	63.2	65.4
NOV	1985	1869.5	1.0462	1.2162	62.3	68.7	62.5	68.7	64.3	68.8	70.9	65.5	66.8
DIC	1985	1996.7	1.0680	1.2142	65.6	72.9	67.8	71.9	71.5	74.2	76.6	72.2	75.6
ENE	1986	2173.3	1.0884	1.1897	65.6	73.2	69.3	73.1	72.2	73.8	79.1	73.5	75.6
FEB	1986	2269.9	1.0444	1.1500	65.6	75.5	68.7	74.5	78.5	75.7	80.6	77.6	76.6
MAR	1986	2375.4	1.0665	1.1623	72.4	79.2	68.7	78.0	76.5	78.5	80.2	78.6	81.6
ABR	1986	2499.4	1.0522	1.1819	72.4	81.5	68.7	80.1	80.5	80.5	81.4	82.8	85.9
MAY	1986	2638.3	1.0556	1.1794	72.4	81.9	68.2	80.1	80.5	80.5	85.8	83.6	85.6
JUN	1986	2807.6	1.0642	1.2063	79.3	84.9	72.4	82.6	84.5	84.0	88.3	87.7	86.9
JUL	1986	2947.7	1.0799	1.2016	79.3	88.9	79.3	86.7	90.1	91.1	92.5	94.0	96.0
AGO	1986	3182.7	1.0797	1.2099	79.3	90.2	81.2	87.5	85.2	99.0	95.7	95.2	97.3
SEP	1986	3373.7	1.0600	1.1963	87.8	95.0	87.6	90.8	100.9	105.0	101.3	101.8	104.4
OCT	1986	3566.5	1.0571	1.2177	87.3	97.3	93.1	94.3	99.6	106.9	102.8	100.0	103.5
NOV	1986	3807.5	1.0676	1.2452	87.8	97.8	93.3	94.3	96.1	104.1	106.7	97.8	98.9
DIC	1986	4108.2	1.0790	1.2505	95.3	97.8	93.3	94.3	98.6	105.6	104.3	100.1	102.2
ENE	1987	4440.9	1.0810	1.2356	95.3	97.8	93.3	94.3	97.6	104.8	104.4	99.5	100.9
FEB	1987	4761.3	1.0721	1.2430	95.3	97.8	93.3	94.3	97.0	105.0	102.8	98.0	100.3
MAR	1987	5076.0	1.0661	1.2468	95.3	97.1	93.3	94.3	95.3	101.8	100.7	97.0	98.5
ABR	1987	5520.1	1.0875	1.2541	95.3	94.6	92.4	94.3	94.1	99.6	100.5	96.0	96.9
MAY	1987	5936.2	1.0754	1.2466	95.3	93.4	91.5	94.3	91.8	98.5	100.3	92.7	93.5
JUN	1987	6365.7	1.0724	1.2540	90.9	93.4	91.1	94.3	91.3	98.4	99.0	92.5	93.6
JUL	1987	6881.3	1.0810	1.2464	90.9	93.0	90.5	94.3	91.1	97.3	96.9	92.2	93.8
AGO	1987	7443.7	1.0817	1.2491	90.9	91.7	89.4	94.3	91.5	95.9	95.3	92.2	92.5
SEP	1987	7934.1	1.0659	1.2463	88.6	90.4	88.6	94.2	89.8	95.5	94.9	90.8	89.7
OCT	1987	8595.2	1.0833	1.3420	88.6	89.8	88.6	94.2	89.7	96.4	94.7	90.5	93.1
NOV	1987	9277.0	1.0793	1.4303	88.6	99.1	98.2	103.7	94.8	110.7	100.9	93.1	96.1
DIC	1987	10647.2	1.1477	1.4357	96.6	112.5	116.6	120.3	114.3	133.0	112.1	135.0	122.6
ENE	1988	12293.5	1.1546	1.3150	96.6	112.0	141.1	119.0	157.1	155.7	146.3	153.3	152.4
FEB	1988	13318.9	1.0834	1.1739	96.6	112.0	149.0	118.8	153.5	153.9	156.7	157.0	159.7
MAR	1988	14001.0	1.0512	1.1045	109.5	67.0	92.9	76.0	98.5	78.3	127.1	112.8	113.0
ABR	1988	14431.9	1.0308	1.0722	109.5	46.7	61.8	53.0	63.5	54.5	88.0	70.3	71.1
MAY	1988	14711.1	1.0193	1.0575	109.5	38.9	50.5	45.3	53.1	44.8	69.2	59.0	59.2
JUN	1988	15011.2	1.0204	1.0470	40.3	33.3	39.0	32.6	40.6	35.0	54.7	42.9	43.8
JUL	1988	15261.8	1.0167	1.0319	40.3	32.4	38.3	31.8	40.1	32.5	45.7	42.5	43.2
AGO	1988	15402.2	1.0092	1.0227	40.3	32.4	38.3	31.8	40.8	32.5	45.4	43.6	43.6
SEP	1988	15490.3	1.0057	1.0270	29.9	32.4	38.3	31.8	41.8	32.5	47.9	44.5	44.5
OCT	1988	15608.4	1.0076	1.0424	29.9	32.4	38.3	31.8	44.2	32.5	47.3	46.0	46.0
NOV	1988	15817.3	1.0134	1.0599	29.9	32.4	38.3	31.8	49.5	42.0	51.1	51.6	52.5
DIC	1988	16147.3	1.0209	1.0600	29.9	32.4	38.3	31.8	52.3	51.5	56.5	57.2	56.0
ENE	1989	16542.6	1.0245	1.0496	29.9	32.4	38.3	31.8	50.8	50.8	58.8	55.9	55.1
FEB	1989	16767.1	1.0136	1.0399	29.9	32.4	38.3	31.8	49.2	49.4	56.3	51.7	52.5
MAR	1989	16948.8	1.0108	1.0401	29.9	32.4	38.3	31.8	47.7	48.8	54.0	51.5	51.5
ABR	1989	17202.3	1.0150	1.0413	29.9	32.4	38.3	31.8	50.2	51.3	55.7	51.9	51.9
MAY	1989	17439.1	1.0138	0.0000									
JUN	1989	17648.4	1.0120	0.0000									

CUADRO 1B (TASAS DE INTERES NOMINAL EXPRESADAS EN POR CIENTO MENSUAL Y/O TRIMESTRAL)

MESES	AÑO	B1B	D3	P1	P3	C1	C3	ACT	AB	PC
DIC	1984	1.0374	1.1140	1.0386	1.1168	1.0398	1.1230	1.0414	1.0410	1.0410
EHE	1985	1.0374	1.1186	1.0386	1.1188	1.0386	1.1203	1.0416	1.0404	1.0411
FEB	1985	1.0374	1.1186	1.0386	1.1188	1.0402	1.1233	1.0416	1.0403	1.0411
MAR	1985	1.0374	1.1312	1.0429	1.1298	1.0475	1.1413	1.0453	1.0461	1.0464
ABR	1985	1.0374	1.1354	1.0451	1.1355	1.0464	1.1458	1.0482	1.0480	1.0452
MAY	1985	1.0374	1.1368	1.0450	1.1370	1.0467	1.1490	1.0483	1.0489	1.0488
JUN	1985	1.0433	1.1448	1.0460	1.1473	1.0506	1.1648	1.0528	1.0527	1.0545
JUL	1985	1.0433	1.1543	1.0488	1.1555	1.0546	1.1760	1.0552	1.0585	1.0585
AGO	1985	1.0433	1.1628	1.0500	1.1623	1.0578	1.1808	1.0581	1.0602	1.0595
SEP	1985	1.0519	1.1658	1.0504	1.1640	1.0545	1.1718	1.0588	1.0565	1.0576
OCT	1985	1.0519	1.1644	1.0508	1.1648	1.0516	1.1660	1.0596	1.0527	1.0545
NOV	1985	1.0519	1.1716	1.0521	1.1718	1.0536	1.1720	1.0591	1.0546	1.0556
DIC	1985	1.0547	1.1823	1.0565	1.1798	1.0596	1.1855	1.0638	1.0602	1.0630
EHE	1986	1.0547	1.1831	1.0578	1.1828	1.0601	1.1845	1.0659	1.0613	1.0630
FEB	1986	1.0547	1.1888	1.0573	1.1863	1.0654	1.1893	1.0672	1.0647	1.0638
MAR	1986	1.0603	1.1981	1.0573	1.1950	1.0638	1.1963	1.0668	1.0655	1.0680
ABR	1986	1.0603	1.2038	1.0573	1.2003	1.0671	1.2013	1.0678	1.0690	1.0716
MAY	1986	1.0603	1.2047	1.0568	1.2003	1.0671	1.2013	1.0715	1.0696	1.0713
JUN	1986	1.0661	1.2123	1.0603	1.2065	1.0704	1.2100	1.0736	1.0730	1.0724
JUL	1986	1.0661	1.2223	1.0661	1.2168	1.0751	1.2278	1.0771	1.0783	1.0800
AGO	1986	1.0661	1.2256	1.0677	1.2188	1.0710	1.2475	1.0798	1.0793	1.0811
SEP	1986	1.0732	1.2374	1.0730	1.2270	1.0841	1.2574	1.0844	1.0849	1.0870
OCT	1986	1.0732	1.2444	1.0776	1.2358	1.0830	1.2673	1.0857	1.0834	1.0863
NOV	1986	1.0732	1.2444	1.0778	1.2358	1.0801	1.2603	1.0889	1.0815	1.0824
DIC	1986	1.0794	1.2444	1.0778	1.2358	1.0822	1.2640	1.0869	1.0834	1.0852
EHE	1987	1.0794	1.2444	1.0778	1.2358	1.0813	1.2620	1.0870	1.0829	1.0841
FEB	1987	1.0794	1.2444	1.0778	1.2358	1.0808	1.2625	1.0857	1.0817	1.0836
MAR	1987	1.0794	1.2427	1.0778	1.2358	1.0794	1.2545	1.0839	1.0808	1.0821
ABR	1987	1.0794	1.2365	1.0770	1.2358	1.0784	1.2490	1.0838	1.0800	1.0807
MAY	1987	1.0794	1.2334	1.0763	1.2358	1.0765	1.2463	1.0836	1.0772	1.0779
JUN	1987	1.0758	1.2334	1.0759	1.2358	1.0761	1.2460	1.0825	1.0771	1.0780
JUL	1987	1.0758	1.2326	1.0754	1.2358	1.0759	1.2433	1.0808	1.0768	1.0782
AGO	1987	1.0758	1.2293	1.0745	1.2358	1.0763	1.2398	1.0794	1.0768	1.0771
SEP	1987	1.0738	1.2259	1.0738	1.2355	1.0748	1.2388	1.0791	1.0756	1.0747
OCT	1987	1.0738	1.2244	1.0738	1.2355	1.0747	1.2410	1.0789	1.0754	1.0775
NOV	1987	1.0738	1.2478	1.0818	1.2593	1.0790	1.2768	1.0841	1.0776	1.0801
DIC	1987	1.0805	1.2813	1.0972	1.3008	1.0953	1.3325	1.0934	1.1125	1.1022
EHE	1988	1.0805	1.2801	1.1176	1.2975	1.1309	1.3893	1.1219	1.1277	1.1270
FEB	1988	1.0805	1.2801	1.1242	1.2970	1.1279	1.3848	1.1306	1.1308	1.1331
MAR	1988	1.0913	1.1675	1.0774	1.1900	1.0821	1.1958	1.1059	1.0940	1.0942
ABR	1988	1.0913	1.1168	1.0915	1.1325	1.0929	1.1363	1.0733	1.0586	1.0592
MAY	1988	1.0913	1.0973	1.0421	1.1153	1.0443	1.1120	1.0577	1.0492	1.0493
JUN	1988	1.0336	1.0632	1.0325	1.0815	1.0339	1.0825	1.0456	1.0358	1.0365
JUL	1988	1.0336	1.0811	1.0319	1.0795	1.0334	1.0813	1.0381	1.0354	1.0360
AGO	1988	1.0336	1.0811	1.0319	1.0795	1.0340	1.0813	1.0378	1.0363	1.0363
SEP	1988	1.0249	1.0811	1.0319	1.0795	1.0349	1.0813	1.0399	1.0371	1.0371
OCT	1988	1.0249	1.0811	1.0319	1.0795	1.0368	1.0813	1.0394	1.0384	1.0383
NOV	1988	1.0249	1.0811	1.0319	1.0795	1.0412	1.1050	1.0426	1.0430	1.0438
DIC	1988	1.0249	1.0811	1.0319	1.0795	1.0436	1.1288	1.0471	1.0477	1.0467
EHE	1989	1.0249	1.0811	1.0319	1.0795	1.0423	1.1265	1.0490	1.0466	1.0459
FEB	1989	1.0249	1.0811	1.0319	1.0795	1.0410	1.1235	1.0469	1.0431	1.0437
MAR	1989	1.0249	1.0811	1.0319	1.0795	1.0398	1.1220	1.0450	1.0429	1.0429

CUADRO 1C (TASAS DE INTERES REAL EXPRESADAS EN POR CIENTO ANUAL)

MES	AÑO	BIB	D3	P1	P3	C1	C3	ACT	AB	PC
DIC	1984	-5.69	-16.76	-4.40	-15.33	-3.11	-14.04	-1.23	-1.70	-1.70
ENE	1985	-34.12	-14.18	-33.20	-14.12	-33.20	-13.65	-30.88	-31.83	-31.30
FEB	1985	-4.64	1.20	-3.30	1.28	-1.51	2.92	0.06	-1.42	-0.55
MAR	1985	-1.56	13.44	4.92	12.86	10.59	17.52	7.74	8.73	9.12
ABR	1985	8.02	21.42	18.06	21.45	19.84	25.90	22.25	22.03	18.16
MAY	1985	17.34	20.10	28.05	20.19	30.52	25.34	32.91	33.94	33.73
JUN	1985	23.47	14.30	27.39	15.30	34.25	22.50	37.66	37.60	40.50
JUL	1985	10.20	11.56	17.49	12.02	25.51	20.18	26.29	31.23	31.23
AGO	1985	-0.50	13.50	7.50	13.27	17.43	20.66	17.86	20.77	19.81
SEP	1985	14.75	12.80	12.80	12.88	18.12	15.92	24.02	20.88	22.35
OCT	1985	17.35	1.61	15.79	1.72	16.96	2.16	28.03	18.35	20.86
NOV	1985	6.80	-13.87	7.00	-13.83	8.88	-13.76	15.86	10.07	11.42
DIC	1985	-14.03	-10.09	-12.22	-10.87	-9.12	-9.12	-4.62	-8.50	-5.51
ENE	1986	-31.50	-2.20	-29.06	-2.30	-27.12	-1.72	-22.20	-26.17	-24.73
FEB	1986	12.39	14.17	15.74	13.20	26.94	14.35	29.46	25.86	24.66
MAR	1986	17.10	12.89	13.08	11.74	21.71	12.21	26.01	24.17	27.61
ABR	1986	9.68	7.61	5.91	6.34	18.36	6.69	19.36	20.99	24.48
MAY	1986	5.55	8.88	1.44	7.27	13.90	7.63	19.69	17.20	19.45
JUN	1986	2.18	1.97	-4.24	0.05	7.31	1.22	11.15	10.48	9.66
JUL	1986	20.15	7.07	20.15	5.13	32.68	8.98	35.50	37.77	40.36
AGO	1986	-14.15	5.27	-12.61	2.95	-9.30	13.01	0.03	-0.46	1.54
SEP	1986	15.95	14.47	15.74	10.66	30.91	22.03	31.41	32.05	35.19
OCT	1986	19.78	9.07	25.83	6.06	33.62	17.29	37.63	34.18	38.55
NOV	1986	6.47	-0.24	12.06	-2.99	15.02	4.93	26.81	16.84	18.02
DIC	1986	0.49	-1.93	-1.35	-4.64	3.62	4.39	9.20	5.05	7.11
ENE	1987	-1.73	2.90	-3.53	0.06	0.37	8.83	6.89	2.18	3.52
FEB	1987	8.45	0.45	6.45	-2.32	10.14	6.42	16.23	11.20	13.58
MAR	1987	16.07	-1.29	13.94	-3.49	16.07	2.51	22.01	17.92	19.57
ABR	1987	-8.55	-5.51	-10.98	-5.72	-9.59	-1.61	-4.05	-8.00	-7.22
MAY	1987	4.60	-4.16	0.98	-3.43	1.26	-0.11	9.55	2.06	2.85
JUN	1987	3.87	-6.39	4.06	-5.68	4.29	-2.51	11.97	5.46	6.47
JUL	1987	-5.67	-4.37	-6.02	-3.37	-5.50	-1.00	-0.27	-4.56	-3.09
AGO	1987	-6.43	-6.18	-7.73	-4.20	-5.89	-2.95	-2.53	-5.30	-5.07
SEP	1987	9.33	-6.38	9.33	-3.42	10.52	-2.40	15.92	11.54	10.42
OCT	1987	-10.02	-30.69	-10.02	-28.15	-9.11	-26.86	-4.77	-8.42	-6.22
NOV	1987	-5.94	-42.07	2.83	-39.91	-0.41	-36.50	5.42	-1.90	0.87
DIC	1987	-51.52	-36.56	-41.74	-32.62	-42.95	-25.80	-44.09	-31.18	-38.48
ENE	1988	-54.90	-10.21	-32.38	-5.22	-22.06	24.57	-29.17	-24.64	-25.21
FEB	1988	-3.18	41.36	55.76	48.99	62.14	93.59	66.77	67.14	71.26
MAR	1988	56.60	24.81	34.37	34.74	41.55	37.36	83.81	61.38	61.70
ABR	1988	98.21	17.73	26.98	24.49	29.05	26.15	62.50	37.60	38.65
MAY	1988	126.59	15.91	30.31	22.81	33.62	22.26	55.71	41.32	41.63
JUN	1988	16.65	14.56	15.20	13.86	17.02	14.28	33.99	19.63	20.70
JUL	1988	21.86	20.45	19.52	19.76	21.59	20.54	28.38	24.52	25.36
AGO	1988	33.17	24.85	30.62	24.13	33.86	24.94	39.90	37.45	37.48
SEP	1988	25.47	22.80	36.15	22.09	40.89	22.89	49.37	44.58	44.57
OCT	1988	22.65	15.67	33.09	15.01	40.84	15.76	45.18	43.40	43.36
NOV	1988	14.54	8.24	24.29	7.62	38.41	18.16	40.62	41.24	42.52
DIC	1988	4.87	8.16	13.80	7.54	30.26	28.55	35.57	36.52	34.92
ENE	1989	0.51	12.52	9.07	11.88	23.01	32.67	32.82	29.19	28.15
FEB	1989	14.29	16.80	24.02	16.13	37.81	36.26	47.47	43.09	42.13
MAR	1989	18.06	16.71	28.10	16.04	40.27	35.43	49.01	45.49	45.44

CUADRO 2A (INDICE DE PRECIOS DE LAS ACCIONES COTIZADAS EN LA BMV)

MES	AÑO	Pi(12M)	GEN	EXT	TRA	CON	COM	CYT	SER	VAR
EHE	1984	1.7340	3375.3	245.6	237.9	267	237.5	276	205.8	185.9
FEB	1984	1.7326	4032.2	341.3	267.4	319.8	245.9	689.3	220.6	247.7
MAR	1984	1.7232	3350.5	267.9	244.9	255.8	213.2	691.7	205.2	191.3
ABR	1984	1.6906	2885.5	225.7	214.4	206.8	198.7	714.7	201.8	162.3
MAY	1984	1.6741	3282.2	295.3	222.2	213.3	225.8	764.3	203.5	191.2
JUN	1984	1.6714	3172.4	263.7	220.1	210.9	239.9	731.8	203.1	179.6
JUL	1984	1.6448	3301.7	248.6	236.2	219.6	248.2	684.3	201.4	193.5
AGO	1984	1.6285	3884.9	287.1	268.2	260.4	285.1	747.1	217.6	245.9
SEP	1984	1.6268	4366.1	282.8	292.8	313.2	350.8	717.6	256.5	277.7
OCT	1984	1.6295	3996.9	260.3	266.6	258.0	330.7	643.2	268.6	288.6
NOV	1984	1.5921	4200.0	245.9	278.2	274.7	351.5	648.5	271.8	301.6
DIC	1984	1.5917	4038.4	215.4	266.0	262.3	371.7	599.0	290.8	286.3
EHE	1985	1.6075	3709.8	166.6	253.5	233.6	356.5	620.8	301.4	270.3
FEB	1985	1.5903	4202.4	171.7	278.6	269.9	446.4	634.9	335.9	281.8
MAR	1985	1.5842	4396.1	204.4	287.5	282.5	436.5	638.5	365.7	290.6
ABR	1985	1.5653	4818.3	204.5	322.2	335.2	448.3	618.8	406.4	286.2
MAY	1985	1.5510	4596.6	212.8	315.9	308.9	454.4	559.3	417.5	259.7
JUN	1985	1.5343	4957.7	217.4	327.7	405.0	489.6	605.4	439.1	261.0
JUL	1985	1.5373	5698.3	219.9	378.9	455.9	578.3	612.2	471.4	276.8
AGO	1985	1.5602	6742.9	263.0	429.1	551.7	762.7	737.5	579.4	308.0
SEP	1985	1.5755	7285.8	275.9	434.2	643.3	872.7	764.3	575.6	329.2
OCT	1985	1.5802	9609.1	430.8	553.2	874.6	920.6	754.3	628.5	470.6
NOV	1985	1.5983	10832.3	410.0	657.9	884.8	1057.8	703.0	708.8	553.1
DIC	1985	1.6374	11197.2	336.0	723.7	1040.0	1007.2	720.3	769.2	521.4
EHE	1986	1.6593	14203.8	455.8	918.8	1435.3	1140.0	839.3	956.6	631.2
FEB	1986	1.6639	14149.7	407.7	970.5	1303.3	1144.9	874.1	902.3	676.8
MAR	1986	1.6762	13378.2	426.2	935.5	1226.1	1019.2	855.2	922.6	642.8
ABR	1986	1.7111	12802.3	395.7	924.4	1164.9	957.3	855.2	968.7	568.9
MAY	1986	1.7644	14676.9	525.3	994.2	1423.7	1126.6	853.1	1140.6	631.2
JUN	1986	1.8317	15997.7	656.8	1065.4	1579.9	1135.9	993.0	1234.8	702.0
JUL	1986	1.8583	19399.4	831.7	1274.6	1781.1	1364.6	1091.6	1423.9	848.7
AGO	1986	1.9225	22364.8	1064.7	1455.6	2053.7	1608.6	1305.9	1493.1	985.9
SEP	1986	1.9596	28628.8	1409.2	1668.5	2955.2	1928.4	1616.7	1613.1	135.0
OCT	1986	1.9958	35251.0	1663.1	2078.6	3878.9	2010.4	1850.6	1668.5	1689.8
NOV	1986	2.0366	41699.3	2287.2	2408.3	4520.9	2305.5	2235.7	1874.5	2062.4
DIC	1986	2.0575	47101.0	2626.6	2806.8	5214.1	2669.0	2317.2	2152.5	2369.8
EHE	1987	2.0434	60281.2	3309.6	3457.1	6801.9	3279.5	2727.0	2574.1	3250.0
FEB	1987	2.0976	79824.5	4875.8	4657.1	7804.6	4250.9	3360.6	3515.5	4717.3
MAR	1987	2.1369	98523.9	7364.9	5603.9	9705.1	5665.9	4172.6	3908.3	5498.3
ABR	1987	2.2086	123302.6	10929.3	6314.9	12652.5	6348.6	5147.3	4248.3	6658.7
MAY	1987	2.2500	143307.6	10757.0	7249.0	14621.8	7523.7	9657.1	4959.8	8048.2
JUN	1987	2.2673	161666.9	11476.6	8671.6	15750.9	8280.7	14243.1	6068.7	8950.6
JUL	1987	2.3345	226988.1	14608.9	11588.4	23866.2	11092.2	18080.8	6172.3	12806.3
AGO	1987	2.3388	287395.1	17511.1	13189.3	33441.3	13044.3	18556.5	10224.8	17099.9
SEP	1987	2.3518	343544.8	19928.9	15849.8	37437.6	15849.8	18717.2	16856.1	20553.3
OCT	1987	2.4100	200317.9	14167.1	11251.2	19834.5	10230.3	9898.0	1767.3	12197.2
NOV	1987	2.4365	113628.1	8167.4	8627.2	9580.6	8495.4	7909.2	3707.5	6659.9
DIC	1987	2.5917	105669.9	6973.5	7428.1	9218.1	8054.3	10972.6	3213.3	6065.8
EHE	1988	2.7682	139620.4	7900.1	9088.2	13226.6	9028.6	13526.0	4185.9	8222.3
FEB	1988	2.7973	200386.2	12336.3	11567.0	18010.9	12054.6	19599.5	5628.9	11956.5
MAR	1988	2.7583	174357.7	10823.1	11175.6	13459.3	11289.6	19142.9	4561.6	10866.1
ABR	1988	2.6144	154158.7	10046.6	10638.0	11510.6	10415.8	17590.0	3837.5	8853.8
MAY	1988	2.4782	188067.2	11895.2	12722.4	15648.2	10924.8	21502.9	3842.7	11033.7
JUN	1988	2.3581	186567.5	11680.7	12394.4	15131.0	11546.6	23802.3	3603.2	11317.5
JUL	1988	2.2179	188078.3	11764.5	13093.5	15581.1	11330.6	21473.5	3402.5	11527.9
AGO	1988	2.0692	196523.9	12313.9	13054.5	16749.6	11562.2	21899.7	3209.6	12580.6
SEP	1988	1.9524	197822.4	11576.7	13346.0	17340.5	11740.4	21741.3	2895.6	12778.9
OCT	1988	1.8159	229579.3	12011.5	13054.9	16184.9	12897.5	21975.6	2823.2	13369.5
NOV	1988	1.7050	229531.8	14013.3	14527.1	17629.7	13445.1	28721.6	3175.4	16735.3
DIC	1988	1.5166	211531.8	12171.3	13757.3	16590.4	13165.3	24872.8	2990.0	15931.6
EHE	1989	1.3456	210205.0	12810.6	13643.5	16567.4	12625.9	25499.6	3191.1	15493.5
FEB	1989	1.2589	206307.3	11651.4	13307.9	16269.2	15181.4	24246.1	3095.0	15493.5
MAR	1989	1.2105	232021.6	13913.2	14920.0	16681.3	15685.9	27693.2	3240.1	16678.7

CUADRO 2B (PERDIDAS O GANANCIAS NOMINALES DE CAPITAL)

MES	AÑO	Pi(12M)	GEN	EXT	TRA	CON	COM	CYT	SER	VAR
ENE	1985	1.6075	1.0991	0.6783	1.0656	0.8749	1.5011	2.2493	1.4645	1.4540
FEB	1985	1.5903	1.0422	0.5031	1.0419	0.8440	1.8235	0.9211	1.5227	1.1377
MAR	1985	1.5842	1.3121	0.7630	1.1739	1.1044	2.0474	0.9231	1.7822	1.5191
ABR	1985	1.5653	1.6698	0.9061	1.5028	1.6209	2.2562	0.8658	2.0139	1.7634
MAY	1985	1.5510	1.4005	0.7206	1.4217	1.4482	2.0124	0.7265	2.0516	1.3583
JUN	1985	1.5343	1.5628	0.8244	1.4889	1.4889	2.0409	0.8273	2.1620	1.4532
JUL	1985	1.5373	1.7259	0.8846	1.6041	2.0760	2.3300	0.8946	2.3406	1.4305
AGO	1985	1.5602	1.7357	0.9161	1.5999	2.1187	2.4877	0.9872	2.6627	1.2525
SEP	1985	1.5755	1.6687	0.9756	1.4829	2.0540	2.4877	1.0651	2.2441	1.1859
OCT	1985	1.5802	2.4041	1.6550	2.0750	3.3899	2.7838	1.1727	2.3399	1.6306
NOV	1985	1.5983	2.5791	1.6673	2.3648	3.2210	3.0094	1.0840	2.6078	1.8339
DIC	1985	1.6374	2.7727	1.5604	2.7207	3.9649	2.7097	1.2025	2.6451	1.8212
ENE	1986	1.6593	3.8287	2.7359	3.6245	6.1443	3.1978	1.3520	3.1739	2.3552
FEB	1986	1.6639	3.3671	2.3745	3.4835	4.8281	2.5533	1.3768	2.6862	2.4017
MAR	1986	1.6762	3.0432	2.0851	3.2539	4.3402	2.3349	1.2854	2.5228	2.2120
ABR	1986	1.7111	2.6570	1.9350	2.8690	3.4752	2.1354	1.3820	2.3836	1.9878
MAY	1986	1.7644	3.1930	2.4685	3.1472	4.6089	2.4793	1.5363	2.7320	2.4305
JUN	1986	1.8317	3.2268	3.0212	3.2511	3.9010	2.3201	1.6402	2.8121	2.6897
JUL	1986	1.8583	3.4044	3.7822	3.3639	3.9068	2.3597	1.7831	3.0206	3.0661
AGO	1986	1.9225	3.3168	4.0483	3.3922	3.7225	2.1091	1.7707	2.5770	3.2010
SEP	1986	1.9596	3.9294	5.1076	3.8427	4.5938	2.5191	2.1153	2.8025	4.2072
OCT	1986	1.9958	3.6685	3.8605	3.7574	4.4351	2.1838	2.4534	2.6547	3.5907
NOV	1986	2.0366	3.8495	5.5785	3.6606	5.1095	2.1795	3.1802	2.6446	3.7288
DIC	1986	2.0575	4.2065	7.8149	3.8784	5.0136	2.6499	3.2170	2.7984	4.5451
ENE	1987	2.0434	5.6414	7.2611	3.7625	4.7390	2.8768	3.2491	2.6909	5.1489
FEB	1987	2.0976	5.6414	11.9593	4.7987	5.9893	3.7129	3.8446	3.8962	6.9700
MAR	1987	2.1369	7.3645	17.2804	5.9803	7.9154	5.5592	5.0842	4.2362	8.5537
ABR	1987	2.2086	9.5532	27.6202	6.8314	11.0331	6.6318	6.0188	4.3856	11.7045
MAY	1987	2.2500	9.7642	20.4778	7.2913	10.2703	6.6782	11.3200	4.3484	12.7506
JUN	1987	2.2673	10.1056	17.4735	8.1393	9.9696	7.2900	14.3435	4.9147	12.7501
JUL	1987	2.3345	11.7008	17.5651	9.0918	13.3997	8.1285	16.5636	4.3348	15.0893
AGO	1987	2.3388	12.8503	16.4470	9.0611	16.2834	8.1091	14.2097	6.8480	17.3445
SEP	1987	2.3518	12.0000	14.0001	9.4994	12.6684	6.2260	11.5774	10.4495	14.8399
OCT	1987	2.4100	5.6741	8.5185	5.4129	5.1134	5.0887	5.3485	10.5941	7.2181
NOV	1987	2.4365	2.7249	3.5709	3.5823	2.1192	3.6848	3.5377	1.9779	3.2292
DIC	1987	2.5917	2.2435	2.6550	2.6465	1.7679	3.0177	4.7353	1.4928	2.5596
ENE	1988	2.7682	2.2162	2.3870	2.6289	1.9592	2.7530	4.9600	1.6262	2.5299
FEB	1988	2.7973	2.5128	2.5916	2.4837	2.3846	2.8358	5.8321	1.6012	2.5346
MAR	1988	2.7583	1.7701	1.4696	1.9943	1.3868	1.9926	4.5878	1.1672	1.9763
ABR	1988	2.6144	1.2605	0.9192	1.6846	0.8956	1.6406	3.4173	0.9033	1.3293
MAY	1988	2.4782	1.3123	1.1058	1.7551	1.0702	1.4521	2.2266	0.7748	1.3710
JUN	1988	2.3581	1.1540	1.0178	1.4293	0.9606	1.3944	1.6711	0.5937	1.2644
JUL	1988	2.2179	0.8286	0.8053	1.1299	0.6529	1.0215	1.1876	0.5513	0.9002
AGO	1988	2.0692	0.6858	0.7032	0.9898	0.5009	0.8864	1.1802	0.3139	0.7357
SEP	1988	1.9524	0.5758	0.5868	0.8420	0.4632	0.8578	1.1616	0.1718	0.6217
OCT	1988	1.8159	1.1478	0.8478	1.1603	0.8160	1.2607	2.2202	0.1597	1.0961
NOV	1988	1.7050	2.0200	1.7158	1.6239	1.8401	1.5826	5.6314	0.8565	2.5128
DIC	1988	1.5166	2.0018	1.7454	1.8521	1.7998	1.6346	2.2668	0.9305	2.6265
ENE	1989	1.3456	1.5055	1.6216	1.5012	1.1749	1.3984	1.8852	0.7623	1.8843
FEB	1989	1.2589	1.0385	0.9221	1.1505	0.8753	1.2594	1.2371	0.5498	1.2958
MAR	1989	1.2105	1.3304	1.2855	1.3351	1.2394	1.3894	1.4467	0.7103	1.5349

## Base de Datos

CUADRO 2C (PERDIDAS O GANANCIAS REALES DE CAPITAL)

HES	AÑO	PI(12M)	GEH	EXT	TRA	CON	CON	CYT	SER	VAR	FRV
ENE	1985	1.6075	-31.63	-57.80	-33.71	-45.57	-6.62	39.92	-8.89	-9.55	-7.66
FEB	1985	1.5903	-34.47	-68.37	-34.49	-46.93	14.66	-42.08	-4.26	-28.46	-3.62
MAR	1985	1.5842	-17.18	-51.84	-25.90	-30.29	29.23	-41.73	12.49	-4.11	-1.51
ABR	1985	1.5653	6.68	-42.11	-3.99	3.55	44.14	-44.69	28.66	12.66	1.34
MAY	1985	1.5510	-9.70	-53.54	-8.34	-6.63	29.75	-53.16	32.28	-12.43	-0.08
JUN	1985	1.5343	1.85	-46.27	-2.96	25.16	33.01	-46.08	40.91	-5.29	1.94
JUL	1985	1.5373	12.27	-42.46	4.35	35.04	51.56	-41.81	52.25	-6.95	7.61
AGO	1985	1.5602	11.25	-41.28	2.55	35.80	71.47	-36.73	70.67	-19.72	18.50
SEP	1985	1.5755	5.91	-38.08	-5.88	30.36	57.90	-32.40	42.43	-24.73	21.98
OCT	1985	1.5802	61.37	4.32	47.96	101.53	88.29	-32.17	63.16	3.19	51.32
NOV	1985	1.5983	69.33	4.71	66.15	142.14	65.48	-26.56	61.54	14.74	73.06
DIC	1985	1.6374	69.33	-4.71	66.15	142.14	65.48	-26.56	61.54	11.22	88.20
ENE	1986	1.6593	130.75	64.89	118.44	270.30	92.72	-18.52	91.28	40.74	141.07
FEB	1986	1.6639	102.36	42.71	109.36	190.17	53.45	-17.26	61.44	44.34	132.38
MAR	1986	1.6762	81.55	24.39	94.12	158.92	39.30	-23.32	50.51	31.96	114.77
ABR	1986	1.7111	55.28	13.08	67.67	103.10	24.80	-19.23	39.30	16.17	82.95
MAY	1986	1.7644	80.97	39.91	78.37	161.22	40.52	-12.93	54.84	37.75	85.05
JUN	1986	1.8317	76.17	64.94	77.50	112.97	26.66	-10.45	53.53	46.84	82.58
JUL	1986	1.8563	83.20	103.52	81.02	110.23	26.98	-4.05	62.54	64.99	76.69
AGO	1986	1.9225	72.52	110.57	76.45	93.63	9.71	-7.90	34.04	66.50	60.30
SEP	1986	1.9596	100.52	160.64	96.09	134.42	28.55	7.94	43.01	114.69	71.48
OCT	1986	1.9958	83.81	93.43	88.27	122.22	9.42	22.93	33.02	79.91	50.78
NOV	1986	2.0366	89.01	173.91	79.74	150.88	7.02	56.15	29.85	83.09	44.65
DIC	1986	2.0575	104.45	279.83	88.50	143.67	28.79	56.35	36.01	120.90	60.28
ENE	1987	2.0434	107.69	255.34	84.14	131.92	40.78	59.01	31.69	151.98	38.56
FEB	1987	2.0976	168.95	470.15	128.77	185.53	77.01	83.29	85.75	232.29	55.48
MAR	1987	2.1369	244.63	708.66	180.32	270.42	160.15	137.92	98.24	300.28	80.30
ABR	1987	2.2086	332.55	1150.59	209.31	399.56	200.27	172.52	98.57	429.96	140.87
MAY	1987	2.2500	333.96	810.12	224.06	356.46	196.81	403.11	93.26	466.69	203.23
JUN	1987	2.2673	345.71	670.67	258.98	339.71	221.53	532.62	116.76	462.35	263.25
JUL	1987	2.3345	401.22	652.43	289.46	473.99	248.20	609.52	85.69	546.37	272.68
AGO	1987	2.3388	449.44	603.22	287.42	596.23	246.72	507.57	192.80	641.60	334.23
SEP	1987	2.3518	410.26	495.30	303.93	438.68	164.74	392.29	344.33	531.02	341.43
OCT	1987	2.4100	135.44	253.47	124.60	112.18	111.15	121.93	339.59	199.51	224.00
NOV	1987	2.4365	11.84	46.56	47.03	-13.02	51.23	45.19	-18.82	32.53	111.74
DIC	1987	2.5917	-13.44	2.44	2.11	-31.79	16.44	82.71	-42.40	-1.24	52.02
ENE	1988	2.7682	-16.33	-13.77	-5.04	-29.22	-0.55	79.18	-41.26	-8.61	57.88
FEB	1988	2.7973	-10.17	-7.35	-11.21	-14.75	1.37	108.49	-42.76	-9.39	62.09
MAR	1988	2.7583	-35.83	-46.72	-27.70	-49.72	-27.76	66.33	-57.69	-28.35	42.72
ABR	1988	2.6144	-51.79	-64.84	-35.57	-65.74	-37.25	30.71	-65.45	-49.14	4.08
MAY	1988	2.4782	-47.04	-55.38	-29.18	-56.82	-41.41	-10.15	-68.74	-44.68	-6.28
JUN	1988	2.3561	-51.06	-56.84	-39.39	-59.26	-40.87	-29.13	-74.82	-46.38	-23.01
JUL	1988	2.2179	-62.64	-63.69	-45.06	-70.56	-53.94	-46.45	-78.14	-59.41	-33.14
AGO	1988	2.0692	-66.95	-66.01	-52.17	-75.79	-57.16	-62.96	-84.83	-64.44	-41.86
SEP	1988	1.9524	-70.51	-69.94	-56.87	-76.28	-56.07	-40.50	-91.20	-68.15	-51.85
OCT	1988	1.8159	-36.79	-53.31	-36.10	-55.06	-30.58	22.26	-91.20	-39.64	-35.51
NOV	1988	1.7050	18.48	0.63	-1.24	7.93	-7.18	112.99	-49.77	47.38	1.48
DIC	1988	1.5166	32.00	15.09	22.12	18.67	7.78	49.47	-38.64	73.18	0.86
ENE	1989	1.3456	11.88	20.51	11.56	-12.69	3.92	40.10	-43.35	40.03	2.42
FEB	1989	1.2589	-17.51	-26.76	-8.61	-30.47	0.04	-1.73	-56.32	2.93	-9.93
MAR	1989	1.2105	9.90	6.19	10.29	2.38	14.78	19.50	-41.32	26.80	3.73

**CUADRO 3**  
**PARAMETROS DE LAS TASAS DE RENDIMIENTO REAL**  
**MUESTRA COMPLETA (1985M1 - 1989M3)**

	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>VAR</b>	<b>DE</b>	<b>CY</b>
1	<b>BIB</b>	8.9	816.9	28.6	3.2
2	<b>D3</b>	5.1	238.1	15.4	3.0
3	<b>P1</b>	9.0	367.3	19.2	2.1
4	<b>P3</b>	5.4	248.4	15.8	2.9
5	<b>C1</b>	14.6	449.1	21.2	1.5
6	<b>C3</b>	11.7	396.0	19.9	1.7
7	<b>ACT</b>	21.1	614.1	24.8	1.2
8	<b>AB</b>	17.6	502.6	22.4	1.3
9	<b>PC</b>	18.5	522.6	22.9	1.2
10	<b>GEN</b>	73.0	17154.0	131.0	1.8
11	<b>EXT</b>	124.9	75107.7	274.1	2.2
12	<b>TRA</b>	57.3	8942.6	94.6	1.6
13	<b>CON</b>	94.2	24618.9	156.9	1.7
14	<b>COM</b>	46.1	5724.1	75.7	1.6
15	<b>CYT</b>	61.8	23848.9	154.4	2.5
16	<b>SER</b>	30.0	8039.2	89.7	3.0
17	<b>VAR</b>	87.1	30433.9	174.5	2.0
18	<b>FRV</b>	65.6	8352.4	91.4	1.4



Cuadro 4A.1

MATRIZ DE VARIANZA - COVARIANZA (MUESTRA COMPLETA 1985M1 - 1989M3)

	BIB	D3	P1	P3	C1	C3	ACT	AB	PC	GEN	EXT	TRA	COH	COM	CYT	SER	VAR	FRV
BIB	816.9	227.8	381.6	249.8	393.9	192.5	565.9	433.4	442.4	-842.2	-1362.3	-635.9	-1053.2	-656.6	-707.0	-668.9	-973.5	-683.9
D3	227.8	238.1	221.8	234.6	255.9	267.2	288.0	272.0	275.5	-750.8	-1455.9	-600.0	-814.1	-515.3	-772.3	-607.3	-973.7	-671.5
P1	381.6	221.8	367.3	228.4	388.2	257.9	403.8	405.6	414.8	-765.0	-1395.4	-590.2	-971.8	-519.1	-632.2	-567.6	-901.4	-628.9
P3	249.8	234.6	228.4	248.4	259.2	280.1	342.1	280.2	282.6	-794.4	-1546.1	-640.5	-889.4	-527.5	-689.1	-632.6	-997.1	-643.0
C1	393.9	255.9	388.2	259.2	409.1	306.2	490.7	460.0	470.0	-931.2	-1823.9	-695.5	-1143.5	-647.0	-866.4	-675.5	-1148.8	-759.2
C3	192.5	267.2	257.9	280.1	346.2	396.0	337.5	329.4	332.5	-976.1	-1772.4	-777.1	-1167.9	-645.0	-707.1	-827.5	-1160.6	-780.7
ACT	565.9	288.0	443.8	302.1	490.7	337.5	614.1	529.1	540.1	-1076.9	-1964.3	-807.9	-1340.0	-776.4	-865.4	-849.1	-1293.1	-841.3
AB	433.4	272.0	405.6	280.2	460.0	329.4	529.1	502.6	500.7	-1080.4	-2073.0	-806.4	-1334.9	-745.6	-946.8	-789.0	-1321.3	-850.5
PC	442.4	275.5	414.8	282.6	470.0	332.5	540.1	500.7	522.6	-1055.0	-2025.1	-779.7	-1289.1	-737.6	-958.3	-766.4	-1309.0	-832.9
GEN	-842.2	-750.8	-765.0	-794.4	-931.2	-976.1	-1076.9	-1080.4	-1055.0	17154.0	31606.4	11965.3	19680.8	9009.5	16784.9	8656.6	21845.9	10575.6
EXT	-1362.3	-1455.9	-1395.4	-1546.1	-1823.9	-1772.4	-1964.3	-2073.0	-2025.1	31606.4	75107.7	21906.3	35364.1	16988.8	31646.9	13712.0	42693.7	17246.3
TRA	-635.9	-600.0	-590.2	-640.5	-695.5	-777.1	-807.9	-806.4	-779.7	11965.3	21906.3	894.6	14114.1	6304.0	11518.3	6442.1	15206.5	7809.6
COH	-1053.2	-814.1	-971.8	-889.4	-1143.5	-1167.9	-1340.0	-1334.9	-1289.1	19680.8	35364.1	14114.1	24618.9	10551.8	18096.2	10264.4	24611.6	12460.0
COM	-656.6	-515.3	-519.1	-527.5	-647.0	-645.0	-776.4	-745.6	-737.6	9009.5	16988.8	6304.0	10551.8	5724.1	8981.7	5002.3	11597.5	5797.5
CYT	-707.0	-772.3	-632.2	-689.1	-866.4	-807.1	-865.4	-946.8	-958.3	16784.9	31646.9	11518.3	18096.2	8981.7	23848.9	6598.8	23993.9	11213.6
SER	-668.9	-607.3	-567.6	-632.6	-675.5	-827.5	-849.1	-789.0	-766.4	8656.6	13712.0	6442.1	10264.4	5002.3	6598.8	8039.2	10545.3	6515.0
VAR	-973.5	-973.7	-901.4	-997.1	-1148.8	-1160.6	-1293.1	-1321.3	-1309.0	21845.9	42693.7	15206.5	24611.6	11597.5	23993.9	10545.3	30433.9	13483.1
FRV	-683.9	-671.5	-628.9	-643.0	-759.2	-780.7	-841.3	-850.5	-832.9	10575.6	17246.3	7809.6	12460.0	5797.5	11213.6	6515.0	13483.1	8352.4

Cuadro 4A.2

MATRIZ DE CORRELACION (MUESTRA COMPLETA 1985M1 - 1989M3)

	BIB	D3	P1	P3	C1	C3	ACT	AB	PC	GEN	EXT	TRA	COH	COM	CYT	SER	VAR	FRV
BIB	1.0000	0.5269	0.7106	0.5657	0.6634	0.3453	0.7862	0.6899	0.6906	-0.2295	-0.1774	-0.2400	-0.2396	-0.3097	-0.1634	-0.2663	-0.1991	-0.2671
D3	0.5269	1.0000	0.7649	0.9839	0.7982	0.8876	0.7682	0.8020	0.7966	-0.3789	-0.3512	-0.4194	-0.3430	-0.4502	-0.3306	-0.4477	-0.3689	-0.4856
P1	0.7106	0.7649	1.0000	0.7714	0.9748	0.6896	0.9531	0.9629	0.9656	-0.3108	-0.2710	-0.3322	-0.3296	-0.3651	-0.2179	-0.3369	-0.2750	-0.3662
P3	0.5657	0.9839	0.7714	1.0000	0.7917	0.9111	0.7890	0.8089	0.8000	-0.3925	-0.3651	-0.4383	-0.3669	-0.4513	-0.2888	-0.4566	-0.3699	-0.4553
C1	0.6634	0.7982	0.9748	0.7917	1.0000	0.7406	0.9532	0.9877	0.9895	-0.3422	-0.3203	-0.3540	-0.3508	-0.4116	-0.2701	-0.3626	-0.3170	-0.3998
C3	0.3453	0.8876	0.6896	0.9111	0.7406	1.0000	0.6982	0.7531	0.7454	-0.3820	-0.3315	-0.4212	-0.3815	-0.4370	-0.2347	-0.4730	-0.3410	-0.4379
ACT	0.7862	0.7682	0.9531	0.7890	0.9532	0.6982	1.0000	0.9715	0.9725	-0.3384	-0.2950	-0.3516	-0.3515	-0.4224	-0.2307	-0.3898	-0.3051	-0.3789
AB	0.6899	0.8020	0.9629	0.8089	0.9877	0.7531	0.9715	1.0000	0.9964	-0.3753	-0.3442	-0.3880	-0.3871	-0.4484	-0.2789	-0.4004	-0.3446	-0.4234
PC	0.6906	0.7966	0.9656	0.8000	0.9895	0.7454	0.9725	0.9964	1.0000	-0.3594	-0.3297	-0.3679	-0.3666	-0.4350	-0.2769	-0.3814	-0.3348	-0.4066
GEN	-0.2295	-0.3789	-0.3108	-0.3925	-0.3422	-0.3820	-0.3384	-0.3753	-0.3594	1.0000	0.8982	0.9854	0.9768	0.9274	0.8464	0.7519	0.9752	0.9012
EXT	-0.1774	-0.3512	-0.2710	-0.3651	-0.3203	-0.3315	-0.2950	-0.3442	-0.3297	0.8982	1.0000	0.8622	0.8389	0.8357	0.7627	0.5692	0.9108	0.7023
TRA	-0.2400	-0.4194	-0.3322	-0.4383	-0.3540	-0.4212	-0.3516	-0.3880	-0.3679	0.9854	0.8622	1.0000	0.9703	0.8987	0.8045	0.7750	0.9402	0.9217
COH	-0.2396	-0.3430	-0.3296	-0.3669	-0.3508	-0.3815	-0.3515	-0.3871	-0.3666	0.9768	0.8389	0.9703	1.0000	0.9066	0.7618	0.7442	0.9171	0.8863
COM	-0.3097	-0.4502	-0.3651	-0.4513	-0.4116	-0.4370	-0.4224	-0.4484	-0.4350	0.9274	0.8357	0.8987	0.9066	1.0000	0.7841	0.7522	0.8963	0.8552
CYT	-0.1634	-0.3306	-0.2179	-0.2888	-0.2701	-0.2347	-0.2307	-0.2789	-0.2769	0.8464	0.7627	0.8045	0.7618	0.7841	1.0000	0.4861	0.9084	0.8104
SER	-0.2663	-0.4477	-0.3369	-0.4566	-0.3626	-0.4730	-0.3898	-0.4004	-0.3814	0.7519	0.5692	0.7750	0.7442	0.7522	0.4861	1.0000	0.6877	0.8110
VAR	-0.1991	-0.3689	-0.2750	-0.3699	-0.3170	-0.3410	-0.3051	-0.3446	-0.3348	0.9752	0.9108	0.9402	0.9171	0.8963	0.9084	0.6877	1.0000	0.8626
FRV	-0.2671	-0.4856	-0.3662	-0.4553	-0.3998	-0.4379	-0.3789	-0.4234	-0.4066	0.9012	0.7023	0.9217	0.8863	0.8552	0.8104	0.8110	0.8626	1.0000

Cuadro 4B.1

## MATRIZ DE VARIANZA - COVARIANZA (PRIMERA MUESTRA 1985M1 - 1987M2)

	BIB	D3	P1	P3	C1	C3	ACT	AB	PC	GEN	EXT	TRA	CON	COM	CYT	SER	VAR	FRV
BIB	216.3	80.3	210.1	78.4	238.3	90.5	238.0	240.4	244.9	31.1	74.8	42.6	-11.4	3.1	-93.2	42.5	57.7	-32.9
D3	80.3	89.2	96.8	86.5	114.4	96.6	102.1	117.8	113.6	-102.6	-248.8	-76.0	-155.3	-25.1	-145.9	-3.1	-85.3	-76.7
P1	210.1	96.8	241.5	96.9	255.1	114.8	250.4	257.0	257.7	-72.2	-127.8	-59.1	-160.4	-1.7	-149.1	25.1	-30.4	-127.1
P3	78.4	86.5	96.9	92.5	112.4	96.4	99.2	115.9	110.7	-150.0	-376.4	-122.2	-207.8	-14.4	-181.6	-5.4	-149.9	-96.0
C1	238.3	114.4	255.1	112.4	308.1	131.8	286.0	299.5	301.7	-18.3	-97.5	14.9	-77.8	-15.9	-161.6	52.7	-1.0	-60.4
C3	90.5	96.6	114.8	96.4	131.8	123.1	118.8	137.2	133.0	-110.2	-138.9	-93.9	-210.4	-40.8	-122.5	-11.0	-29.0	-145.8
ACT	238.0	102.1	250.4	99.2	286.0	118.8	297.9	290.8	294.5	56.3	64.0	77.6	38.5	-4.6	-112.6	66.3	62.6	-25.7
AB	240.4	117.8	257.0	115.9	299.5	137.2	290.8	319.4	309.4	-21.6	-106.2	13.7	-90.9	-25.1	-171.6	58.1	-8.1	-68.2
PC	244.9	113.6	257.7	110.7	301.7	133.0	294.5	309.4	327.4	11.3	-38.1	50.3	-38.0	-29.2	-152.6	62.9	23.7	-44.0
GEN	31.1	-102.6	-72.2	-150.0	-18.3	-110.2	56.3	-23.6	11.3	2783.9	5305.1	2509.2	3800.3	397.3	1184.1	770.6	2582.4	1663.7
EXT	74.8	-248.8	-127.8	-376.4	-97.5	-138.9	64.0	-106.2	-38.1	5305.1	16216.2	4536.6	5888.7	175.9	3991.4	934.4	7378.4	1615.2
TRA	42.6	-76.0	-59.1	-122.2	14.9	-93.9	77.6	13.7	50.3	2509.2	4536.6	2564.6	3676.5	253.8	998.8	700.6	2251.7	1759.3
CON	-11.4	-155.3	-160.4	-207.8	-77.8	-210.4	38.5	-90.9	-38.0	3800.3	5888.7	3676.5	6370.1	803.6	1218.1	1285.5	2830.9	2922.8
COM	3.1	-25.1	-1.7	-14.4	-15.9	-40.8	-4.6	-25.1	-29.2	397.3	175.9	253.8	803.6	677.1	-211.5	450.1	16.2	370.6
CYT	-93.2	-145.9	-149.1	-181.6	-161.6	-122.5	-112.6	-171.6	-152.6	1184.1	3991.4	998.8	1218.1	-211.5	1445.4	0.5	1889.1	215.6
SER	42.5	-3.1	25.1	-5.4	52.7	-11.0	66.3	58.1	62.9	770.6	934.4	700.6	1285.5	450.1	0.5	540.4	413.8	620.6
VAR	57.7	-85.3	-30.4	-149.9	-1.0	-29.0	62.6	-8.1	23.7	2582.4	4737.8	2251.7	2830.9	16.2	1889.1	413.8	3780.6	809.9
FRV	-32.9	-76.7	-127.1	-96.0	-60.4	-145.8	-25.7	-68.2	-44.0	1663.7	1615.2	1759.3	2922.8	370.6	215.6	620.6	809.9	1829.7

Cuadro 4B.2

## MATRIZ DE CORRELACION (PRIMERA MUESTRA 1985M1 - 1987M2)

	BIB	D3	P1	P3	C1	C3	ACT	AB	PC	GEN	EXT	TRA	CON	COM	CYT	SER	VAR	FRV
BIB	1.0000	0.6015	0.9359	0.5767	0.9601	0.5768	0.9752	0.9514	0.9572	0.0417	0.0415	0.0595	-0.0101	0.0086	-0.1734	0.1294	0.0664	-0.0544
D3	0.6015	1.0000	0.6858	0.9905	0.7175	0.9586	0.6515	0.7259	0.6910	-0.2141	-0.2151	-0.1652	-0.2143	-0.1060	-0.4226	-0.0145	-0.1527	-0.1974
P1	0.9359	0.6858	1.0000	0.6742	0.9724	0.6924	0.9707	0.9624	0.9531	-0.0915	-0.0671	-0.0761	-0.1344	-0.0043	-0.2624	0.0722	-0.0331	-0.1988
P3	0.5767	0.9905	0.6742	1.0000	0.6925	0.9389	0.6213	0.7009	0.6615	-0.3073	-0.3196	-0.2608	-0.2815	-0.0600	-0.5164	-0.0252	-0.2636	-0.2427
C1	0.9601	0.7175	0.9724	0.6925	1.0000	0.7040	0.9818	0.9929	0.9878	-0.0206	-0.0454	0.0174	-0.0578	-0.0363	-0.2518	0.1343	-0.0010	-0.0836
C3	0.5768	0.9586	0.6924	0.9389	0.7040	1.0000	0.6454	0.7197	0.6889	-0.1959	-0.1023	-0.1737	-0.2472	-0.1468	-0.3020	-0.0443	-0.0442	-0.3194
ACT	0.9752	0.6515	0.9707	0.6213	0.9818	0.6454	1.0000	0.9805	0.9807	0.0643	0.0303	0.0923	0.0291	-0.0107	-0.1785	0.1719	0.0614	-0.0362
AB	0.9514	0.7259	0.9624	0.7009	0.9929	0.7197	0.9805	1.0000	0.9950	-0.0260	-0.0485	0.0158	-0.0663	-0.0562	-0.2627	0.1455	-0.0077	-0.0928
PC	0.9572	0.6910	0.9531	0.6615	0.9878	0.6889	0.9807	0.9950	1.0000	0.0123	-0.0172	0.0571	-0.0274	-0.0646	-0.2307	0.1555	0.0221	-0.0591
GEN	0.0417	-0.2141	-0.0915	-0.3073	-0.0206	-0.1959	0.0643	-0.0260	0.0123	1.0000	0.8212	0.8212	0.9767	0.9385	0.3010	0.6139	0.6534	0.8279
EXT	0.0415	-0.2151	-0.0671	-0.3196	-0.0454	-0.1023	0.0303	-0.0485	-0.0172	0.8212	1.0000	0.7316	0.6026	0.0552	0.8574	0.3283	0.9800	0.3084
TRA	0.0595	-0.1652	-0.0781	-0.2608	0.0174	-0.1737	0.0923	0.0158	0.0571	0.9767	0.7316	1.0000	0.9460	0.2003	0.5395	0.6189	0.7521	0.8446
CON	-0.0101	-0.2143	-0.1344	-0.2815	-0.0578	-0.2472	0.0291	-0.0663	-0.0274	0.9385	0.6026	0.9460	1.0000	0.4024	0.4175	0.7206	0.5996	0.8903
COM	0.0086	-0.1060	-0.0043	-0.0600	-0.0363	-0.1468	-0.0107	-0.0562	-0.0646	0.6139	0.0552	0.2003	0.4024	1.0000	-0.2224	0.7739	0.9106	0.3463
CYT	-0.1734	-0.4226	-0.2624	-0.5164	-0.2518	-0.3020	-0.1785	-0.2627	-0.2307	0.3010	0.8574	0.5395	0.4175	-0.2224	1.0000	0.0006	0.8405	0.1379
SER	0.1294	-0.0145	0.0722	-0.0252	0.1343	-0.0443	0.1719	0.1455	0.1555	0.6534	0.3283	0.6189	0.7206	0.7739	0.0006	1.0000	0.3011	0.6491
VAR	0.0664	-0.1527	-0.0331	-0.2636	-0.0010	-0.0442	0.0614	-0.0077	0.0221	0.8279	0.9800	0.7521	0.5996	0.0106	0.8405	0.3011	1.0000	0.3203
FRV	-0.0544	-0.1974	-0.1988	-0.2427	-0.0836	-0.3194	-0.0362	-0.0928	-0.0591	0.7666	0.3084	0.8446	0.8903	0.3463	0.1379	0.6491	0.3203	1.0000

Cuadro 4c.1

MATRIZ DE VARIANZA - COVARIANZA (SEGUNDA MUESTRA 1987M2 - 1989M3)

	BIB	D3	P1	P3	C1	C3	ACT	AB	PC	GEN	EXT	TRA	CON	COM	CYT	SER	VAR	FRV
BIB	1374.7	374.5	511.7	407.5	513.5	266.4	790.6	581.6	598.9	-1852.3	-3436.9	-1368.3	-2079.2	-1345.4	-1931.8	-1238.0	-2414.5	-1431.3
D3	374.5	386.3	343.8	375.8	392.3	432.5	471.7	422.2	432.3	-1355.0	-2536.8	-1098.7	-1453.1	-980.9	-1251.0	-1220.4	-1762.2	-1215.2
P1	511.7	343.8	475.1	349.1	493.0	377.9	593.0	520.8	540.7	-1547.2	-3089.5	-1156.0	-1769.9	-1054.7	-1510.1	-1066.9	-2045.4	-1185.9
P3	407.5	375.8	349.1	406.1	395.2	452.6	490.5	432.7	442.6	-1453.3	-2826.5	-1162.8	-1565.7	-1034.8	-1241.9	-1239.5	-1893.7	-1174.9
C1	513.5	392.3	493.0	395.2	459.0	439.0	655.8	589.6	608.7	-1909.9	-3867.5	-1430.6	-2192.3	-1285.9	-1867.6	-1327.0	-2504.1	-1469.9
C3	266.4	432.5	377.9	452.6	459.0	559.0	522.8	495.9	508.0	-1908.9	-3754.4	-1483.9	-2110.6	-1258.0	-1892.8	-1563.6	-2502.7	-1446.1
ACT	790.6	471.7	593.0	490.5	655.8	522.8	886.0	719.3	741.2	-2358.8	-4684.0	-1754.7	-2707.5	-1579.4	-2245.1	-1621.0	-3083.3	-1749.1
AB	581.6	422.2	520.8	432.7	589.6	495.9	719.3	667.3	657.4	-2233.6	-4511.8	-1665.6	-2565.3	-1481.8	-2127.8	-1538.6	-2923.4	-1681.8
PC	598.9	432.3	540.7	442.6	608.7	508.0	741.2	657.4	704.2	-2196.1	-4396.7	-1637.8	-2520.9	-1454.7	-2103.2	-1507.9	-2877.5	-1659.6
GEN	-1852.3	-1355.0	-1547.2	-1453.3	-1909.9	-1908.9	-2358.8	-2233.6	-2196.1	31174.9	55153.9	20905.3	35040.8	17167.6	29217.3	16891.1	38981.3	18543.1
EXT	-3436.9	-2536.8	-3089.5	-2826.5	-3887.5	-3754.4	-4684.0	-4511.8	-4396.7	55153.9	126845	38080.5	64284.4	32655.1	47754.9	28645.1	70858.7	30038.0
TRA	-1368.3	-1098.7	-1156.0	-1162.8	-1430.6	-1483.9	-1754.7	-1665.6	-1637.8	20905.3	38080.5	15370.2	24211.7	12094.0	20455.8	12306.7	27132.9	13301.6
CON	-2079.2	-1453.1	-1769.9	-1565.7	-2192.3	-2110.6	-2707.5	-2565.3	-2520.9	35040.8	64284.4	24211.7	43181.6	19970.3	33993.4	19106.6	45695.7	21414.0
COM	-1345.4	-980.9	-1054.7	-1034.8	-1285.9	-1258.0	-1579.4	-1481.8	-1454.7	17167.6	32655.1	12094.0	19970.3	10735.2	17019.5	9581.0	22319.4	10828.8
CYT	-1931.8	-1251.0	-1510.1	-1241.9	-1867.6	-1592.8	-2245.1	-2127.8	-2103.2	29217.3	47754.9	20455.8	33993.4	17019.5	35997.5	14814.4	38392.4	19865.2
SER	-1238.0	-1220.4	-1066.9	-1239.5	-1327.0	-1563.6	-1621.0	-1538.6	-1507.9	16891.1	28645.1	12306.7	19106.6	9581.0	14814.4	15309.4	21849.4	12489.3
VAR	-2414.5	-1765.2	-2042.4	-1893.7	-2504.1	-2502.7	-3083.3	-2923.4	-2877.5	38981.3	70858.7	27132.9	45695.7	22319.4	38392.4	21849.4	52909.0	24252.6
FRV	-1431.3	-1215.2	-1185.9	-1174.9	-1489.9	-1446.1	-1749.1	-1681.8	-1659.6	18543.1	30038.0	13301.6	21414.0	10828.8	19865.2	12489.3	24252.6	14496.9

Cuadro 4c.2

MATRIZ DE CORRELACION (SEGUNDA MUESTRA 1987M2 - 1989M3)

	BIB	D3	P1	P3	C1	C3	ACT	AB	PC	GEN	EXT	TRA	CON	COM	CYT	SER	VAR	FRV
BIB	1.0000	0.5344	0.6584	0.5672	0.5982	0.2910	0.7450	0.6316	0.6330	-0.2943	-0.2707	-0.3096	-0.2807	-0.3642	-0.2857	-0.2806	-0.2944	-0.3334
D3	0.5344	1.0000	0.8347	0.8866	0.8623	0.8914	0.8385	0.8649	0.8620	-0.4061	-0.3769	-0.4689	-0.3700	-0.5009	-0.3490	-0.5219	-0.4061	-0.5340
P1	0.6584	0.8347	1.0000	0.8266	0.9770	0.7024	0.9506	0.9619	0.9722	-0.4181	-0.4139	-0.4469	-0.4857	-0.3798	-0.4714	-0.4236	-0.4699	-0.4699
P3	0.5672	0.8866	0.8266	1.0000	0.8470	0.9098	0.8504	0.8645	0.8607	-0.4248	-0.4096	-0.4840	-0.3888	-0.5134	-0.3379	-0.5170	-0.4249	-0.5036
C1	0.5982	0.8623	0.9770	0.8470	1.0000	0.7724	0.9517	0.9859	0.9909	-0.4673	-0.4715	-0.4985	-0.4557	-0.5361	-0.4253	-0.4633	-0.4703	-0.5344
C3	0.2910	0.8914	0.7024	0.9098	0.7724	1.0000	0.7115	0.7777	0.7755	-0.4380	-0.4271	-0.4849	-0.4115	-0.4919	-0.3402	-0.5119	-0.4408	-0.4866
ACT	0.7450	0.8385	0.9506	0.8504	0.9517	0.7115	1.0000	0.9728	0.9759	-0.4668	-0.4595	-0.4945	-0.4552	-0.5326	-0.4136	-0.4577	-0.4684	-0.5076
AB	0.6316	0.8649	0.9619	0.8645	0.9859	0.7777	0.9728	1.0000	0.9974	-0.5093	-0.5100	-0.5409	-0.4970	-0.5758	-0.4516	-0.5006	-0.5117	-0.5623
PC	0.6330	0.8620	0.9722	0.8607	0.9909	0.7355	0.9759	0.9974	1.0000	-0.4875	-0.4838	-0.5177	-0.4754	-0.5503	-0.4346	-0.4776	-0.4903	-0.5402
GEN	-0.2943	-0.4061	-0.4181	-0.4248	-0.4673	-0.4380	-0.4668	-0.5093	-0.4875	1.0000	0.9122	0.9932	0.9932	0.9760	0.9073	0.8041	0.9982	0.9071
EXT	-0.2707	-0.3769	-0.4139	-0.4096	-0.4715	-0.4271	-0.4595	-0.5100	-0.4838	0.9122	1.0000	0.8969	0.9033	0.9203	0.7352	0.6760	0.8995	0.7285
TRA	-0.3096	-0.4689	-0.4439	-0.4439	-0.4840	-0.4985	-0.4849	-0.4945	-0.5409	-0.5177	0.9932	0.8969	1.0000	0.9774	0.9792	0.9047	0.8344	0.9895
CON	-0.2807	-0.3700	-0.4064	-0.3888	-0.4557	-0.4115	-0.4552	-0.4970	-0.4754	0.9932	0.9033	0.9774	1.0000	0.9646	0.8969	0.7728	0.9942	0.8901
COM	-0.3642	-0.5009	-0.4857	-0.5154	-0.5361	-0.4919	-0.5326	-0.5758	-0.5503	0.9760	0.9203	0.9792	0.9646	1.0000	0.9007	0.7773	0.9740	0.9028
CYT	-0.2857	-0.3490	-0.3798	-0.3379	-0.4253	-0.3402	-0.4136	-0.4516	-0.4346	0.9073	0.7352	0.9047	0.8969	0.9007	1.0000	0.6565	0.9152	0.9046
SER	-0.2806	-0.5219	-0.4114	-0.5170	-0.4633	-0.5119	-0.4577	-0.5006	-0.4776	0.8041	0.6760	0.8344	0.7728	0.7773	0.6565	1.0000	0.7984	0.8719
VAR	-0.2944	-0.4061	-0.4236	-0.4249	-0.4703	-0.4408	-0.4684	-0.5117	-0.4903	0.9982	0.8995	0.9895	0.9542	0.9740	0.9152	0.7984	1.0000	0.9107
FRV	-0.3334	-0.5340	-0.4699	-0.5036	-0.5345	-0.4866	-0.5076	-0.5623	-0.5402	0.9071	0.7285	0.9267	0.8901	0.9028	0.9046	0.8719	0.9107	1.0000

## PRUEBAS DE NORMALIDAD

CUADRO 5a  
PRUEBAS DE NORMALIDAD  
INSTRUMENTOS DEL MERCADO DE DINERO

INSTRUMENTO	RESULTADO	Zr	Zr(c)
BIB	Se acepta Ho.	-2.38	-1.19
D3	Se rechaza Ho.	-5.20	-2.60
P1	Se acepta Ho.	-2.92	-1.46
P3	Se rechaza Ho.	-5.23	-2.61
C1	Se rechaza Ho.	-4.04	-2.02
C3	Se rechaza Ho.	-5.23	-2.61
ACT	Se acepta Ho.	-3.52	-1.76
AB	Se rechaza Ho.	-4.07	-2.04
PC	Se rechaza Ho.	-4.07	-2.04

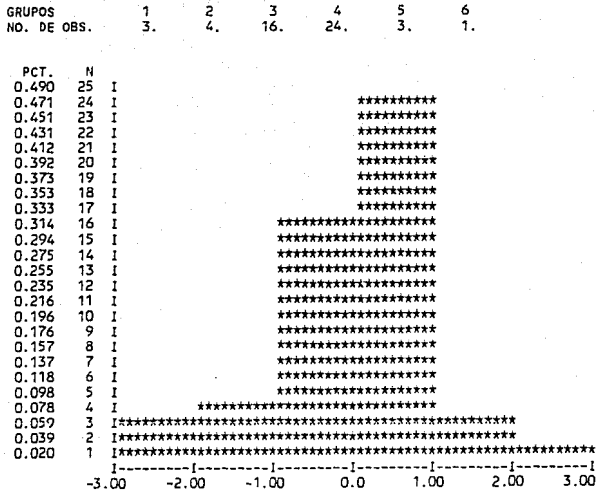
CUADRO 5b  
PRUEBAS DE NORMALIDAD  
FONDOS COMUNES GENERADOS  
EN LA FRONTERA LIBRE

FONDO COMUN No.	RESULTADO	Zr	Zr(c)
1	Se acepta Ho.	-2.84	-1.42
2	Se acepta Ho.	-2.89	-1.45
3	Se acepta Ho.	-2.89	-1.44
4	Se acepta Ho.	-2.84	-1.42
5	Se acepta Ho.	-2.93	-1.46
6	Se acepta Ho.	-3.52	-1.76
7	Se acepta Ho.	-2.97	-1.48
8	Se acepta Ho.	-2.40	-1.20
9	Se acepta Ho.	-1.79	
10	Se acepta Ho.	-3.46	-1.73
11	Se rechaza Ho.	-4.33	-2.16

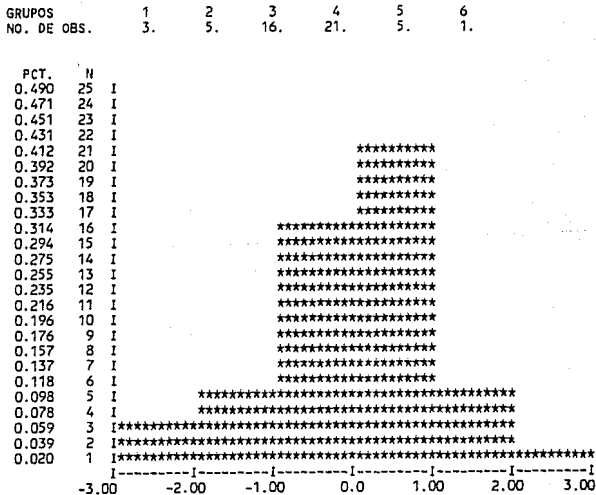
CUADRO 5c  
PRUEBAS DE NORMALIDAD  
FONDOS COMUNES GENERADOS  
EN LA FRONTERA RESTRINGIDA  
REGIMEN DE 1987

FONDO COMUN No.	RESULTADO	Zr	Zr(c)
1	Se acepta Ho.	-2.89	-1.45
2	Se acepta Ho.	-2.89	-1.45
3	Se acepta Ho.	-2.83	-1.41
4	Se acepta Ho.	-3.47	-1.73
5	Se acepta Ho.	-3.47	-1.73
6	Se acepta Ho.	-3.52	-1.76
7	Se acepta Ho.	-3.53	-1.77
8	Se acepta Ho.	-3.22	-1.61
9	Se acepta Ho.	-2.93	-1.46
10	Se rechaza Ho.	-3.95	-1.98
11	Se rechaza Ho.	-4.43	-2.21

HISTOGRAMA - FONDO COMUN 1

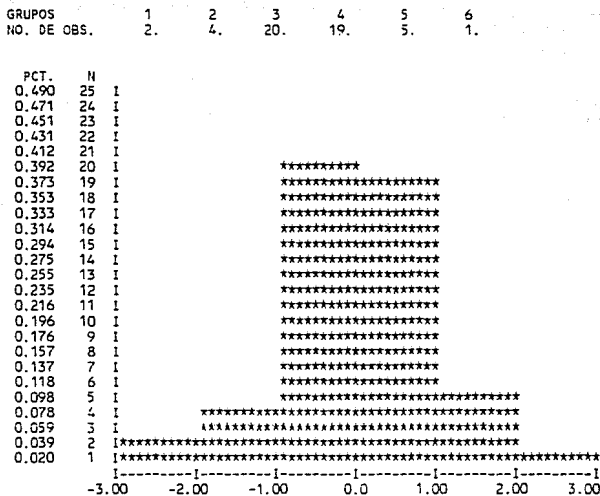


HISTOGRAMA - FONDO COMUN 2

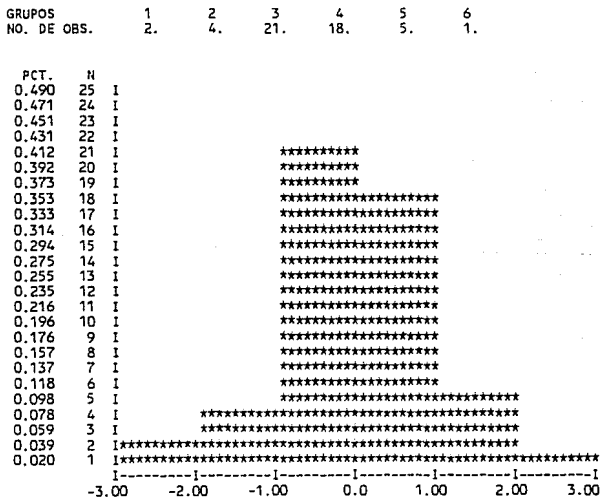




HISTOGRAMA - FONDO COMUN 5



HISTOGRAMA - FONDO COMUN 6





## BIBLIOGRAFIA

---

- Allen, R. " Cross Sectional Estimates of Cost Economies in Stock Property - Liability Companies ", Review of Economics and Statistics. 1974.
- Beard, R., Pentikainen, T., and Pesonen, E., Risk Theory. Methuen & Co., Ltd. 1969.
- Bailey, E. and Friedlaender, A. " Market Structure and Multiproduct Industries ", Journal of Economic Literature. Septiembre de 1982.
- Bronson, R. Investigación de Operaciones. Series Schaum, 1985.
- de Alba, E. " A Bayes Empirical Procedure for Detecting Shifts in the Risk Structure of a Portfolio", ITAM. Mimeo, 1988.
- de Alba, E., Rendón, J., y Rosas, N., " Margen de Solvencia: Investigación sobre la Modernización de la Industria Aseguradora Mexicana ", Centro de Investigación y Docencia Económica, A.C.. Mayo de 1990.
- Doherty, N. " A Portfolio Theory of Insurance Capacity ", Journal of Risk and Insurance. Septiembre de 1980.
- \_\_\_\_\_ . " The Measurement of Output and Economies of Scale in Property - Liability Insurance ", Journal of Risk and Insurance. Septiembre de 1981.
- \_\_\_\_\_ . " Portfolio Efficient Insurance Buying Strategies ", Journal of Risk and Insurance. Junio de 1984.
- Ecker, J. and Kupferschmid, M. Introduction to Operations Research. Wiley, 1989.
- Feldstein, M. "Mean Variance in the Theory of Portfolio Selection ", Review of Economics Studies. Enero de 1969.
- Gallais - Hammon, G. " A Markowitz Approach to Regulation: The Case of French Open Mutual Funds ", Doctoral Workshop, Graduate School of Business. Chicago University, 1985.
- Hammond, E. and Kay, J., " Insurance Regulation in the United Kingdom and the Federal Republic of Germany ", Mimeo. 1985.
- Hammond, J., Melander, E., and Shilling, N., " Economies of Scale In the Property - Liability Insurance Industry ", Journal of Risk and Insurance. Junio de 1971.
- Hammond, J. and Shilling, N., "Some Relationships of Portfolio Theory to the Regulation of Insurance Capacity ", Journal of Risk and Insurance. Septiembre de 1978.
- Harrington, S. " The Impact of Rate Regulation on Prices and Underwriting Results in the Property - Liability Insurance Industry ", Journal of Risk and Insurance. Diciembre de 1984.
- Hofflander, A. and Markle, J., "A Quadratic Programming Model of the Non - Life Insurer ", Journal of Risk and Insurance. Marzo de 1976.

- James, J. " Portfolio Selection with an Imperfectly Competitive Asset Market ", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. Diciembre de 1976.
- Joskow, P. " Cartels, Competition and Regulation in the Property - Liability Insurance Industry ", *Bell Journal of Economics and Management Science*. 1973.
- Judge, G., Hill, C., Griffiths, E., Lütkepohl, H., and Lee, T., *The Theory and Practice of Econometrics*. Wiley, Second ed., 1985.
- Kahane, Y. and Nye, D., " A Portfolio Approach to the Property - Liability Insurance Industry ", *Journal of Risk and Insurance*. Diciembre de 1975.
- Koehn, M. *Bankruptcy Risk in Financial Depository Intermediaries*. Lexington Books, 1979.
- Levy, H. and Sarnat, M. *Portfolio and Investment Selection: Theory and Practice*. Second ed., 1984.
- Loubergé, H. " A Portfolio Model of International Reinsurance Operations ", *Journal of Risk and Insurance*. Marzo de 1983.
- Markowitz, H. *Portfolio Selection*. Wiley, 1959.
- Márquez, J. "Determinación de Estrategias Robustas de Inversión ", Mimeo, 1989. Presentado en el Seminario: "El Enfoque Sistémico en la Resolución de Problemas Financieros Complejos". Abril de 1989.
- Merton, R. " An Analytic Derivation of the Efficient Portfolio Frontier ", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. Septiembre de 1972.
- Nielson, N. " Capacity of the Property - Casualty Insurance Industry " en *US. Property and Casualty Insurance Industry to the Year 2000*. University of Southern California and Insurance Risk Management Institute, eds. 1988.
- Roberts, B. and Shultz, D., *Modern Mathematics and Economic Analysis*. Norton, 1979.
- Samuelson, P. *Foundations of Economic Analysis*. Harvard University Press. Enlarged ed., 1983.
- Schwartzman, A. " Propuesta de Modificaciones a la Ley de Seguros y Fianzas ", Mimeo, 1987.
- Siegel, S. *Nonparametric Statistics*. Mc Graw Hill, 1956.
- Skogh, G. " Returns to Scale in the Swedish Property - Liability Insurance Industry ", *Journal of Risk and Insurance*. Junio de 1982.
- Stiglitz, J. " Portfolio Separation Theorems ", en *Mathematical Methods in Investment and Finance*. Szego, G. and Shell, K., eds. North Holland, 1972.
- Takayama, A. *Mathematical Economics*. Cambridge University Press, Second ed., 1987.

Tobin, J. " Liquidity Preference as a Behavior Towards Risk ", Review Of Economic Studies. Febrero de 1958.

\_\_\_\_\_ " The Theory of Portfolio Selection ", en The Theory of Interest Rates. Hahn, F. and Brechling, F., eds. Macmillan, 1965.

Venezian, E. " Efficiency and Equity in Insurance ", Journal of Risk and Insurance. Junio de 1984.

Wolfe, P. " The Simplex Method for Quadratic Programming ", Econometrica. Julio de 1959.