

Departamento de
Economía Financiera y Contabilidad

TESIS DOCTORAL

Gestión de activos y pasivos en las carteras de vida

Dª. Inmaculada Domínguez Fabián

Edita: Universidad de Extremadura
Servicio de Publicaciones
c/ Pizarro, 8
Cáceres 10071
Correo e.: publicac@unex.es
http://www.pcid.es/public.htm

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN..... 1

1. Descripción del Problema..... 5
2. Modelando la incertidumbre a través de la Generación de Escenarios..... 7
3. Aplicación de la optimización a la Gestión de Activos y Pasivos..... 9
4. Estructura de la Tesis..... 10

PARTE PRIMERA. GENERACIÓN DE ESCENARIOS.

Capítulo 1. Introducción a la Generación de Escenarios aplicada a la Gestión de Activos y Pasivos...... 15

1.1. Objetivos..... 17
1.2. Modelos de Generación de Escenarios..... 19
1.3. Estructura de la Generación de Escenarios..... 26
1.4. Soporte informático..... 27

Capítulo 2. Factores y rendimientos que componen los Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones...... 29

2.1. Introducción..... 31
2.2. Tipos de interés del mercado interbancario..... 39
2.3. Rentabilidad de la Renta Fija..... 42
2.4. Rentabilidad de la Renta Variable..... 50
2.5. Tipos de interés de los Créditos Hipotecarios..... 58
2.6. Índice de Precios al Consumo..... 67

Capítulo 3. Análisis histórico de los factores y rendimientos que componen los Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones...... 75

3.1. Introducción..... 77
3.2. Análisis de los estadísticos más representativos..... 80
3.3. Normalidad de los parámetros..... 81

3.4. Análisis de autocorrelación..... 85
3.5. Análisis de estacionariedad..... 88
3.6. Análisis de correlación entre los parámetros..... 97
3.7. Determinación de la longitud óptima del retardo..... 102
3.8. Análisis de causalidad..... 106
3.9. Estimación del Vector Autorregresivo.(VAR) 112
3.10. Análisis de cointegración..... 126
3.11. Estimación del Vector de Corrección de Errores. (VECM)..... 141
3.12. Selección del modelo de estimación..... 146

Capítulo 4. Predicción y análisis del riego a través de la generación de escenarios...... 149
4.1. Introducción..... 151
4.2. Factorización de Cholesky..... 157
4.3. Simulación de Montecarlo..... 161
4.4. Predicción..... 163
4.4. Escenarios creados mediante agrupación de valores simulados..... 170

Capítulo 5. Análisis del riesgo mediante asignación de Activos...... 179
5.1. Introducción..... 181
5.2. Activos y Pasivos del Fondo de Pensiones. Aplicación práctica..... 184
5.2.1. Cálculo de las aportaciones y prestaciones del Plan de Pensiones. 188
5.2.1.1. Hipótesis y supuestos de valoración actuarial..... 188
5.2.1.2. Determinación del Valor Actual Actuarial de los salarios..... 193
5.2.1.3. Determinación del Valor Actual Actuarial de las Obligaciones..... 194
5.2.1.4. Cálculo de la aportación..... 195
5.2.2. Asignación de Activos..... 197
5.2.3. Cálculo del Fondo..... 201
5.3. Análisis del riesgo..... 205

Capítulo 6. Pasado, presente y futuro de la Gestión de Activos y Pasivos en España. 219
6.1. Introducción 221
6.2. Metodología 222
6.3. Objetivos y resultados 224

PARTE SEGUNDA. GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS. 239

Capítulo 7. Introducción. 241
7.1. Objetivos 243
7.2. Modelos de Selección aplicados a la Gestión de Activos y Pasivos 245
7.2.1. Modelos Anticipativos 246
7.2.1.1.Modelos de Media Varianza 246
7.2.1.2.Modelos de restricciones aleatorias 248
7.2.2. Modelos Recursivos 250
7.2.2.1. Modelo desarollado por Mulvey (1994) 251
7.2.2.2. Modelos RYK (1994) 252
7.2.3. Modelos de Optimización Robusta 255
7.3. Métodos de Gestión de Activos y Pasivos 264
7.3.1 Método de Armonización del Flujo de Caja 271
7.3.2. Método de Inmunización por Duraciones 275
7.3.3. Método de Máximo Rendimiento 278

Capítulo 8. Variables y parámetros para un Modelo de Optimización Robusta aplicado a la Gestión de Activos y Pasivos. 281
8.1. Introducción 283
8.2. Variables del Modelo de Optimización Robusta aplicado a la Gestión de Activos y Pasivos 285
8.2.1. Tesorería, Depósitos 285
8.2.3. Renta Fija 285
8.2.3. Renta Variable 287
8.2.4. Obligaciones 289

8.3. Parámetros del Modelo de Optimización Robusta aplicado a la Gestión de Activos y Pasivos..... 290
8.3.1. Rendimientos..... 300
8.3.2. Precios..... 302
8.3.3. Duración y Convexidad..... 310

Capítulo 9. Modelos de Optimización Robusta Multiperiódica aplicados a la Gestión de Activos y Pasivos para el caso español...... 313
9.1. Introducción..... 315
9.2. Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado a la Armonización del Flujo de Caja..... 316
9.2.1. Función Objetivo..... 320
9.2.2. Restricciones..... 321
9.3.2.1. Restricciones presupuestarias..... 321
9.2.2.2. Restricciones legales..... 327
9.2.2.2.1. Restricciones legales basadas en la Ley 8/1987 y el Real Decreto 1307/1988..... 327
9.2.2.2.2. Restricciones legales en función de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998..... 330
9.2.2.3. Restricciones técnicas..... 333
9.2.3. Resolución del Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado a la Armonización del Flujo de Caja..... 334
9.2.4. Cálculo del tipo de interés de valoración actuarial..... 343
9.3. Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado a la Inmunización por Duración..... 347
9.3.1. Función Objetivo..... 352
9.3.2. Restricciones..... 354
9.3.2.1. Restricciones presupuestarias..... 354
9.3.2.2. Restricciones legales..... 360
9.3.2.2.1. Restricciones legales basadas en la Ley 8/1987 y el Real Decreto 1307/1988..... 360
9.3.2.2.2. Restricciones legales en función de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998..... 363

9.3.2.3. Restricciones técnicas..... 378
9.3.3. Resolución del Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado a la Inmunización por Duración..... 379
9.3.4. Cálculo del tipo de interés de valoración actuarial..... 394
9.4. Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado al Método de Máximo Rendimiento..... 404
9.4.1. Función Objetivo..... 407
9.4.2. Restricciones..... 409
9.4.2.1. Restricciones presupuestarias..... 409
9.4.2.2. Restricciones legales..... 411
9.4.2.2.1. Restricciones legales basadas en la Ley 8/1987 y el Real Decreto 1307/1988..... 411
9.4.2.3. Restricciones de cobertura de pensiones..... 414
9.4.2.4. Restricciones técnicas..... 416
9.4.3. Resolución del Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado al Método de Máximo Rendimiento..... 417

CONCLUSIONES...... 427
1. Modelo de Generación de Escenarios para la Gestión de Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones..... 431
2. Modelo de Selección para la Gestión de Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones..... 434
3. Consideraciones finales y líneas de investigación futuras..... 438

BIBLIOGRAFÍA..... 439
- Bibliografía Parte Primera..... 441
- Bibliografía Parte Segunda..... 451
- Legislación..... 459

ANEXOS..... 461
Anexo I. Planes y Fondos de Pensiones..... 463
Anexo II. Serie de datos..... 473
Anexo III. Valores del VECM para abril del 2000 bajo cada escenario “s”..... 477

Anexo IV. Valores del VECM para mayo del 2000 bajo cada escenario ”s”..... 481
Anexo V. Valores mensuales del VECM para abril del 2000 bajo cada escenario ”s” 499
Anexo VI. Valores mensuales del VECM para mayo del 2000 bajo cada escenario “s”..... 503
Anexo VII. Valores del Fondo generado al inicio de abril del 2000, para la estrategia “e” bajo cada escenario “s”..... 521
Anexo VIII. Encuesta realizada a las Gestoras de los Fondos de Pensiones..... 539

INTRODUCCIÓN

1. **Descripción del Problema**
2. **Modelando la incertidumbre a través de la Generación de Escenarios**
3. **Aplicación de la optimización a la Gestión de Activos y Pasivos**
4. **Estructura de la tesis**

MENÚ SALIR

En esta tesis se realiza un análisis de la Gestión de Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones, cuando los factores y rendimientos que influyen en ambas partidas presentan un comportamiento incierto y el horizonte temporal es multiperiódico.

La Sociedad de Actuarios Americana (SOA) ofrece la siguiente definición del término Gestión de Activos y Pasivos, que en la nomenclatura anglosajona es conocido como Asset-Liability Management (ALM):

“ Se entiende por ALM la práctica de gestión de un negocio de manera tal que las decisiones relativas a los Activos y Pasivos estén coordinadas. Puede definirse como el proceso continuo de formular, poner en práctica, supervisar y revisar las estrategias relacionadas con los Activos y Pasivos, con el fin de alcanzar los objetivos financieros fijados para un conjunto dado de tolerancias y restricciones de riesgo. ALM es de importancia vital para la sólida gestión financiera de toda institución que realiza inversiones para hacer frente a sus compromisos”

No obstante la Gestión de Activos y Pasivos carece de estandarización y nuestro principal objetivo, con la realización de esta tesis es obtener una metodología para llevar a cabo dicha Gestión, teniendo en cuenta los requerimientos legales y las condiciones del mercado español.

ALM es aplicable tanto a Seguros de Vida como a Fondos de Pensiones. Aún cuando la normativa española regula la Gestión destinada a carteras aseguradas, en esta tesis se trabaja sobre la coordinación de Activos y Pasivos para un Fondo de Pensiones. Esto se debe tanto a que el Fondo puede estar asegurado en su totalidad, como al comportamiento de la historia legislativa española, la cual ha desarrollado de forma similar, aunque posterior, la normativa relativa a los Fondos de Pensiones y los Seguros de Vida. Las

conclusiones y metodología obtenida para un Fondo de Pensiones son extrapolables para un Seguro de Vida. En el ANEXO I se realiza un análisis detallado de los Planes y Fondos de Pensiones.

El presente trabajo surge como continuación a la línea de investigación que la Dra. Bosch dejó abierta en su Tesis Doctoral (1997) " Modelos de programación estocástica aplicados a la cartera de un Fondo de Pensiones". En ella se analizan diversos modelos de programación estocástica con el objetivo de obtener aquel que permita decidir la selección óptima, teniendo en cuenta el comportamiento aleatorio de los parámetros que en él intervienen. En este trabajo, sin embargo, se parte del análisis de datos del mercado español para obtener un modelo generador de escenarios referidos a rentabilidad de las distintas alternativas de inversión y a los factores necesarios para valorar los compromisos por pensiones.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Un Fondo de Pensiones es considerado como una institución que cubre las prestaciones de aquellas personas a cuyo favor se realizan aportaciones al Plan de Pensiones durante su vida activa.

El Fondo de Pensiones tiene dos fuentes de financiación de sus obligaciones: los ingresos que proporciona su cartera de Activos, ingresos por la política de inversiones y por la apreciación del valor de la cartera, y las aportaciones al Fondo. Las aportaciones son realizadas bien por el promotor del Plan de Pensiones, por el partícipe o una combinación entre ellos. Desde este punto de vista, el valor de los Activos del Fondo se incrementa al recibir aportaciones y por la rentabilidad de los Activos invertidos y disminuye por los pagos de pensiones que se realizan. Es responsabilidad del Fondo tener una adecuada coordinación en este proceso, para garantizar la solvencia del mismo y atender, de forma adecuada, los pagos de las pensiones.

Una decisión importante a tomar, para lograr el cumplimiento de esta responsabilidad, es el nivel de aportaciones y la asignación de los Activos sobre el conjunto de inversiones que el Fondo tiene para invertir. Esto es lo que se denomina asignación de Activos. El Fondo se encuentra restringido en cuanto a la elección de estos por criterios de diversificación, congruencia, liquidez y adecuación de las inversiones. Para el cumplimiento de este último requisito nos basamos en lo establecido para las carteras de seguros y lo extrapolamos para los Fondos de Pensiones pues hasta el momento no existe legislación específica para estos últimos.

Los futuros pagos de pensiones están sujetos al futuro desarrollo de la evolución del colectivo de partícipes y/o beneficiarios y a variables económicas

tales como los incrementos salariales, que en este trabajo suponemos dependen del parámetro de la inflación.

Una estrategia para la adecuada Gestión de Activos y Pasivos consiste en la toma de decisiones, relativas a inversiones y al nivel de aportaciones, que implique una deseable estructura de riesgo-rentabilidad con respecto al desarrollo financiero del Fondo de Pensiones.

Las autoridades establecen unos requerimientos de solvencia y unas garantías, en plazos y cuantías, que han de cumplir los flujos de Activos y Pasivos con el fin de evitar el potencial problema de una descoordinación entre ellos.

Las decisiones no deben fijarse para un único horizonte temporal, sino que éstas han de ser revisadas de forma periódica teniendo en cuenta diferentes trayectorias de comportamiento de los parámetros. Las estrategias que se decidan llevar a cabo, tanto en el momento presente como en el futuro, no pueden ser consideradas de forma independiente. Una política adecuada de Gestión de Activos y Pasivos lleva a la toma de una serie de decisiones tanto en el momento presente como en el futuro teniendo en cuenta los efectos, en el corto y en el largo plazo, de las mismas. Esto nos lleva a pensar que hay que desarrollar una política dinámica olvidándonos, por tanto, de trabajar con modelos estáticos de Gestión.

2. MODELANDO LA INCERTIDUMBRE A TRAVÉS DE LA GENERACIÓN DE ESCENARIOS

Un punto clave en la Gestión de Activos y Pasivos es el modo en que se modeliza la incertidumbre. Dicho proceso se lleva a cabo mediante la generación de escenarios, los cuales reflejan el desarrollo de los parámetros que intervienen en las partidas de Activo y Pasivo del Fondo.

Se utiliza información histórica para generar el futuro comportamiento de la tesorería, los depósitos, de los bonos, el rendimiento de las acciones, la inflación y los tipos de interés de los créditos hipotecarios. Asimismo, y ante la existencia de un nuevo entorno de globalización de los mercados financieros, se realiza un análisis de las que serían las magnitudes a tener en cuenta en el nuevo entorno global y cambiante.

Los escenarios que se generen deben cumplir una serie de características: ser consistentes con la información que se disponga de los parámetros en momentos pasados, deben generarse respetando la interrelación entre los mismos y obtener tal variedad de estados que sean suficientes para capturar todas las posibles trayectorias de comportamiento de los mismos. A los escenarios así obtenidos se les asigna una determinada probabilidad de ocurrencia.

Se trabaja con técnicas estadísticas y econométricas para obtener el modelo de estimación que mejor refleje el comportamiento de los parámetros y de esta forma utilizarlo para la Generación de Escenarios. De este modelo se obtendrán dos resultados: en primer lugar la información sobre la predicción del comportamiento de los parámetros y en segundo lugar el análisis del riesgo, determinado tanto por la probabilidad de ocurrencia de los sucesos como por la consecuencia económica de cada uno de ellos.

Si importante es trabajar con técnicas estadísticas y econométricas, también lo es tener información sobre las opiniones intuitivas que tiene el sector del posible comportamiento de los parámetros y la influencia de éste en sus políticas de inversión. Por dicho motivo, además de utilizar un instrumental estadístico para la obtención del Modelo de Generación de Escenarios, se lleva a cabo la realización de una encuesta a los gestores de los Fondos de Pensiones en España.

3. MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS

Una vez que se tiene información del comportamiento de los parámetros en el futuro, se puede tener conocimiento sobre el riesgo y la rentabilidad las carteras de Activos y Pasivos. Si se pretende obtener la selección óptima de las mismas se hace necesario el empleo de técnicas de optimización.

En el modelo de optimización, que se utilice, se han de incluir diversas restricciones en función a requerimientos presupuestarios, de cobertura de pensiones y legales. Estos últimos se han visto modificados y regulados con la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998. En el modelo de selección de Gestión de Activos y Pasivos que se emplee han de estar incluidos estos requerimientos.

La metodología del tratamiento de la Gestión de Activos y Pasivos ha de desarrollarse para un horizonte multiperiódico, en el que el proceso de selección sea óptimo, dinámico y tenga en cuenta los cambios en el comportamiento de los parámetros en el futuro.

Llevaremos a cabo un análisis de los diferentes modelos de optimización en la literatura financiero-actuarial, al objeto de encontrar el instrumento que mejor se ajuste a la metodología que se quiere obtener.

4. ESTRUCTURA DE LA TESIS

De la exposición de los epígrafes anteriores se deduce que hay que trabajar, por un lado, en la modelización del comportamiento de los parámetros y, por otro, en la selección óptima de la estrategia de inversión. De ahí que esta tesis se haya dividido en dos partes.

La parte primera se destina a la Generación de Escenarios. En el Capítulo 1 se exponen diversos modelos de Generación, empleados en el ámbito internacional y en el Capítulo 2 se definen los factores y rendimientos sobre los que se trabaja en el caso español. Es, en el Capítulo 3, cuando se lleva a cabo un análisis estadístico y econométrico de los parámetros en el pasado, para obtener el modelo de estimación que mejor se ajuste al comportamiento de los mismos. Una vez encontrado el modelo, en el Capítulo 4 se obtienen valores futuros de los factores y rendimientos realizando, además, un análisis del riesgo sobre la información obtenida con el Modelo de Generación de Escenarios. En el Capítulo 5 se completa el análisis de riesgo con la realización de un caso práctico que nos permite cuantificar el riesgo del Fondo, entendido como diferencia entre Activo y Pasivo, obtenido al final del horizonte temporal analizado. El Capítulo 6 recoge los resultados de una encuesta realizada a los gestores de los Fondos de Pensiones españoles.

Con la segunda parte se persigue la obtención de una adecuada y óptima Gestión. En el Capítulo 7 se realiza un análisis de diversos modelos de optimización aplicados a la Gestión de Activos y Pasivos tanto en el ámbito nacional como internacional. En el Capítulo 8 se analiza el entorno español en el que se ha de aplicar el modelo de optimización para, posteriormente en el Capítulo 9, desarrollar el modelo de selección adecuado a las necesidades del gestor y en consonancia con la legislación vigente, en España, en materia de ALM.

La complejidad de la Gestión de Activos y Pasivos hace que nos encontremos, en la literatura financiero-actuarial, por una parte con una serie de trabajos relativos a modelos de Generación de Escenarios y por otra con trabajos que recogen determinados modelos de Gestión, sin tratar de forma conjunta ambas problemáticas. La principal aportación de esta tesis es el tratamiento global de ambos aspectos, imprescindibles para la realización de una gestión óptima.

MENÚ SALIR

PARTE PRIMERA

GENERACIÓN DE ESCENARIOS

MENÚ SALIR

Capítulo 1.
INTRODUCCIÓN A LA GENERACIÓN DE ESCENARIOS APLICADA A LA GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS

1.1. Objetivos

1.2. Modelos de Generación de Escenarios

1.3. Estructura de la Generación de Escenarios

1.4. Soporte informático

MENÚ SALIR

1.1.OBJETIVOS

Un aspecto fundamental de la Gestión de Activos y Pasivos (Asset Liability Management, ALM) del Fondo de Pensiones pasa por modelar y predecir los factores y rendimientos estocásticos que forman parten y condicionan el comportamiento de estos Activos y Pasivos. Estos rendimientos y factores son denominados parámetros en nuestro análisis. La incertidumbre de los mismos puede ser modelada por un gran número de escenarios, los cuales reflejan un comportamiento factible del entorno en el que las decisiones del modelo de gestión han de ser tomadas. Según el Modelo de Generación de Escenarios cada parámetro toma diferentes valores en cada momento del tiempo, cada uno de estos valores lleva asociada una probabilidad de ocurrencia, que es la probabilidad del escenario. Estos escenarios serán los que representen el futuro incierto.

Las características que debe cumplir el Modelo de Generación de Escenarios son las que se exponen a continuación:

- Los diferentes valores que tomen los parámetros para cada uno de los escenarios deben ser consistentes con la información que se disponga de los mismos en momentos pasados.
- Los escenarios deben generarse respetando la interrelación existente entre los parámetros.
- Se debe generar tal variedad de estados que sean suficientes para capturar todas las posibles trayectorias de comportamiento de los mismos.

Los objetivos de la generación de escenarios son la predicción y el análisis del riesgo.

* Predicción. El sistema de generación de escenarios que obtengamos finalmente predice los movimientos de los parámetros en el momento futuro. Aunque no sean valores realmente exactos son los valores más aproximados posibles, para lo cual nos servimos de técnicas estadísticas y econométricas.

* Análisis del riesgo. En primer lugar hay que establecer una clara distinción entre la incertidumbre y el riesgo. La incertidumbre se manifiesta por el desconocimiento del comportamiento de los parámetros que influyen en la Gestión de Activos y Pasivos. Los valores futuros de los Activos dependen del incierto valor de la rentabilidad de los mismos. Las obligaciones futuras dependen del incierto comportamiento de la composición de los participantes así como del desarrollo de ciertos valores macroeconómicos como la inflación. Esta incertidumbre se contrarresta, en la medida de lo posible, con la generación de escenarios. El riesgo está relacionado con los resultados adversos, con desviaciones negativas de los objetivos que se han prefijado, ya sean de cumplimiento de obligaciones ya de no obtención del rendimiento deseado en los Activos de la cartera. Con la generación de escenarios se obtiene información sobre las diferentes trayectorias posibles de comportamiento de los parámetros y de cómo influyen éstas en los resultados obtenidos por el Fondo de Pensiones.

En este trabajo se analiza el comportamiento de los parámetros y con ello se obtiene el modelo que mejor se ajuste al mismo. Es, con estas nuevas trayectorias de comportamiento futuro, obtenidas del Modelo de Generación de Escenarios, con las que se lleva a cabo la Gestión de Activos y Pasivos.

1.2. MODELOS DE GENERACIÓN DE ESCENARIOS

En la literatura internacional diversos son los Modelos de Generación de Escenarios que se han presentado para la Gestión de Activos y Pasivos. A continuación, y tras su minucioso estudio, presentamos, a modo de resumen, algunos de los más significativos.

- Generación de escenarios de John M. Mulvey:

La generación de escenarios se basa en encontrar una estructura que interrelacione a los parámetros que intervienen en el modelo de gestión denominado CAP: Link (Capital Market Linkages). Este sistema es el que se aplica para la gestión de la empresa Towers Perrins en 1995 y en 1998 posteriormente. La interrelación entre los parámetros, que se aplica en este modelo, se denomina estructura de cascada. Los parámetros económicos que se estudian son la inflación, el crecimiento salarial, los tipos de interés (a diferentes vencimientos), los rendimientos de las acciones, los tipos de cambio, el crecimiento de los tipos. Las series temporales son modeladas como un proceso de difusión a través de ecuaciones diferenciales. La relación entre los parámetros pasa por el hecho de que hay algunos de ellos que influyen en otros sin que esta relación se cumpla a la inversa. De esta forma nos encontramos con lo que se denominan niveles dentro de la estructura de cascada. Los parámetros que se encuentren en el primer nivel influyen sobre los demás sin que estos últimos lo hagan en ellos. Los del segundo nivel lo hacen en los del tercero, que a su vez y de forma indirecta se ven influenciados también por el primer nivel. Se proyecta cada parámetro por medio de ecuaciones diferenciales, relacionando los parámetros, a través del tiempo, con ellos mismos y con los que se encuentran en niveles superiores. Así mismo a la estructura de cada parámetro se le suma un factor aleatorio que sigue un proceso de Wiener.

En el trabajo desarrollado por Mulvey para la gestión de Towers Perrin la estructura de cascada se basa en cuatro niveles, que se exponen a continuación:

* En el primer nivel se encuentran los tipos de interés a largo y a corto plazo así como la inflación. Los tipos de interés son un factor clave en el cálculo de la rentabilidad de los Activos y especialmente en la conexión entre los Activos y los Pasivos. Para el cálculo de la ganancia del Fondo de Pensiones hay que descontar el flujo de las obligaciones a un tipo de interés que está relacionado con el de la rentabilidad de los Activos.

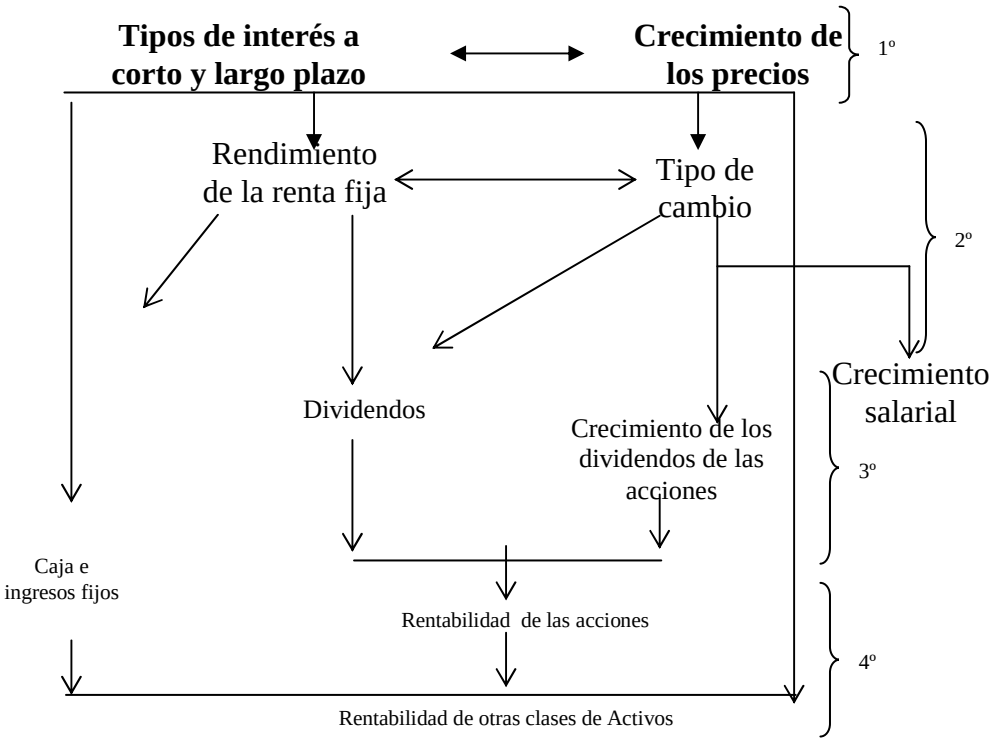
*En el segundo nivel están los rendimientos de la Renta Fija, los tipos de cambio y el crecimiento salarial.

*En el tercer nivel los dividendos y el crecimiento de los dividendos.

*En el cuarto nivel está la rentabilidad de las acciones y otros Activos, así como los ingresos de la caja y de los ingresos fijos.

Gráficamente la representación de la estructura de cascada de Mulvey es la que se presenta en el siguiente esquema.

Esquema 1.1.



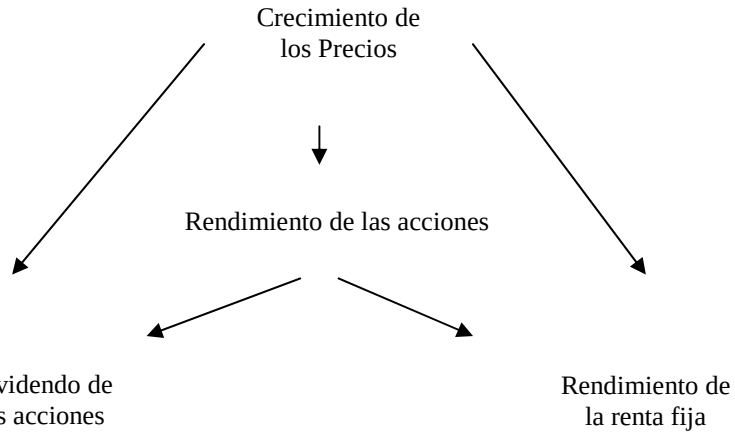
- Generación de escenarios planteada por Wilkie:

Wilkie en “A stochastic investment model for actuarial use” (1986) presenta lo que, a su juicio, son los parámetros que como “mínimo” hay que definir para describir un Modelo de Gestión de un Fondo de Pensiones. Los parámetros que se consideran en este planteamiento son: la inflación, las acciones en cuanto a su rentabilidad y sus dividendos y la rentabilidad de la Renta Fija. Se establece una estructura de cascada que relaciona estos parámetros. En función de esta estructura, las predicciones de cada parámetro

dependen de él mismo en períodos anteriores, así como de los que estén por encima de él en la estructura de cascada. También se incluye un valor residual a la predicción, valor que sigue una distribución normal independiente e idénticamente distribuida.

La estructura de cascada que sigue Wilkie es la siguiente:

Esquema 1. 2.



Posteriomente en 1995 con “More on a Stochastic Asset Model for Actuarial Use” Wilkie aumenta el número de parámetros y el período de análisis de los mismos, incluyendo el incremento de los salarios, los tipos de interés a corto plazo, la renta de inmuebles y el rendimiento sobre el índice de stocks, tanto del mercado inglés como de otros países. En este nuevo trabajo realiza un análisis estadístico más elaborado de los parámetros e incluye relaciones de cointegración y modelos de heterocedasticidad autorregresiva entre los parámetros. (ARCH)

- Generación de escenarios planteada por Dert:

En 1995 con “Asset liability management for Pension Funds” Dert plantea un modelo multivariante basado en la información del pasado y caracterizado porque todos los parámetros influyen en todos y la relación de influencia entre los mismos es bidireccional.

Los parámetros con los que trabaja son: los salarios, los precios, la caja, las acciones, los bonos, los inmuebles y el producto nacional bruto. Establece entre ellos una relación autorregresiva de orden 1, lo que supone que cada parámetro depende de sí mismo y del resto de parámetros del sistema retardados, todos ellos, un momento en el tiempo.

Los valores residuales de este modelo autorregresivo tienen una distribución normal con media 0 y matriz de covarianzas, Σ que muestra la correlación existente entre los residuos de los parámetros en el momento actual.

El principal inconveniente de este modelo es que no recoge la información en el largo plazo, inconveniente que se salva en el planteamiento que realiza Boender (1998) que plantea un modelo de Vector de Corrección de Error donde introduce en el modelo autorregresivo las relaciones a largo plazo entre los parámetros.

- Modelo de Generación de Escenarios planteado por Cariño:

Cariño presenta en 1994, y posteriormente en 1998, el modelo de gestión que aplica en la Russel-Yasuda Kasai. Lleva a cabo el proceso de generación de escenarios a través de un modelo de factores que trabaja con el supuesto de dependencia entre los parámetros, a través de unos determinados factores. A su juicio tres factores, los tipos de interés, la rentabilidad de las acciones y el tipo de cambio, capturan adecuadamente la dependencia entre la rentabilidad de los Activos. De esta manera, si se puede predecir el comportamiento de estos factores, se tiene la información requerida sobre los Activos.

El rendimiento de los bonos del Estado a largo plazo representa el factor de los tipos de interés y estos influyen en los bonos privados, los préstamos y la rentabilidad de los depósitos a corto plazo. El TOPIX index, el índice de acciones del mercado de Tokyo, representa el factor de la rentabilidad de las acciones y se utiliza para la valoración del precio de las acciones privadas. Y la relación entre el yen y el dolar USA constituye el factor del tipo de cambio y de él dependen las rentabilidades de los Activos invertidos en moneda extranjera.

Los movimientos de estos factores, a través del tiempo, son modelados por medio de una serie temporal que captura la dependencia intertemporal existente entre los parámetros. Se considera que la distribución de probabilidad de los parámetros es discreta.

A continuación se expone el cuadro resumen que recoge información sobre los modelos que se han definido anteriormente:

Cuadro.1.1.

Modelo	Parámetros que se utilizan	Características del modelo	Distribución del componente aleatorio o residual
Mulvey (1995, 1998)	Tipos de interés a largo y corto plazo; Inflación de los precios; Crecimiento salarial; Rendimiento de la Renta Fija; Rentabilidad de las acciones; Caja; Tipos de cambio.	CAP: Link Modelo de cascada que interrelaciona a los parámetros. Cada parámetro se proyecta por medio de ecuaciones diferenciales	Sigue un proceso de Wiener
Wilkie (1984, 1992)	Inflación de los precios; Rendimiento de las acciones; Dividendo de las acciones; Rendimiento de la Renta Fija	Modelo de cascada El modelo obtenido resulta autorregresivo de primer orden.	Los parámetros aleatorios se distribuyen a través de un White noise, siguen una secuencia de independientes e idéntica distribución
Dert (1995)	Salarios; Precios; Caja; Acciones; Bonos; Inmuebles; Producto Nacional	Modelo de vector autorregresivo de orden 1.	Los residuos tienen una matriz $N(0, \Sigma)$, están correlacionados en el momento presente
Cariño (1994, 1998)	Tipos de interés; Rentabilidad de las acciones; Tipo de cambio	Modelo factorial, a través del cúal las rentabilidades de los Activos dependen de un conjunto de factores.	Distribución de probabilidad discreta.

El trabajo que presentamos está basado en los Modelos de Generación de Escenarios desarrollados por Dert y Boender. No obstante no prefijamos este modelo de antemano, sino que analizamos las series de que disponemos y son los mismos datos los que nos llevan a encontrar el modelo que mejor se ajuste a su comportamiento, y que por tanto sea el adecuado para llevar a cabo la Generación de Escenarios para un Modelo de Gestión de Activos y Pasivos.

1.3. ESTRUCTURA DE LA GENERACIÓN DE ESCENARIOS

En este primer Capítulo se introducen los objetivos que se persiguen con la Generación de Escenarios para la Gestión de Activos y Pasivos. Se presentan los modelos con los que diversos autores han trabajado, sin con ello pretender seguir uno de ellos de forma prefijada.

En el Capítulo 2 se determinan los factores y rendimientos que deben ser tenidos en cuenta para la adecuada gestión de las Carteras de Vida. Posteriormente en el Capítulo 3 se lleva a cabo un análisis estadístico y econométrico de los parámetros (factores y rendimientos) expuestos en el Capítulo 2 al objeto de encontrar un modelo que refleje el comportamiento de los mismos, sin obviar las interrelaciones existentes entre ellos.

Una vez seleccionado el modelo más adecuado se utiliza éste para los dos objetivos perseguidos con la Generación de Escenarios, la predicción, Capítulo 4, y el análisis de riesgo, Capítulo 5.

En todos estos Capítulos se expone una metodología y al mismo tiempo se lleva a cabo una aplicación práctica de la misma. Se trabaja con datos del mercado español y se realiza la Gestión de Activos y Pasivos para un caso práctico.

Si importante es para nosotros trabajar con modelos matemáticos y hacer uso de técnicas estadísticas, también consideramos de interés las expectativas que sobre el comportamiento de los parámetros tienen los expertos del sector. Por ello se realiza una encuesta a los Gestores de los Fondos de Pensiones con el objetivo de obtener información sobre sus expectativas futuras y sus inversiones actuales y futuras. Esto se expone en el Capítulo 6.

1.4. SOPORTE INFORMÁTICO

Para llevar a cabo este trabajo realizamos, en primer lugar, un análisis econométrico de los parámetros. Para ello utilizamos los siguientes programas: Eviews 2.0 (Lilie, Startz et at, 1995), Microfit 4.0 (Pesaran and Pesaran, 1997), PCFilm 9.0 y PC Give (Doornik and Hendry, 1997).

Una vez obtenido el modelo adecuado de Generación de Escenarios, por medio de técnicas econométricas, simulamos diferentes trayectorias de comportamiento de los parámetros, para lo cual utilizamos Microsoft Excel.

Los cálculos actuariales se realizan en Microsoft Excel.

MENÚ SALIR

Capítulo 2.

FACTORES Y RENDIMIENTOS QUE COMPONEN LOS ACTIVOS Y PASIVOS DE UN FONDO DE PENSIONES

2.1. Introducción
2.2. Tipos de interés del mercado interbancario
2.3. Rentabilidad de la Renta Fija
2.4. Rentabilidad de la Renta Variable
2.5. Tipos de interés de los Créditos Hipotecarios
2.6. Índice de Precios al Consumo

MENÚ SALIR

2.1. INTRODUCCIÓN

A la hora de gestionar la cartera de un Fondo de Pensiones hemos de decidir qué política de inversiones llevar a cabo para poder dar cobertura a las prestaciones y obligaciones que este Fondo ha de cubrir.

Antes de introducirnos en el estudio de las técnicas de gestión de esas carteras y de buscar técnicas de optimización, hemos de tener en cuenta que trabajamos con un conjunto de Activos y de Pasivos y el primer paso es conocer, de la manera más fiable posible, el valor de estos Activos y Pasivos en el momento actual, así como su valor en el futuro.

En el artículo 16 de la Ley de Planes y Fondos de Pensiones 8/1987 se expone cómo ha de estar invertido el Activo de los Fondos de Pensiones *"de acuerdo con criterios de seguridad, rentabilidad, diversificación y congruencia de pagos adecuados a sus finalidades*". Reglamentariamente en el art. 34 del Real Decreto 1307/1988 se especifica que: *"necesariamente el 90 por 100 del Activo del Fondo de Pensiones se invertirá en activos financieros contratados en mercados organizados reconocidos oficialmente y de funcionamiento regular abierto al público o, al menos a las Entidades Financieras, en depósitos bancarios, en créditos con garantía hipotecaria y en inmuebles. Dentro de este porcentaje, la inversión en depósitos bancarios no podrá superar el 15 por 100 del Activo del Fondo. Se fija un coeficiente mínimo de liquidez del 1 por 100 del Activo del Fondo de Pensiones, que deberá mantenerse en depósitos a la vista y en activos del mercado monetario con vencimiento no superior a tres meses*"

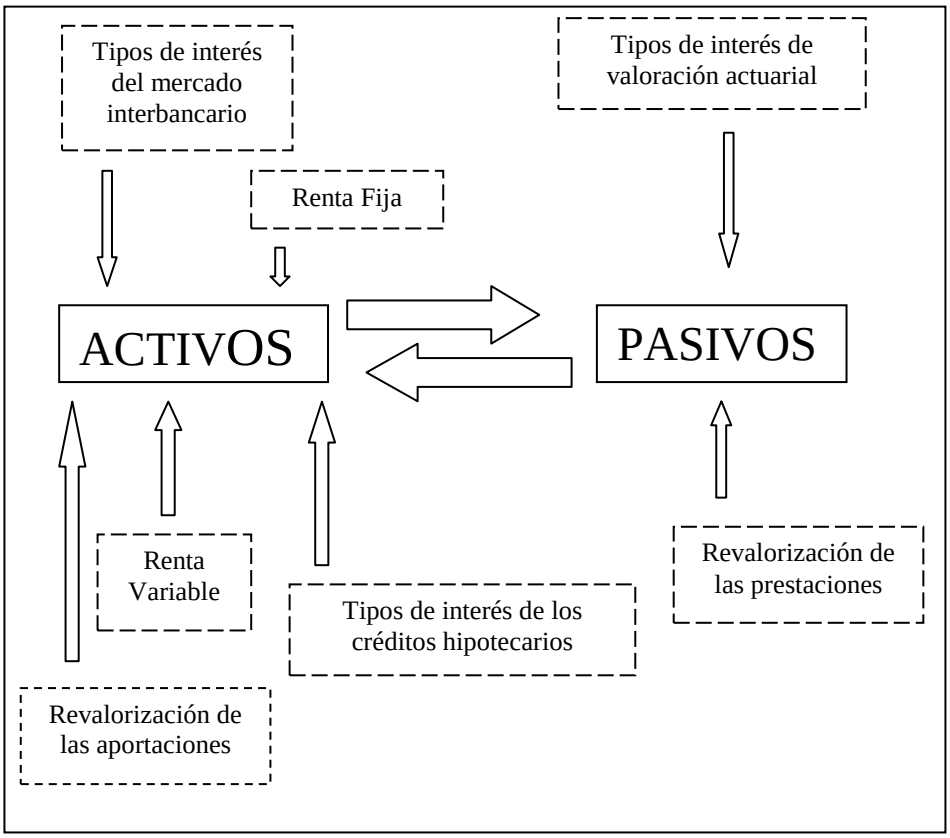
Por lo tanto en la cartera de Activos nos interesa valorar y conocer el rendimiento de los diferentes proyectos de inversión, de ahí que analicemos los tipos de interés del Mercado Interbancario, el rendimiento de la Renta Fija

Pública, de la Renta Variable y los tipos de interés de los Créditos Hipotecarios. Asimismo, un componente del grupo de los Activos son las aportaciones o contribuciones a realizar al Fondo de Pensiones, que generalmente están íntimamente relacionadas con el crecimiento que experimenten los salarios.

En cuanto a los parámetros relativos a los Pasivos hemos de tener en cuenta las pensiones que han de pagarse, lo cual requiere información del crecimiento salarial y del valor actuarial de esas obligaciones. De ahí que tengamos que conocer el tipo de interés al que van a realizar las valoraciones actuariales. En el artículo 18 del Real Decreto 1307 / 1988 se especifica que *"tanto el coste de cobertura de un riesgo como el cálculo de las provisiones matemáticas se realizarán en base a tablas de supervivencia, mortalidad o invalidez y a los tipos de interés especificados en el Plan de Pensiones."*

En el siguiente cuadro se recogen los parámetros, factores y rendimientos, que influyen en el conjunto de Activos y Pasivos de la cartera de un Fondo de Pensiones.

Cuadro 2.1.



En nuestro análisis planteamos una serie de parámetros que se estudian en cuanto a su información en el pasado, analizando el comportamiento y los datos de las series temporales. Desde el 1 de enero de 1999 el euro es la nueva moneda europea y sustituirá a las distintas monedas nacionales de los países que forman parte de la Unión Europea. Nos encontramos, a partir de este momento, con un nuevo marco macroeconómico que cambia considerablemente respecto al entorno anterior. Más allá del nuevo mercado de la Unión Europea, está el concepto de "Globalización". Como definen Fabozzi y Modigliani (1992), se entiende por *"globalización de los*

mercados financieros, el proceso de integración de los mercados de todos los países del mundo en un único mercado de carácter Universal ". Este proceso, de globalización de las interrelaciones de los mercados financieros y de valores, es de carácter general, y afecta tanto a los mercados de Renta Fija como a los de acciones o productos derivados, lo cual conlleva cambios en las magnitudes de estos mercados y, por tanto, modificaciones respecto al pasado.

Aún siendo conscientes de dichas modificaciones en el entorno económico y financiero, hemos de trabajar con las series temporales de los parámetros que intervienen en la Gestión de Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones. Si bien en nuestro análisis estadístico hemos trabajado con valores de momentos pasados, y, por lo tanto, debemos definir esos parámetros, también planteamos cuáles son los parámetros a estudiar en el nuevo marco de actuación de la Unión Europea y de la globalización de los mercados financieros.

En este trabajo utilizamos una metodología y seleccionamos determinados parámetros que consideramos, a nuestro juicio, como más apropiados para definir la composición de los Activos y Pasivos que forman un Fondo de Pensiones. El hecho de que nosotros trabajemos con determinados parámetros, excepto en el caso de estar cumpliendo algún requerimiento legal, no invalida el seleccionar otros parámetros diferentes, ni los mismos pero analizando plazos distintos. Se razona, no obstante, en cada caso, por qué hemos realizado esta selección. En algunos casos se debe a que se dispone de información homogénea sobre los mismos o que se han tomado como referencia en momentos o trabajos anteriores.

De cada parámetro recogemos el valor de su rentabilidad o su tasa de crecimiento. De algunos de ellos la información de que se dispone nos proporciona directamente estos valores, mientras que en otros trabajamos con

Índices. Un Índice registra las variaciones de valor que experimenta un conjunto de valores, desde el momento en el que se ha establecido la base 100 de dicho Índice, hasta el día que se ofrece el dato del Índice. De la comparación de los Índices en dos momentos diferentes de tiempo se obtiene información acerca de la rentabilidad o de la tasa de crecimiento de los valores, en el período que queda definido por las dos fechas. Denotamos por, I_p ,el rendimiento o crecimiento anual del parámetro, I ,en el período" p". Los parámetros que vamos a analizar son los que se recogen en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.2.

Parámetro	***Rendimiento o crecimiento anual***
Tesorería	T_p
Depósitos	D_p
Renta Variable	RV_p
Renta Fija	RF_p
Créditos Hipotecarios	CH_p
Tipo de valoración actuarial	L_p
Índice de Precios al Consumo	IPC_p

Cuando la información de los parámetros es anual con periodicidad mensual, la nomenclatura, que se utiliza en este trabajo, es la siguiente:

$$I_{i,j}; \forall\ i : mes; j : año$$

Mientras que si el rendimiento o crecimiento es mensual, la nomenclatura es:

$$I^{(12)}{}_{i,j}; \forall\ i : mes;\ j : año$$

En todo modelo de gestión es importante conocer la rentabilidad o crecimiento de los parámetros que forman parte del mismo. También es de gran importancia para el gestor saber en qué riesgo incurren cada uno de ésos parámetros. El riesgo, como tal, puede entenderse como exposición a cambios inciertos. En un contexto financiero, el riesgo se define como la volatilidad de inesperados resultados, generalmente en el valor de los activos o en el interés de las obligaciones (Jorion, 1997). Son diferentes los tipos de riesgo: en el caso de una empresa se incurre en riesgos tales como el Riesgo de Negocio, relativo el riesgo que la propia empresa asume al crear una ventaja competitiva en sus productos y sumar con ello valor a sus acciones, y el Riesgo Estratégico, entendido como el resultado de cambios en la economía o el desarrollo político.

Toda empresa, además, incurre en los denominados Riesgos Financieros, relativos a las posibles pérdidas en los mercados financieros. Cuando se trata de un inversor institucional, como un Fondo de Pensiones, los riesgos financieros son de gran importancia para el gestor o inversor. Dichos riesgos son clasificados en distintas categorías, siendo estas las siguientes:

*Riesgo de interés: es el producido por variaciones en los tipos de interés. Dependiendo del sentido de éstas variaciones estaremos ante:

** Riesgo de Mercado: surge de cambios producidos en los precios de los activos financieros y de las obligaciones, motivados por cambios

en los tipos de interés. El riesgo de mercado puede analizarse de dos formas: bien como riesgo absoluto, medido como la potencial pérdida en términos monetarios, o bien riesgo relativo, entendido como desviación desde un Índice o una medida de referencia[1].

** Riesgo de Reinversión: derivado de la posibilidad de no obtener, para un determinado período de tiempo, mediante la inversión en activos financieros, la rentabilidad esperada cuando se realiza la inversión.

* Riesgo de Crédito, que se produce cuando la parte deudora no está dispuesta, o no le es posible, cumplir con sus obligaciones contractuales. El efecto de éste riesgo es medido por el coste de reemplazar ese flujo de cobro que la parte deudora no ha hecho efectivo.

* Riesgo de Liquidez: puede producirse de dos formas diferentes. Una, debido a la liquidez del mercado, provocado porque no se puede realizar una transacción debido a que la actividad del mercado sea insuficiente; dos, por un problema de flujos de caja, entendido como que la parte que tiene la obligación de realizar el pago no puede hacerle frente porque no dispone del flujo de caja necesario.

* Riesgo de Operación: se refiere a la potencial pérdida resultante de inadecuados sistemas, características de gestión, fraudes, errores humanos y riesgos tecnológicos.

[1] Desde Enero de 1998, bancos con actividad internacional en los países del G-10 (realmente, a pesar de la denominación, son 11: Estados Unidos, Alemania, Japón, Reino Unido, Francia, Italia, Holanda, Bélgica, Canadá, Suiza y Suecia) tienen que mantener regulación de capital para cubrir el riesgo de mercado.

* Riesgo Legal: es el riesgo de que una transacción se realice fuera de la legalidad, o no esté bien documentada.

La medida del riesgo de mercado es el Valor en Riesgo (VaR, en adelante), medida que resume la pérdida máxima esperada sobre un horizonte temporal, con un nivel dado de confianza. Aún siendo el VaR la medida por excelencia del riesgo de mercado, en Jorion (1997) se justifica cómo el VaR puede también ser una medida válida de los riesgos expuestos anteriormente, puesto que *"la simulación con VaR puede ser utilizada para calcular riesgo de crédito"* y *"aunque el riesgo de liquidez no puede ser formalmente incluido en las medidas de VaR, la ordenación de los períodos de liquidación resulta relevante para la elección del horizonte temporal en el cálculo del VaR".*

Exponemos a continuación los parámetros que hemos tenido en cuenta en nuestro trabajo y cómo se incluyen en el modelo de gestión como componentes de los Activos y Pasivos del Fondo de Pensiones. En el desarrollo de cada uno de los parámetros incluimos un análisis de los riesgos por los que se ven afectados cada uno de ellos.

En el Anexo II se recogen los datos de los parámetros para el período analizado, desde enero de 1992 hasta marzo de 2000, así como las fuentes de donde se han obtenido los datos.

2.2. TIPOS DE INTERÉS DEL MERCADO INTERBANCARIO

El mercado interbancario, es aquel en el que las entidades financieras realizan sus operaciones de compraventa, depósitos y otras, tanto en moneda local como en divisas. La liquidación de las operaciones interbancarias se realiza mediante cargos y abonos en las cuentas de tesorería que las entidades mantienen en el Banco de España, a través del Servicio Telefónico del Mercado de Dinero (STMD). El STMD recibe, ejecuta y liquida las transacciones, llevadas a cabo en los mercados que sustenta, y canaliza la intervención del Banco de España en el mercado interbancario.

El mercado interbancario surgió en España a principios de la década de los setenta, a raíz de la implantación del coeficiente de caja para las entidades de depósitos. Este mercado tiene una gran importancia en la determinación de los tipos de interés de todos los instrumentos financieros negociados en los demás mercados. Los tipos a los que se negocian los depósitos interbancarios están predominantemente determinados por los mecanismos de intervención monetaria del Banco de España e influyen, a su vez, en el nivel de los tipos de interés de todas las demás operaciones financieras, ya que el tipo de interés de las operaciones interbancarias se toma a menudo como referencia para fijar las condiciones en otros tipos de operaciones financieras. Como señalan Meneu, Navarro y Barrería (1992), *"el Banco de España ha ido modificando el esquema de instrumentalización monetaria haciendo que perdiera importancia el objetivo de crecimiento de los activos de caja del sistema bancario, en beneficio del control de tipos de interés en los mercados interbancarios a plazos muy cortos, básicamente a un día. Éste hecho hace que los tipos de interés a los plazos más cortos se vean influídos de forma importante por los mecanismos de intervención monetaria, y que, a su vez, se haya conseguido que la variabilidad (Escrivá, 1990) del tipo*

de interés en operaciones a un día haya disminuido considerablemente, aún en momentos de fuerte tensión en los mercados".

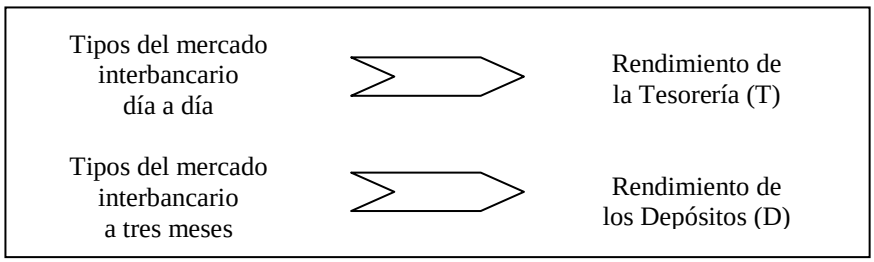
Puesto que el mercado interbancario de depósitos es un mercado de oferta y demanda, existen dos tipos de operaciones para cada operación que se cruza: el tipo demandado, que es el tipo de interés al cual un banco está dispuesto a tomar prestado dinero, y el tipo ofertado, que es el tipo de interés al cual un banco está dispuesto a prestar dinero. Este último, el tipo de interés básico ofertado del mercado interbancario de Madrid, el Mibor o "Madrid interbank offered rate" constituye el tipo de referencia más utilizado para la fijación de las condiciones de otras operaciones financieras.

El mercado monetario de cada país tiene, en la actualidad, sus propios tipos de interés de referencia para las operaciones y contratos que en él se realizan. En España es el Mibor, en Francia el Fibor, el Libor en Londres, etc. Con la llegada del euro, los países que lo integren tendrán un mercado monetario único, lo cual exigirá tipos de referencia únicos. El Euribor es el tipo de interés de referencia de la zona euro, y son varios los plazos a los que se negocia a un día (Eonia), a un mes, a tres meses y a un año. Desde 1997 trabajan en su elaboración la Federación Bancaria Europea, que representa 2.800 bancos de los 15 estados miembros de la Unión Europea y la Asociación Cambista Internacional. El Índice se forma con las cifras de 58 entidades de la Unión Europea y 6 exteriores (3 americanas, 2 suizas y 1 japonesa) que tengan un volumen de operaciones considerable. España forma parte del mismo, con 5 entidades, que son elegidas por la Asociación Española de la Banca. Se calcula diariamente, a las 11 de la mañana, para cada plazo eliminando un 15% de los tipos más bajos y más altos de todos los negociados y redondeando los tipos promedios resultantes hasta el tercer decimal. Otro Índice, el Eurolibor, es elaborado por la British Bankers Association, en base a 16 bancos seleccionados por el nivel de su actividad y su probada reputación

en el mercado. Sustituirá al "benchmark rate" (tipo de referencia) que ahora ofrece el mercado de Londres.

En España son varios los plazos en los que se negocia en el mercado interbancario, el día a día, a un mes, a tres meses, a seis meses y a un año. En nuestro caso hemos trabajado con el tipo de interés del mercado interbancario de depósitos día a día identificando con el rendimiento del parámetro Tesorería (T), puesto que necesitamos un valor que sea de liquidez inmediata. El tipo de interés del mercado interbancario de depósitos a tres meses lo asociamos con la rentabilidad del parámetro Depósitos (D). Respecto a la selección de éste último plazo, destacar que en Estrada, Sastre y Vega (1994) se trabaja con tipos a tres meses, justificando que *"el modelo utiliza el tipo de operaciones a tres meses porque éste plazo refleja las expectativas de los agentes participantes en el mercado interbancario, y está menos afectado por fluctuaciones coyunturales que los tipos a plazos más cortos".*

De ésta forma, hemos seleccionado dos vencimientos para poder valorar los tipos de interés, que serán los que compondrán el coeficiente mínimo de liquidez al que se refería el artículo 34 del Reglamento de Planes y Fondos de Pensiones. Con el plazo de un día se recoge la influencia de la política monetaria seguida por el Banco de España, mientras que con el plazo de tres meses quedan reflejadas las expectativas de los agentes que participan en el mercado.



2.3. RENTABILIDAD DE LA RENTA FIJA

Según su emisor, las obligaciones se dividen en públicas o privadas, denominándose efectos públicos, en general, a los títulos de deuda emitidos por el Estado, los Ayuntamientos, las Comunidades Autónomas o cualquier otro organismo o empresa pública. No obstante, también suele incluirse en la denominación de títulos de Renta Fija privados no sólo a los emitidos por entidades privadas, sino también las emisiones públicas que no sean Deuda del Estado (por ejemplo: las de los Ayuntamientos, las Comunidades Autónomas, o cualquier otro organismo público).

Se considera que la solvencia de un emisor público es muy elevada, llegando incluso a considerarse de riesgo nulo. No obstante, y como se señala en el trabajo de Montllor y Tarrazón (1999), *" .... en el largo plazo, en cuanto a la Renta Fija, no existe título libre de riesgo. En este horizonte, la propia Deuda Pública no puede evitar verse sometida a los riesgos del tipo de interés y de la inflación inesperada, a los que se suma el riesgo de la amortización anticipada, cuando ésta cláusula se ha incluido en la emisión de Bonos y Obligaciones. Estos tipos de riesgo constituyen los puntos débiles de la Renta Fija. Como principales puntos fuertes, se encuentran su reducida volatilidad, y, fundamentalmente, el hecho de permitir, utilizando la Deuda Pública a largo plazo e interés fijo sin cláusula de rescate, la construcción de carteras que reproducen el comportamiento del pasivo".*

De hecho, en la Orden de 23 de diciembre de 1998, por la que se desarrollan determinados preceptos de la normativa reguladora de los seguros privados y se establecen las obligaciones de información como consecuencia de la introducción del Euro (OM1998, en adelante), se considera a la Renta Fija como inversión válida para cualquiera de los dos criterios de adecuación de las inversiones propuestos en esta Orden. En la OM1998 se regulan las

inversiones aptas a realizar, por una entidad aseguradora, para poder utilizar un tipo de interés superior al estipulado por el Art. 33 de Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados para el cálculo de la provisión de seguros de vida. La entidad aseguradora, cuando invierta en Renta Fija, debe remitir, si quiere garantizar un tipo de interés superior, un informe detallado sobre la curva de tipos de interés empleada, la definición de duración financiera y el método de cálculo utilizado, así como los criterios que se han determinado para la selección de los tipos de interés representativos y para el análisis de sensibilidades. Esto corrobora el hecho de que son éstos los indicadores del riesgo de la Renta Fija. Como se señala en el Boletín Económico del Banco de España (mayo de 1991), *"la duración, que en sentido estricto se puede describir como una media ponderada de todos los plazos hasta cada uno de los flujos a percibir, en la que las ponderaciones son el valor actual del importe de dichos flujos, permite comparaciones entre riesgos de distintas emisiones. Y además la duración se encuentra directamente emparentada en su expresión analítica con la sensibilidad y la variabilidad, medidas directas del riesgo, ya que son aproximaciones a variaciones relativas y absolutas en los precios ante los tipos de interés".*

Lo expuesto hasta el momento son las principales razones de haber seleccionado la Renta Fija Pública como indicativa del parámetro de Renta Fija con el que trabajamos en la Gestión de Activos y Pasivos del Fondo de Pensiones. A continuación se realiza una exposición más detallada de la Renta Fija Pública.

Siguiendo a la Ley General Presupuestaria, se puede definir la "Deuda Pública" como la deuda emitida o contraida por el Estado o por sus Organismos Autónomos. Los instrumentos de endeudamiento del Tesoro son básicamente dos:

* Letras del Tesoro: son valores de Renta Fija a corto plazo representados exclusivamente mediante anotaciones en cuenta. Son emitidos al descuento, por lo que su precio de adquisición es inferior al importe que el inversor recibirá en el momento del reembolso. La diferencia entre el valor de reembolso de la Letra y su precio de adquisición es el interés o rendimiento generado por la Letra del Tesoro.

* Bonos y Obligaciones del Estado: son valores emitidos por el Tesoro a un plazo superior a dos años. Ambos son iguales en todas sus características, excepto en los plazos, que para los Bonos oscila entre dos y cinco años mientras que en el caso de las Obligaciones es superior a 5 años. Tienen las siguientes características:

- Son títulos con interés periódico, en forma de cupón, que pagan los intereses al vencimiento.

- El valor nominal mínimo que puede solicitarse, actualmente, en una subasta es de 1.000 euros y las peticiones por importes superiores han de ser múltiplos de esta cantidad, siendo esta cuantía, también, el valor mínimo.

- Las emisiones de estos valores se llevan a cabo mediante sucesivos tramos, a fin de alcanzar un volumen de circulación elevado que asegure que los valores son muy líquidos.

De conformidad con el artículo 4 del Protocolo sobre los criterios de convergencia previstos en el artículo 121 del Tratado de la Unión Europea se conviene que *" el criterio relativo a la convergencia de los tipos de interés, contemplado en el cuarto guión del apartado 1 del artículo 121 del Tratado, se entenderá en el sentido de que, observados durante un período de un año*

antes del examen, los Estados miembros hayan tenido un tipo promedio de interés nominal a largo plazo que no exceda en más de un 2% el de, como máximo, los tres Estados miembros con mejor comportamiento en materia de estabilidad de precios. Los tipos de interés se medirán con referencia a los bonos del Estado a largo plazo u otros valores comparables, teniendo en cuenta las diferencias en las definiciones nacionales" Durante el período de referencia considerado en el Informe del Convergencia del Banco Central Europeo (2000) el período de referencia considerado es el transcurrido entre abril de 1999 y marzo de 2000. Durante ese período los tipos de interés a largo plazo en los tres países con las tasas de inflación más reducidas se situaron en el 5% (Australia), el 5,4% (Suecia) y el 5% (Francia). El tipo medio resultante es el 5,2% y añadiendo 2 puntos porcentuales, el valor de referencia es el 7,2%.

No obstante, el Banco de España publica, a través de su Boletín Estadístico, en forma de serie de periodicidad mensual, un Índice de Rendimiento de una cartera de deuda del Estado. Este Índice informa sobre el rendimiento derivado de los precios brutos o efectivos, es decir, recogen las ganancias o pérdidas de capital y los intereses devengados, así como la reinversión de los cupones cobrados en los Bonos y Obligaciones del Estado.

El procedimiento de cálculo de este Índice consta de dos fases. Primeramente se seleccionan, de entre las emisiones de Bonos y Obligaciones del Estado que se negocian en el mercado secundario, las que se consideran más líquidas en función de unos criterios, y se elabora un Índice de cada una de esas referencias. Dicho conjunto de emisiones líquidas se considera a su vez como una cartera representativa y se elabora un Índice de dicha cartera agregando, de forma ponderada, los Índices de las referencias individuales.

A la hora de construir este Índice se han determinado una serie de criterios, que se exponen a continuación y que son obtenidos del Boletín Económico del Banco de España, mayo 1991:

" ** Criterios de selección de emisiones: liquidez. Las emisiones que se consideran seleccionables tendrán tipos de interés fijo y pago periódico de cupones. Los criterios que se utilizan para incluir emisiones en la cartera son:*

1. *Criterio de frecuencia: para que una emisión se considere suficientemente líquida deberá negociarse 7 días o más al mes. Si se considerase excluida para su readmisión este criterio pasa a fijarse en 10 días o más.*

2. *Criterio de número de operaciones: las emisiones se considerarán suficientemente líquidas si igualan o superan 10 operaciones en el mes, cuando son seleccionadas por primera vez, y 15 cuando son readmitidas.*

Estos criterios tendrán que cumplirse o incumplirse durante un período de un mes para dar entrada a la emisión o excluir a la misma del Índice, respectivamente.

** Criterios de exclusión de emisiones en función del plazo: Se excluyen las emisiones cuyo plazo hasta el vencimiento o hasta la opción de amortización anticipada sea igual o inferior a un año.*

** Criterios de utilización de precios: Los precios utilizados para la elaboración de los Índices provienen de las operaciones del mercado de deuda del Estado anotada emitida a medio y largo plazo (Bonos y Obligaciones)*

realizadas por los miembros del mercado de Anotaciones en Cuenta a través del Servicio Telefónico del Mercado de Dinero.

** Criterios de selección de base: El período base es el 31 de diciembre de 1987, dado que el sistema de Anotaciones en Cuenta de Deuda del Estado se pone en funcionamiento en junio de ese año.*

** Criterios de reinversión de cupones: Los cupones se reinvierten en el mismo valor para la elaboración de los Índices de rendimiento individuales, y en la misma cartera, en el caso del Índice de rendimiento agregado. La reinversión se efectúa en la fecha de pago de cupón. En el caso de que no haya habido negociación de la emisión que paga cupón en la fecha del mismo, se reinvertirá en el primer día, posterior a dicha fecha, en el que se hayan cruzado operaciones.*

** Criterios de ponderación: Se elaboran las ponderaciones a partir de la capitalización de las emisiones elegidas; es decir, se agregan los Índices referentes a las emisiones individuales en función del valor de mercado de los saldos vivos. Estas ponderaciones son flexibles y elásticas, en la medida en que varían con los precios de mercado y con las nuevas emisiones incorporadas a la cartera o los nuevos tramos de emisiones ya incluidas en esta ".*

La información proporcionada por estos Índices de rendimiento nos es muy útil para el cálculo de la rentabilidad de los valores de Renta Fija, puesto que de la comparación de dos valores del Índice en momentos diferentes de tiempo se obtiene información acerca de la rentabilidad de los parámetros en el período definido por las dos fechas. La fórmula que aplicamos es la siguiente:

$$Rentabilidad \quad R.Fija = RF_{i,j} = \frac{IDPbca_{i,j} - IDPbca_{i,j-1}}{IDPbca_{i,j-1}} \approx LN \frac{IDPbca_{i,j}}{IDPbca_{i,j-1}}$$

$$\forall \quad i = \{1,2.....,12\}; \quad j = \{1,2,.....9\}$$

siendo:

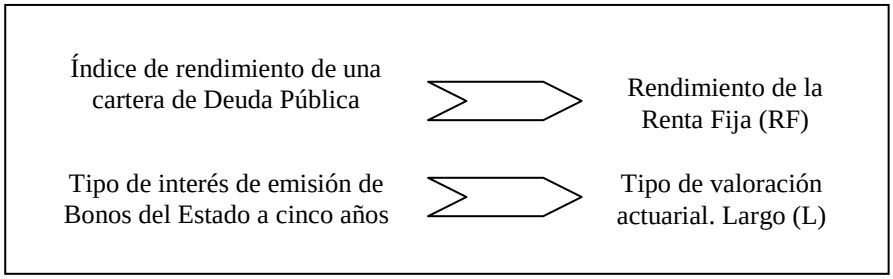
$IDPbca_{i,j}$ *el Indice de rendimiento de una cartera de Deuda del Estado parael mes* "i" *del año* "j", $j = 1$ *en el año* 1992.

En este trabajo se va a utilizar un Índice agregado, y éste a su vez se desglosa en Índice de precios y en Índice de intereses, los cuales miden el rendimiento derivado de los precios netos o ex cupón y el rendimiento derivado de los intereses acumulados y de la reinversión de cupones en la emisión correspondiente o en la cartera a precios de mercado.

Si bien no se especifica expresamente para el caso de Planes y Fondos de Pensiones, el apartado 2 del artículo 33 del Real Decreto 2486/1998, por el que se aprueba el Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados se expone que *"el tipo de interés aplicable para el cálculo de la provisión de seguros de vida no podrá ser superior al 60 por 100 de la media aritmética ponderada de los tres últimos años de los tipos de interés medios del último trimestre de cada ejercicio de los empréstitos materializados en Bonos y Obligaciones del Estado a cinco o más años".* En nuestro caso hemos considerado esta normativa como referencia para el tipo de interés aplicable a la provisión de los Planes y Fondos de Pensiones, aún cuando en la Disposición Adicional Única del Real Decreto 1589/1999 de 15 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de Planes y Fondos de Pensiones, aprobado por RD 11307/1998 de 30 de septiembre, se indica que *"el tipo de interés utilizable no podrá ser superior al 4 por 100"*. Hemos utilizado el tipo de interés de emisión de los Bonos del Tesoro a cinco años.

Aunque durante los períodos de julio y octubre de 1992, diciembre de 1992, y marzo y abril de 1994, no se han producido emisiones de Bonos del Tesoro a cinco años, se ha utilizado esta emisión como representativa del parámetro "Largo" que se utiliza como tipo de interés de la valoración actuarial. En los períodos en que no se produjo emisión, se ha considerado el valor medio del período inmediatamente anterior y posterior.

En el siguiente cuadro se refleja cómo hemos utilizado la información de la Deuda Pública para la Gestión de Activos y Pasivos de nuestra cartera.



2.4. RENTABILIDAD DE LA RENTA VARIABLE

Aquellos valores cuya rentabilidad no es fija, sino que depende de su cotización en el mercado de la gestión de la empresa que la emite, son los que se denominan Valores de Renta Variable. Las Bolsas de Valores son los mercados secundarios especializados en Renta Variable, aunque también negocien valores de Renta Fija, tanto pública como privada.

Como indicador de la marcha diaria de las cotizaciones, las Bolsas publican sus Índices bursátiles, expresivos de los movimientos habidos en un conjunto seleccionado de títulos. Agregar toda la información en un Índice resulta de extraordinaria utilidad como resumen del comportamiento del mercado, y sirve de base para llevar a cabo distintas estrategias de inversión. En la medida en que no todos los títulos tienen el mismo volumen de negociación en Bolsa, los Índices se elaboran, ponderando cada título por un indicador expresivo del citado volumen, que en el caso español es la capitalización bursátil (valor del capital social de cada empresa según la cotización de sus acciones en la Bolsa) al final del año anterior.

Desde 1991 se dispone del Índice IBEX 35, representativo del mercado continuo, que es común a todas las Bolsas españolas. Este Índice se elabora por la Sociedad de Bolsas, estando integrado por los 35 valores cotizados en el Servicio de Interconexión Bursátil con las mejores condiciones en cuanto a liquidez. El Índice tiene como valor base 3.000 al cierre del mercado del día 29 de diciembre de 1989 y es de actualización continua.

Inicialmente, cada bolsa tenía sus propios Índices, por lo que tradicionalmente no podía hablarse de un Índice representativo del conjunto de la bolsa española. Para este fin se ha usado generalmente el Índice General de la Bolsa de Madrid (IGBM, en adelante), sobre todo considerando que Madrid,

dentro de la Bolsas españolas juega un papel preponderante, con un 85% del total, ocupando actualmente la cuarta plaza bursátil en el concierto europeo.

El IGBM es un Índice de precios que refleja la rentabilidad obtenida por el aumento o la disminución de la cotización de las acciones, corregido por la influencia de las ampliaciones de capital y pago de dividendos. Éste Índice está calculado desde diciembre de 1940, y, en la actualidad, tiene base 100 a fecha 31 de diciembre de 1985. Para el cálculo del IGBM se buscan los valores más representativos a 31 de diciembre de cada año, en función de su capitalización bursátil y en función de:

- Su Índice de frecuencia.
- Volumen de contratación.
- Índice de rotación[2]

Cada 1 de enero varía la composición de este Índice, de tal manera que el 31 de diciembre se calcula la ponderación que va a tener cada valor seleccionado en el Índice de su sector y a su vez el peso del sector en el total de la Bolsa.

Para calcular el IGBM se utiliza el Índice de Laspeyres que es un Índice ponderado por la capitalización bursátil a 31 de diciembre. Sobre la base de esta ponderación, se calculan los productos de los Índices de cada valor (cociente entre la última cotización y la del 31 de diciembre) por sus ponderaciones en el sector. La suma de dichos productos, de todos los valores que componen el sector, nos informa del Índice del sector. Una vez conocido el Índice sectorial, multiplicando éste por la ponderación que tiene en el Índice

[2] Para el año 2000 estos criterios han sido: un volumen de contratación superior a los 6 millones de euros efectivos hasta mediados de diciembre, una frecuencia de contratación mínima del 50% de las sesiones y rotación de los títulos superior al 10%

general, y sumando lo correspondiente a cada sector, se obtiene el Índice General de la Bolsa de Madrid. En el siguiente cuadro, elaborado por la Bolsa de Madrid, se reflejan la ponderación sectorial en el Índice así como el número de valores incluidos cada año, durante el período objeto de nuestro análisis.

Cuadro 2.3. Ponderación sectorial en el IGBM

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Bancos y empresas financieras	28.98	29.08	30.29	31.65	31.06	28.99	34.19	32.56	29.06
Eléctricas	20.54	23.64	24.64	21.55	26.48	28.87	22.56	23.19	13.9
Alimentación	5.28	3.75	2.9	3.12	2.94	2.8	3.1	2.95	2.1
Construcción	7.86	6.62	7.03	7.52	5.25	4.37	6.11	6.41	4.11
Cartera e inversión	5.41	3.85	3.03	2.91	2.74	2.48	2.37	2.92	2.55
Metal mecánica	3.47	3.12	3.15	3.64	2.93	2.93	3.61	2.80	2.07
Petróleo y químico	10.25	11.42	10.53	10.19	9.68	8.61	7.98	6.31	8.33
Comunicaciones	12.15	13.05	13.69	12.07	11.83	14.33	14.01	15.48	22.57
Otras industrias y servicios	6.11	5.47	4.74	7.35	7.09	6.62	6.07	7.38	4.97
Nuevas Tecnologías									10.34

Número de valores incluidos en el IGBM

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Bancos y empresas financieras	13	14	19	19	17	16	15	15	11
Eléctricas	10	11	11	11	11	11	11	11	7
Alimentación	9	10	10	12	11	10	13	15	15
Construcción	14	14	13	16	16	13	14	12	10
Cartera e inversión	6	5	5	6	6	5	6	6	3
Metal mecánica	14	14	13	12	11	13	16	17	13
Petróleo y químico	11	10	10	10	11	13	16	15	14
Comunicaciones	7	9	6	6	7	7	7	6	6
Otras industrias y servicios	10	9	11	15	16	22	24	28	30
Nuevas tecnologías									10

Anualmente se revisa la composición del Índice General en función de criterios de liquidez y frecuencia de contratación. Al cierre de 1999, la principal novedad es la creación de un sector más, el de Nuevas Tecnologías, que agrupa un conjunto de valores cuyas actividades corresponden a lo que se ha dado en llamar la nueva economía de servicios. Éste nuevo sector ha entrado en funcionamiento en enero del año 2000.

En el Boletín Oficial de Cotizaciones de la Bolsa de Madrid se publican el tradicional Índice General de la Bolsa de Madrid y el Índice Total. Ambos se calculan de forma continua y mientras el primero recoge las variaciones de precios, el segundo incorpora, a las variaciones de precios, la rentabilidad por ampliaciones, dividendos y devoluciones de capital.

En el IGBM se realizan una serie de ajustes para que no se vea influenciado por hechos como son el pago de dividendos, las ampliaciones de capital, splits o desdoblamientos, reducciones de capital con devolución al accionista..... Los ajustes son los siguientes:

* Pago de dividendos: El día que una sociedad paga un dividendo, el mercado automáticamente lo descuenta al precio de la acción, por ello para corregirlo en el Índice lo que se hace es descontar dicho importe bruto del dividendo pagado a la cotización que se está usando como referencia para el cálculo del Índice y este será el nuevo precio de referencia a partir de ese momento hasta nuevos ajustes.

* Ampliación de capital: Como consecuencia del inicio de una ampliación de capital el accionista tiene adherido a su acción un derecho preferente de suscripción, que tiene un Valor Teórico. El mercado, el día que se inicia la ampliación, descuenta a la cotización del día anterior ese Valor Teórico del derecho de suscripción, iniciándose a la vez un mercado de

derechos. El ajuste que hace el Índice, para no registrar esta caída en la cotización, es dividir a la cotización que se está tomando como referencia hasta ese momento por lo que se denomina Efecto Derecho de Suscripción (EDS) que es:

$$EDS = \frac{PV}{(PV - Vcto)}; \qquad donde \qquad Vcto = N\left(\frac{PV - PN - d}{N + V}\right)$$

siendo:

PV: precio acción antes de la ampliación.

Vcto: valor teórico del derecho de suscripción.

N: número de acciones nuevas.

V: número de acciones viejas.

PN: precio de acciones nuevas.

d: diferencia de dividendo entre acciones *N* y *V*.

* Desdoblamiento o splits: Se produce cuando el nominal de una acción sufre una modificación de reducción de nominal por desdoblamiento del número de acciones en que se desdobla cada una de ellas. Para corregir este efecto en el Índice, se divide el precio de referencia entre el factor o proporción del split.

Si en las acciones se obtiene dividendo, la rentabilidad de la acción es el valor de la acción al final del período, más dividendos, derechos y otros ingresos o disminuciones inherentes a la acción por el valor al inicio menos uno. La fórmula es:

$$R_{rv} = \frac{P_{p+1} + div \pm otros}{P_p} - 1$$

Si los precios vienen ajustados por los dividendos, derechos y otras remuneraciones o disminuciones, la rentabilidad de un período viene dada por la siguiente fórmula:

$$R_{rv} = \frac{P_{p+1}}{P_p} - 1$$

y teniendo en cuenta que se trabaja con un Índice la fórmula a utilizar para un período anual, tomado mes a mes, es:

$$Rentabilidad \quad R.Variable = RV_{i,j} = \frac{IGBM_{i,j} - IGBM_{i,j-1}}{IGBM_{i,j-1}} \approx LN \frac{IGBM_{i,j}}{IGBM_{i,j-1}}$$

$$\forall \quad i = \{1,2.....,12\}; \quad j = \{1,.....,9\}$$

siendo:
$IGBM_{i,j}$ *el Indíce General de la Bolsa de Madrid para el mes* "i" *del año* "j", $j = 1$ *en el año* 1992

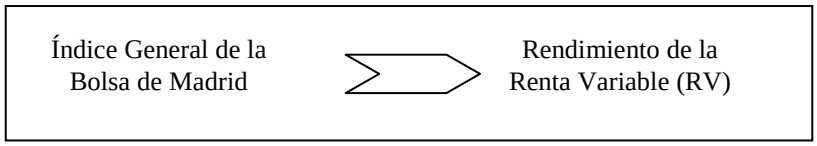
Como se expone en el resumen anual elaborado por la Bolsa de Madrid, durante el año 1999 ésta ha dado muestras de estar preparada para afrontar los nuevos retos competitivos que han impuesto las nuevas tecnologías y la globalización e integración de las finanzas internacionales. La respuesta de la Bolsa ha sido rápida.

Ha sido capaz de poner en marcha un Mercado de Valores Latinoamericano en euros (LATIBEX), con sede en Madrid, que supone un paso de integración sin precedentes entre los mercados de capitales europeos y americano. El objetivo de este mercado consiste en constituirse en el mercado de referencia en Europa para los valores latinoamericanos. En sus

primeros pasos, los inversores individuales han sido los protagonistas, y los institucionales se han ido incorporando, sobre todo, tras la aprobación de la Orden Ministerial que permite a los fondos de inversión españoles invertir en los valores negociados en Latibex.

Asimismo, la Bolsa de Madrid ha liderado, junto con sus socios europeos, el asentamiento de las bases de lo que es la implantación de la Alianza Europea de Bolsas. Esta alianza fue formalizada en Madrid el pasado 4 de mayo de 1999, tras el acuerdo originario entre las bolsas de Alemania y de Londres, ya anunciado en julio de 1998. La Alianza está integrada en la actualidad por ocho de las principales Bolsas europeas. Además de las dos Bolsas originarias y la propia Bolsa de Madrid, están comprometidas con el proyecto las de Amsterdam, Bruselas, Milán, París y la Bolsa Suiza. El proyecto se plantea como un proceso de convergencia entre los principales mercados bursátiles europeos dirigido y coordinado por ellos. El objetivo establecido es instaurar un ámbito de contratación homogéneo basado en un único modelo de mercado, en el que se negocien en euros las acciones europeas de mayor liquidez. El horizonte establecido por la Alianza Europea de Bolsas para la implantación del modelo de funcionamiento descrito es finales de 2000.

Como se desprende de lo expuesto anteriormente, en el nuevo entorno de globalización los parámetros a tener en cuenta son diferentes a los que conocemos del pasado. Pero, al igual que en el resto de los casos, hemos de analizar la información disponible en el pasado para analizar la rentabilidad de la Renta Variable, y para ello utilizamos el IGBM.



Cuando el horizonte es el largo plazo, un consejo habitual de los expertos es invertir en acciones[3] (Siegel, 1998; Malkiel, 1996). Este consejo se basa en que, históricamente, la Renta Variable ha conseguido capturar la prima por el riesgo que debe necesariamente ofrecer como expectativa, lo cual no significa que las acciones carezcan de riesgo a largo plazo. Sí pueden considerarse como puntos fuertes de la inversión en acciones, la oportunidad de capturar la prima por el riesgo y las propiedades de la diversificación del riesgo resultante de crear una cartera de acciones. Pero su principal punto débil proviene de que obligan a asumir el riesgo del mercado de Renta Variable, y de que están asimismo sometidos a riesgo de liquidez y de crédito. Además, como se expone en Montllor, y Tarazón, (1999), *"la elevada rentabilidad real de las bolsas en los países industrializados en el pasado no parece resultar extrapolable al futuro. Los aumentos de precios que los mercados de Renta Variable han experimentado en los últimos años parecen haber incorporado al precio, tanto los efectos de unas perspectivas económicas optimistas como de la reducción de los tipos de interés, la cual, además, ha dado lugar a un desplazamiento de la demanda de la Renta Fija a la Renta Variable, con la consiguiente presión sobre los precios de ésta última..... En función de estas expectativas, la consultora PDFM (1998) estima para el Reino Unido una rentabilidad media real anual de la bolsa en el futuro del 3,75 %, frente al 7 % anual de los últimos 35 años".*

[3] A largo plazo, como se indica en el Informe de la Bolsa de Madrid de 1999, la rentabilidad del mercado es excelente, alcanzando el Índice General un 215 % en los últimos cuatro años, y sobrepasando este nivel Comunicaciones, Cartera e Inversión, Bancos y empresas Financieras.

2.5. TIPOS DE INTERÉS DE LOS CRÉDITOS HIPOTECARIOS

La generalización en España de la concesión de créditos a tipos de interés variable hizo necesario calcular un tipo de interés de referencia para estas operaciones. El primer antecedente sobre esta materia se remonta a una Orden Ministerial (OM) de 17 de enero de 1981, del Ministerio de Economía, sobre liberalización de tipos de interés y dividendos bancarios. Posteriormente la Orden del Ministerio de Economía de diciembre de 1984 indica, en su artículo 7º, que *"los préstamos hipotecarios, que sirvan de cobertura a las emisiones de cédulas o bonos hipotecarios a interés parámetro, deben concederse a tipos de interés parámetros en relación a un tipo de interés de referencia en base a los Artículos 47 y 48 del Real Decreto 685/1982 ".*

La Asociación Hipotecaria Española y el Banco Hipotecario de España solicitaron la publicación de tipos de referencia. Por todo ello la Orden de 5 de mayo de 1994 del Ministerio de Presidencia en su disposición Adicional segunda señaló que *"el Banco de España, previo informe de la Dirección General del Tesoro y Política Financiera definirá, mediante Circular, un conjunto de Índices o tipos de referencia oficiales, susceptibles de ser aplicados, por las entidades de crédito, a los préstamos hipotecarios a interés variable".*

Es la Circular del Banco de España de 22 de julio de 1994 la que, modificando la Circular 8/1990 de 7 de septiembre, fija la definición y cálculo de los tipos de referencias señalando, además, que el Banco de España dará una difusión adecuada a estos Índices que se publicarán mensualmente en el Boletín Oficial del Estado. Estos tipos son los siguientes:

* Tipos medios de préstamos hipotecarios a más de tres años para adquisición de vivienda libre. Bancos, cajas de ahorros y conjunto de entidades: Se definen como la media aritmética simple de los tipos de interés medios ponderados por el saldo de las operaciones de préstamo con garantía hipotecaria a plazo igual o superior a tres años, para adquisición de vivienda libre, que hayan sido iniciadas o renovadas durante el mes al que se refieren los Índices. Las fórmulas de cálculo son:

- Para el caso de los bancos:

$$CH_{banco} = \frac{\sum ch_{banco}}{n_{banco}}$$

siendo:

CH_{banco} : la media de los tipos de interés medios ponderados del conjunto de cajas de ahorro.

ch_{banco} : el tipo medio ponderado de los préstamos de cada banco.

n_{banco} : el número de bancos declarantes.

- Para el caso de las Cajas de ahorros la formulación será la misma referida, lógicamente, a información de las cajas de ahorros, es decir:

$$CH_{cajas} = \frac{\sum ch_{caja}}{n_{cajas}}$$

- En el caso del conjunto de entidades, la fórmula de cálculo para dicho tipo es:

$$CH_{c} = \frac{\sum ch_{banco} + \sum ch_{caja} + \sum ch_{sch}}{n_{banco} + n_{cajas} + n_{sch}}$$

siendo:

CH_c : la media de los tipos de interés del conjunto de entidades.

$ch_{banco}, ch_{caja}, ch_{sch}$: los tipos de interés medios ponderados de cada banco, cajas de ahorro y sociedades de crédito hipotecario, respectivamente.

$n_{banco}, n_{caja}, n_{sch}$: el número de bancos, cajas de ahorro y sociedades de crédito hipotecario declarantes, respectivamente.

* Tipo activo de referencia de las Cajas de Ahorro. Conocido como "indicador CECA, tipo activo" se define como el noventa por ciento redondeado a octavos de punto, de la media simple correspondiente a:

1. La media aritmética, de los préstamos personales formalizados mensualmente en operaciones a plazo de un año a menos de tres.

2. La media aritmética de los préstamos con garantía hipotecaria formalizados mensualmente por plazo de tres años o más.

En ambos casos eliminando los valores que se separen en ± 2 veces la desviación típica. Los tipos tomados para realizar el cálculo son los tipos anuales equivalentes (TAE[1]). La fórmula de cálculo es:

[1] TAE: tasa que iguala en cualquier fecha el valor actual de los efectivos recibidos y entregados a lo largo de la operación por todos los conceptos, incluido el saldo remanente a su término.

$$\overline{CH} = \frac{\sum_{i=1}^{n} ch_i}{n}$$

siendo:

$\overline{CH}$: la media aritmética

ch_i : el dato correspondiente a cada entidad

n: el número de cajas de la muestra.

La serie obtenida ha de ser depurada, eliminando los valores extremos que se aparten de la media aritmética de la serie completa dos o más veces de su desviación típica o estándar (σ).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(ch_i - \overline{CH}\right)^2}{n}}$$

y se incluirán en el cálculo de la media aritmética aquellos valores que verifiquen la siguiente condición:

$$\overline{CH} - 2\sigma < ch_i < \overline{CH} + 2\sigma$$

* Tipo de rendimiento interno en el mercado secundario de la deuda entre dos y seis años. Este Índice se define como la media móvil semestral, centrada en el último mes, de los rendimientos internos medios ponderados diarios de los valores emitidos por el Estado, materializados en anotaciones en cuenta y negociados en operaciones simples al contado, del mercado

secundario entre titulares de cuentas, con vencimiento residual entre dos y seis años.

El Índice se calculará aplicando las siguientes fórmulas:

1. Para calcular el rendimiento interno efectivo de cada operación realizada:

$$P_i = (1+R_i)^{-1}\left[C\frac{1-(1+R_i)^{-N/M}}{1-(1+R_i)^{-1/M}} + A_i(1+R_i)^{-(N-1)/M}\right]$$

2. El rendimiento interno medio ponderado diario se obtiene ponderando los rendimientos internos de cada operación por sus respectivos volúmenes nominales de negociación:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{M} R_i P_i}{\sum_{i=1}^{M} P_i}$$

3. El Índice efectivo se define como la media simple de los rendimientos internos medios ponderados diarios, registrados en los seis meses precedentes al de la publicación:

$$I_e = \frac{\sum R}{t}$$

siendo:

I_e: Índice efectivo

R : la media ponderada diaria, en tanto por ciento, de las tasas de rendimiento interno de las operaciones de valores que sean valores emitidos por el Estado y materializados en anotaciones en cuenta, negociados en operaciones simples al contado en el mercado entre titulares de cuentas en la Central de Anotaciones, que sean valores con tipo de interés fijo, contratados a tipos de mercado y que el plazo residual del valor negociado esté comprendido entre dos y seis años.

P_i : precio total de la operación.

R_i : tipo de rendimiento interno de cada operación.

C : importe bruto de un cupón.

T : tiempo en años entre la fecha de liquidación y el primer cupón.

N : número de cupones a pagar hasta la amortización.

M : número de pagos de cupón por año.

A : valor de amortización.

t : número de días con negociación en el período considerado.

* Tipo interbancario a un año (Mibor). Se define como la media simple de los tipos de interés diarios a los que se han cruzado operaciones a plazo de un año (354 a 376 días) en el mercado de depósitos interbancarios, durante los días hábiles del mes legal correspondiente.

La implantación del mercado del euro ha motivado que se incremente el número de días en que no se cruzan operaciones en el mercado interbancario nacional, por ese motivo la OM de 1 de diciembre de 1999 establece una nueva fórmula de cálculo para dicho Índice, al tiempo que le retira su carácter de tipo de referencia oficial para los préstamos que se suscriban con posterioridad a la entrada en vigor de dicha Orden (1 de enero

de 2000). La Circular del Banco de España 7/1999, de 29 de junio, tiene como objetivo ajustar el cuadro de tipos oficiales de referencia para préstamos hipotecarios a la nueva situación creada tras la introducción el Euro. Esta Circular introduce un nuevo tipo oficial de referencia de los préstamos hipotecarios, ligado al comportamiento del EURIBOR a 1 año, denominado "Referencia Interbancaria a un año". Éste Índice se define como la media aritmética simple de los valores diarios de cada mes, del tipo de contado publicado por la Federación Bancaria Europea para las operaciones de depósito en euros a plazo de un año, calculado a partir del ofertado por una muestra de los bancos más importantes de la zona euro, es decir, el EURIBOR.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

1. Para el cálculo del tipo de interés diario ponderado:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i E_i}{\sum_{i=1}^{n} E_i}$$

2. Para el cálculo del tipo de depósitos interbancarios:

$$I_{DI} = \frac{\sum R_d}{t}$$

siendo:

R_d : la media ponderada de los tipos de interés diario.

R_i : los tipos de interés de cada una de las operaciones cruzadas.

E_i : el importe efectivo de cada operación.

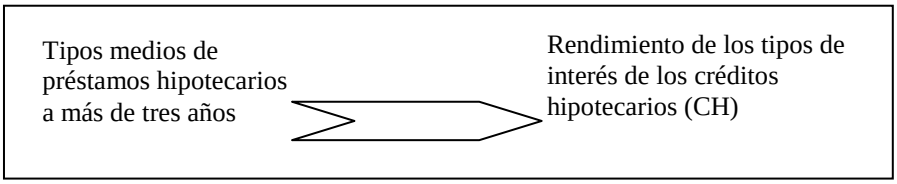
n : el número de operaciones cruzadas en el día.

I_{DI} : el tipo Mibor a 1 año.

t : número de días durante los que se hayan cruzado operaciones.

Por último también señalar que hay otros tipos de interés de referencia del mercado hipotecario no oficiales como son: el tipo de interés más practicado por cada entidad en los créditos hipotecarios concedidos durante el último mes de cada trimestre natural, el tipo de interés medio ponderado de la emisión de las cédulas hipotecarias, el tipo de interés medio ponderado de los títulos de Deuda Pública interior y amortizable, de plazo entre tres y seis años.

Finalmente, y a pesar de la Circular 7/1999, hemos decidido trabajar con los tipos medios de préstamos hipotecarios a más de tres años para adquisición de vivienda libre de los bancos. Esto se debe a que necesitamos utilizar datos de los parámetros en el pasado, información de la que no se dispone, como es evidente, en el caso del EURIBOR.



Los riesgos asociados a este tipo de operaciones son el riesgo de crédito y el riesgo de interés. Concretamente, el riesgo de crédito, definido como la posibilidad de impago de la cantidad resultante por la parte obligada a

ello. Si, efectivamente, se produce este hecho, la parte acreedora dejará de percibir la cantidad resultante en el momento de la liquidación. Respecto al riesgo de interés existe la posibilidad de que la evolución de los tipos de interés sea contraria a la esperada en el momento de la concesión del crédito. Si se da esta circunstancia, el resultado será que se percibirá menos cuantía como pago del crédito de la inicialmente esperada.

2.6. ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMO

El Índice de Precios al Consumo es una medida estadística de la evolución del conjunto de precios de los bienes y servicios que consume la población residente en viviendas familiares en España. En el Sistema de Índice de Precios al Consumo base 1992, la media aritmética simple de los Índices mensuales de dicho año calculados, según este Sistema, se ha hecho igual a 100. El estrato de referencia o grupo de población cuya estructura de gastos sirve de base a la selección de los artículos representativos y al cálculo de las ponderaciones de los mismos, es el conjunto de la población residente en viviendas familiares en España.

A partir de la Encuesta de Presupuestos Familiares, realizada desde el 1 de abril de 1990 al 31 de marzo de 1991, donde se trabajó con más de 900 partidas de gastos, se han seleccionado 471 artículos, clasificados en ocho grupos, cuya evolución de precios representa la de la totalidad de bienes y servicios de consumo. El conjunto de estos artículos recibe comúnmente el nombre de “cesta de la compra”.

Para calcular el Índice de Precios al Consumo correspondiente al período "p" se utiliza el Índice de Laspeyres, así:

$$I_t = 100\sum_i w_i I_{ip} = 100\sum_i w_i \frac{P_{ip}}{P_{i0}}$$

siendo:

P_{it} los precios del artículo "i" en el momento "p"

P_{i0} los precios del artículo "i" en el momento "0"

La ponderación de un artículo - w_i - representa la proporción del gasto efectuado en ese artículo respecto al gasto total efectuado por los hogares. La estructura de ponderación permanecerá fija durante el período de vigencia del Sistema de Índices de Precios de Consumo, base 1992. Los ocho grupos con los que se calcula el Índice tienen la siguiente ponderación:

Cuadro 2.4.

GRUPOS	*PONDERACIONES*
Alimentación	293,607
Vestido	114,794
Vivienda	102,803
Menaje	66,840
Medicina	31,260
Transporte	165,419
Cultura	72,671
Otros	152,606
Total	*1.000,000*

El Tratado de Maastrich para la Entrada en la Unión Europea fija unos límites en materia de inflación que todo país miembro debía cumplir. De ahí que se creara el Índice de Precios de Consumo Armonizado (IPCA) o Harmonised Index of Consumer Prices (HICP) que como define el Instituto Nacional de Estadística (INE) es un indicador estadístico cuyo objetivo es proporcionar una medida común de la inflación que permita realizar comparaciones entre los países miembros de la Unión Europea. Se creará un IPCA para cada país, el proceso de armonización para calcular este Índice supone llevar a cabo dos fases:

La primera se ha desarrollado durante 1996. Establecía el cálculo de los Índices de Precios de Consumo Transitorio (IPCT) basado en el Índice de Precios de cada uno de los países miembros cuyos resultados se han venido publicando mensualmente.

La segunda contempla la construcción de los Índices de Precios de Consumo Armonizados, como resultado de homogeneizar los aspectos metodológicos más importantes de cada uno de los Índices de Precios de Consumo para hacerlos comparables. Durante el período de implantación transitoria, se han ido realizando las modificaciones y ajustes necesarios sobre los Índices de Precios nacionales hasta conseguir un Índice con unas características esenciales comunes a todos los países. El primer Índice de esta fase es el correspondiente a enero de 1997, que es el que se hace público el día 7 de marzo. Estos Índices tendrán como período de referencia el año 1996.

La base legal del proceso de armonización de los Índices de Precios de Consumo es el Reglamento del Consejo número. 2494/95 de 23 de octubre de 1995 que establece las directrices para la obtención de Índices comparables, así como un calendario de obligado cumplimiento para todos los países de la Unión Europea.

El IPCA de cada país cubre las parcelas que superan el uno por mil del total de gasto de la cesta de la compra nacional. En cada Estado miembro se han realizado ajustes para conseguir la comparabilidad deseada.

De conformidad con el artículo 1 del Protocolo sobre los criterios de convergencia previstos en el artículo 121 del Tratado de la Unión Europea se conviene que " *el criterio relativo a la estabilidad de precios, contemplado en el primer guión del apartado 1 del artículo 121 del Tratado, se entenderá en el*

sentido de que los Estados miembros deberán tener un comportamiento de precios sostenible y una tasa promedio de inflación, observada durante un período de un año antes del examen, que no exceda en más de un 1,5% la de, como máximo, los tres Estados miembros con mejor comportamiento en materia de estabilidad de precios". La tasa de inflación ha sido calculada como el incremento en el dato más reciente de la media de doce meses de los Índices Armonizados de Precios de Consumo (IPCA) sobre la media de los doce meses anteriores. El período de referencia considerado en el Informe de Convergencia del Banco Central Europeo (2000) ha sido el transcurrido entre abril de 1999 y marzo del 2000. Los tres países con menores tasas de inflación fueron Suecia (0,8%), Austria (0,9%) y Francia (0,9%). La tasa media resultante es 0,9%, de modo que añadiendo1,5 puntos porcentuales el valor de referencia es 2,4%.

En el caso español se han realizado algunas exclusiones de ciertas partidas de forma que la ponderación total eliminada de la estructura del IPC español se sitúa en torno al cinco por ciento. La fórmula general para obtener el IPCA, se basa, al igual que para el caso español en el Índice de Laspeyres, resultando esta:

$$IPCA = \sum_i I_i \times W_i$$

donde el Índice de cada artículo, I_i , se obtiene como cociente de las medias aritméticas de sus precios. Las ponderaciones W_i permanecerán fijas cada mes, siendo para los doce grupos que forman el IPCA las siguientes:

Cuadro 2.5.

GRUPOS	*PONDERACIONES*
Alimentación y bebidas no alcohólicas	27.5%
Bebidas alcohólicas y tabaco	3.2%
Vestido y calzado	11.4%
Vivienda	11.2%
Menaje	6.5%
Medicinas	0.8%
Transporte	14.6%
Comunicaciones	1.6%
Ocio y cultura	6.9%
Enseñanza	0.1%
Hoteles, restaurantes y cafeterías	11.8%
Otros	4.4%
Total	*100%*

A partir de los IPCA de los países miembros EUROSTAT obtiene un Índice de Precios de Consumo de la Unión Europea, como media ponderada de los IPCA de dichos Índices.

No obstante, debido a que trabajamos con datos históricos, en este caso hemos utilizado los datos del Índice de Precios de Consumo español, con base en 1992. Nuestro objetivo es conocer cual ha sido la evolución de los precios, si han aumentado o disminuido y en que cuantía, de ahí que se utilize el Índice de Precios al Consumo y con él calculemos el crecimiento de los precios de cada período anual tomado mes a mes, de enero a enero, de febrero a febrero, etc..... La fórmula que aplicamos es:

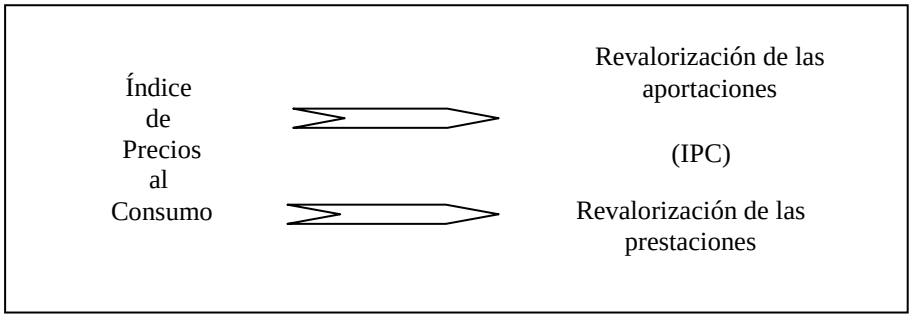
$$IPC_{i,j} = \frac{I_{i,j} - I_{i,j-1}}{I_{i,j-1}} \approx LN \frac{I_{i,j}}{I_{i,j-1}}$$

$$\forall \quad i = \{1,2.....,12\} \quad j = \{1,.....9\}$$

siendo :
$I_{i,j}$*:el Índice de Precios al Consumo para el mes "i" del año "j"*
$j = 1$ *en el año 1992*

De esta forma se obtiene la información sobre el crecimiento anual de los precios para cada período mensual, que es el parámetro que utilizamos en nuestro modelo de gestión.

La información relativa al crecimiento de los precios se utiliza para actualizar los salarios de los trabajadores así como las prestaciones que han de pagarse, por parte del Fondo de Pensiones, a los partícipes cuando causen prestación. Utilizando un criterio simplificador, empleamos el IPC como medida alternativa al incremento salarial medio pactado, en base a los convenios colectivos, cifra que publica el Banco de España en su Boletín Estadístico.



Una inflación inesperada afecta de forma negativa a todos los parámetros analizados anteriormente, y supone un doble riesgo para el Fondo de Pensiones de Prestación Definida, puesto que, por un lado, lleva implícito un aumento en las obligaciones a pagar por el Fondo, y, por otro, el rendimiento real de los activos es inferior al previsto.

Una vez que hemos expuesto cuáles son los parámetros que hemos de estudiar o analizar, recordando de nuevo el hecho de que el análisis, salvo en el caso de los requerimientos legales, podría igualmente realizarse con otros parámetros y que en el entorno de la Unión Europea serán otros, indudablemente los que habrá que utilizar en estudios futuros, pasemos a analizar estadísticamente cual ha sido el comportamiento de cada uno de estos parámetros.

MENÚ SALIR

Capítulo 3.

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS FACTORES Y RENDIMIENTOS QUE COMPONEN LOS ACTIVOS Y PASIVOS DE UN FONDO DE PENSIONES

3.1. Introducción

3.2. Análisis de los estadísticos más representativos

3.3. Normalidad de los parámetros

3.4. Análisis de autocorrelación

3.5. Análisis de estacionariedad

3.6. Análisis de correlación entre los parámetros

3.7. Determinación de la longitud óptima del retardo

3.8. Análisis de causalidad

3.9. Estimación del Vector Autorregresivo (VAR)

3.10. Análisis de cointegración

3.11. Estimación del Vector de Corrección de Errores (VECM)

3.12. Ventajas e inconvenientes del modelo de estimación seleccionado

MENÚ SALIR

3.1. INTRODUCCIÓN

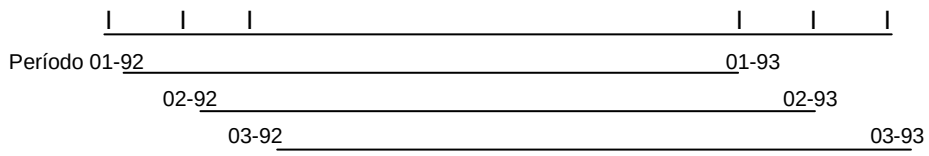
El objetivo que se persigue es conocer los valores futuros de los parámetros económicos que se manejan en el problema de gestión de cartera de un Fondo de Pensiones. Este conocimiento es la base de los modelos de asignación de Activos y Pasivos (Asset Liability Management, ALM). Para poder realizar predicciones sobre el comportamiento de los parámetros, que hemos definido en el apartado anterior, el primer paso es, analizar cual ha sido su comportamiento en el pasado. Tras conocer esta información se podrán definir pautas de comportamiento de los parámetros lo que nos ayudará a hacer menos "incierto" el futuro. No se pretende prefijar de antemano cual va a ser el comportamiento de los parámetros siguiendo modelos como los presentados por Mulvey (1996), Mulvey y Thorlacius (1998), Cariño et al. (1994) , Wilkie (1986,1995), Dert (1995) y Boender (1998) y que han sido expuestos en Capítulos anteriores, sino que nuestro objetivo es que sean los valores que han tomado estos parámetros a lo largo del tiempo los que nos indiquen cual es su estructura.

El período en que analizamos el comportamiento de los parámetros comprende desde enero de 1992 hasta marzo de 2000. La información que se ha tomado es de datos anuales con periodicidad mensual, con lo que se trabaja con 99 datos. Igual periodicidad se utiliza en Estrada, Sastre y Vega (1994) para analizar el mecanismo de transmisión de los tipos de interés, en el caso español, así como en el trabajo de Ferrer (1999) relativo a la sensibilidad del mercado español de acciones ante los cambios de los tipos de interés nominales. Este último justifica que *"esta periodicidad permite operar con extensos intervalos muéstrales de manera bastante manejable y además tiende a reflejar mejor las conexiones existentes entre los parámetros ".* Somos conscientes de que este número de datos resulta insuficiente para el análisis que planteamos, lo que puede llevar a algún sesgo en el modelo de predicción

que calculemos, pero el hecho de no disponer de datos anteriores, que sean homogéneos, para algunas de los parámetros que analizamos, nos ha limitado a empezar el análisis en enero de 1992. Este reducido número de datos, al igual que se justifica en otros trabajos Alonso, Ayuso y Martínez (1997), *"es resultado del tardío desarrollo de los mercados financieros en España, lo que imposibilita la utilización de una muestra mayor ".*

Otra posibilidad hubiera sido trabajar con datos anuales de periodicidad anual. Pero en este caso el tamaño de la serie hubiera sido excesivamente pequeño, tan solo 8 datos. Por lo tanto se toma la decisión de trabajar con datos anuales de periodicidad mensual. La selección de los datos de esta forma es lo que se denomina intervalos de datos sobrepuestos (overlapping intervals), es decir los datos que se toman informan sobre intervalos de tiempo donde hay valores que se sobreponen, un mismo período de tiempo es incluido en varios intervalos. En estos se da la circunstancia de que la distancia entre los puntos de inicio de dos intervalos seguidos es menor al tamaño del intervalo, como puede comprobarse en el gráfico 3.1. En nuestro caso el dato de un parámetro en enero de 1992 se refiere a la rentabilidad entre enero de 1992 y enero de 1993 del mismo, mientras que con el de febrero de 1992 nos estamos refiriendo a la rentabilidad entre febrero de 1992 y febrero de 1993. Como señala Müller (1993) el uso de intervalos de datos sobrepuestos es recomendado en situaciones como la nuestra, donde de otra forma el número de valores de la serie es muy pequeño.

Gráfico 3.1.



Nuestro objetivo se encuadra dentro del ámbito aleatorio o estocástico, puesto que no se conoce con certeza el valor que toman en el futuro los parámetros objeto de estudio. El modelo que se presenta refleja esta aleatoriedad, a través de un componente residual, que tiene, a su vez, una serie de características o estructura. Este componente residual recoge, tanto el valor del posible sesgo que se refleje en el modelo por el escaso número de datos con el que se trabaja, como el valor de la incertidumbre.

Por último antes de adentrarnos en este Capítulo volver a señalar que la base de nuestro planteamiento se centra en estudiar los parámetros (factores y rendimientos) en el pasado y que sean los valores de estos los que nos indiquen cual es su comportamiento y estructura. Se trata de “dejar hablar a los datos” y no de trabajar con modelos predeterminados.

3.2. ANÁLISIS DE LOS ESTADÍSTICOS MÁS REPRESENTATIVOS

Para analizar el comportamiento de los parámetros, al objeto de encontrar un modelo de predicción, el primer paso es estudiar individualmente cada una de las series a lo largo del tiempo. Basándonos en la información pasada de cada parámetro se obtienen una serie de estadísticos. Estos son: valor medio, valor mediano, valor máximo, valor mínimo, desviación estándar. En la tabla 3.1 se presentan los principales estadísticos de los siete parámetros durante enero de 1992 hasta marzo de 2000.

El mayor rendimiento lo registra la Renta Variable y la Renta Fija, siendo también estas magnitudes las de mayor desviación típica, si bien la volatilidad de la RV supera tres veces a la de la RF. Esta información se reafirma observando los datos de valores máximos y mínimos de la rentabilidad o crecimiento de los parámetros. Son también estos dos rendimientos los únicos que registran valores negativos en todo el período estudiado. Los tipos de interés se caracterizan por tener, aproximadamente, la misma volatilidad, siendo por término medio superior el tipo de interés de los Créditos Hipotecarios seguido del de los Bonos a cinco años y de los tipos de interés a un día y a tres meses que son prácticamente iguales. La menor desviación y valor medio lo registra el IPC.

Tabla 3.1. Estadísticos de la serie de datos anuales observados mensualmente desde enero de 1992 hasta el primer trimestre de 2000

	T	*D*	*L*	*RV*	*RF*	*IPC*	*CH*
Media	7.61%	7.67%	8.14%	15.29%	11.06%	3.63%	9.51%
Mediana	7.44%	7.71%	8.14%	15.03%	11.73%	3.76%	9.74%
Valor máximo	15.67%	15.16%	12.96%	63.05%	26.79%	6.9%	15.92%
Valor mínimo	2.42%	2.56%	3.33%	-35.24%	-4.89%	1.38%	4.26%
Desviación estándar	3.56%	3.52%	3.05%	22.17%	7.42%	1.45%	3.75%

3.3. NORMALIDAD DE LOS PARÁMETROS

Otro interesante grupo de estadísticos es el obtenido al analizar el sesgo y la curtosis. Antes de proceder al análisis de estos estadísticos señalar que cuando se realiza la exposición teórica de la formulación de cada uno de ellos se utiliza la variable "x" para identificar el rendimiento de los parámetros, de forma genérica.

Se estudia la simetría de la distribución a través del siguiente estadístico que nos indica el sentido en el que se inclina la distribución de frecuencias, tomando como referencia la media aritmética:

$$S=\frac{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(x_t-\bar{x})^3}{\sigma^3}$$

siendo:

T : el número de observaciones,

$\bar{x}$: el valor medio y

σ : la desviación típica.

Si este estadístico es igual a cero la distribución es simétrica, si es superior a cero se trata de una distribución asimétrica a la derecha o, lo que es lo mismo, es más frecuente que el parámetro tome valores por encima del valor medio, y si es un número negativo supone una distribución asimétrica a la izquierda, es decir, que hay mayor probabilidad que la variable tome valores inferiores a la media.

Sobre la base de los resultados presentados en la tabla 3.2 en todos los casos, excepto en el L, RV y RF, se observa que las distribuciones de los

rendimientos y factores son asimétricas a la derecha. La asimetría, en esas excepciones, supone que el parámetro tiene mayor probabilidad de tomar valores inferiores al valor medio. Esta idea enfatiza el hecho de que estos parámetros sean considerados los mas arriesgados.

También se analiza el apuntamiento o curtosis de la variable, que permite observar la concentración de probabilidad cerca de la media, a través del estadístico:

$$K = \frac{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(x_t - \bar{x})^4}{\sigma^4}$$

siendo:

T : el número de observaciones

$\bar{x}$:el valor medio y

σ :la desviación típica.

Si el estadístico es igual a tres la distribución es mesocúrtica y tiene el perfil de la distribución Normal (0,1), si es superior a tres es leptocúrtica y tiene mayor apuntamiento de que la distribución normal y colas mas gordas que esa distribución, lo que indica que hay mayor número de valores, por encima de la media mas, menos la desviación típica, que en el caso de la Normal (0,1).

Analizando la curtosis se observa que todos los valores están por debajo de 3. Dado que este estadístico no índica valores altos de curtosis, se puede afirmar que las distribuciones históricas de los parámetros, tomados con intervalos sobrepuestos, no tienen colas más gordas que la distribución normal. Que este estadístico tome valores inferiores a tres se debe que trabajamos con series de datos anuales observados con periodicidad mensual. Si los datos fuesen mensuales el resultado sería diferente.

Utilizaremos el estadístico de Jarque-Bera para contrastar si el parámetro está normalmente distribuida o no. El estadístico es:

$$\frac{T-k}{6}\left[S^2+\frac{1}{4}(K-3)^2\right]$$

siendo:

T : el número de observaciones

k : el número de regresores cuando examinamos residuos de una ecuación

S : el sesgo y

K : la curtosis.

Bajo la hipótesis nula de normalidad, el estadístico Jarque-Bera tiene una distribución χ^2 con dos grados de libertad.

La última información obtenida de la tabla 3.2 indica que la rentabilidad de la Renta Variable (RV), de la Renta Fija (RF) y los Precios (IPC) están normalmente distribuidas.

Tabla 3.2. Sesgo y curtosis de las series. Estadístico y probabilidad del test de normalidad de Jarque-Bera

	T	*D*	*L*	*RV*	*RF*	*IPC*	*CH*
Asimetría	0.41	0.38	-0.01	-0.09	-0.22	0.13	0.26
Curtosis	2.22	2.13	1.54	2.17	2.62	1.99	1.81
Estadístico	5.144(*)	5.485(*)	8.79(**)	2.93	1.428	4.467	6.93(**)
Probabilidad	0.0763	0.0644	0.0123	0.2299	0.4896	0.1071	0.0312

(***)/(**)/(*) denota significatividad al 90%/95%/99% de nivel de confianza

Los diferentes valores del parámetro a lo largo del tiempo forman una serie temporal. Un modelo de series temporales puede describir la senda de comportamiento de un parámetro

1. en términos de su propio pasado.
2. en términos de otros parámetros (contemporáneos o retardados).
3. y en términos de perturbaciones o innovaciones.

Vamos a ir analizando cada uno de estos componentes, con el fin de encontrar la estructura mas apropiada de la serie temporal y de conocer cuál de estos elementos, o todos, componen el modelo de comportamiento de la misma.

3.4. ANÁLISIS DE AUTOCORRELACIÓN

En primer lugar analizamos la autocorrelación existente entre cada parámetro en los diferentes momentos del tiempo. Se quiere comprobar si los parámetros están correlacionados a lo largo del tiempo, lo que indica que los valores del pasado tienen influencia en los valores del presente del parámetro y, por tanto, éste es explicado por valores retardados de él mismo. La información que obtengamos respecto a la autocorrelación de los parámetros nos indica cual es el proceso que sigue el mismo.

Siendo l el número de retardos, el coeficiente de correlación de la serie retardada l períodos es:

$$r_l = \frac{\sum_{t=1}^{T-l}(x_t - \bar{x})^2 (x_{t+l} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^{T-l}(x_t - \bar{x})^2}$$

$\forall\ l = \{1,2,.....\tau\}$

siendo:

τ : el número de retardos para el que se contrasta la autocorrelación

Si r_1, el coeficiente de autocorrelación del primer retardo, es cercano a uno significa que el parámetro está serialmente correlacionado. Si este coeficiente va disminuyendo geométricamente, a medida que aumentan los retardos, esto indica que la serie obedece a un proceso autorregresivo de orden bajo. Por otra parte, si el coeficiente se acerca a cero después de efectuar un número pequeño de retardos, indica que la serie obedece a un proceso de media móviles de bajo orden.

También se realiza un test que contrasta la hipótesis de que el parámetro sigue un ruido blanco o lo que es lo mismo, la ausencia de autocorrelación. Para ello se emplea el estadístico de Ljung-Box Q-statistic (1979):

$$Q_{LB}(\tau) = T(T+2)\sum_{l=1}^{\tau} \frac{r_l^2}{T-l};$$

siendo:

T :el número de observaciones

r_l :el coeficiente $l-$ésimo de autocorrelación

τ :el número de retardos para el que se contrasta la autocorrelación.

Bajo la hipótesis nula de autocorrelación igual a cero, el estadístico $Q_{LB}(\tau)$ se distribuye como χ^2, con grados de libertad igual al número de retardos.

Se han analizado hasta 12 períodos, observándose que cada uno de los parámetros tiene un coeficiente de correlación alto para pequeños retardos, y este coeficiente va disminuyendo a medida que aumenta el valor del retardo. Llegando incluso a valores negativos en algunas de los parámetros como es el caso de la Renta Variable y la Renta Fija.

En la tabla 3.3 se presentan los resultados para el caso de 6 y 12 retardos, valorando la autocorrelación en un plazo de seis meses y en un año completo. El contraste de Ljung-Box (1979), en ambos casos, rechaza la hipótesis de ausencia de autocorrelación para todos los parámetros analizados.

Los resultados obtenidos del coeficiente de autocorrelación y del contraste de Ljung-Box confirman la existencia de componentes

autorregresivos en la especificación de los parámetros. Esto supone que el modelo que refleje el comportamiento de las series temporales, tiene que tener en cuenta el valor en el pasado de los parámetros.

Tabla 3.3. Valores del coeficiente de correlación serial.

	T	*D*	*L*	*RV*	*RF*	*IPC*	*CH*
ρ_1	0.966	0.977	0.982	0.930	0.934	0.967	0.977
ρ_2	0.939	0.950	0.960	0.849	0.856	0.920	0.952
ρ_3	0.909	0.920	0.933	0.769	0.752	0.874	0.925
ρ_4	0.875	0.888	0.898	0.690	0.621	0.829	0.896
ρ_5	0.838	0.851	0.860	0.601	0.474	0.787	0.864
ρ_6	0.796	0.812	0.820	0.524	0.322	0.757	0.830
ρ_7	0.753	0.769	0.774	0.434	0.175	0.735	0.794
ρ_8	0.707	0.722	0.724	0.337	0.002	0.699	0.755
ρ_9	0.661	0.672	0.673	0.240	-0.109	0.659	0.715
ρ_{10}	0.616	0.623	0.622	0.128	-0.225	0.629	0.673
ρ_{11}	0.568	0.574	0.570	0.000	-0.316	0.596	0.632
ρ_{12}	0.516	0.521	0.521	-0.107	-0.394	0.567	0.590
$Q_{LB}(6)$	**495.46$^{(**)}$**	**509.31$^{(**)}$**	**519.85$^{(**)}$**	**342.36$^{(**)}$**	**299.16$^{(**)}$**	**461.94$^{(**)}$**	**518.19$^{(**)}$**
$Q_{LB}(12)$	**770.38$^{(**)}$**	**793.33$^{(**)}$**	**804.30$^{(**)}$**	**384.88$^{(**)}$**	**338.81$^{(**)}$**	**744.26$^{(**)}$**	**842.33$^{(**)}$**

Correlación serial y resultados del estadístico Ljung-Box (1979) utilizado para contrastar la hipótesis de ausencia de autocorrelación para 6 $Q_{LB}(6)$ y 12 $Q_{LB}(12)$ retardos. Significativos al 5% $^{(**)}$.

3.5. ANÁLISIS DE ESTACIONARIEDAD

Un proceso estocástico "x_p", para un período de tiempo "p", es débilmente estacionario si satisface los siguientes requisitos:

- $E(x_p)$ es independiente de "p".
- $V(x_p)$ es constante e independiente de "p".
- $Cov(x_p,x_s)$ es una función de "p-s", pero no de "p" o de "s". Esto supone que la covarianza entre observaciones de la serie es función sólo de la distancia en el tiempo de las observaciones, no del momento en que ocurren. Por lo tanto, esto indica que la relación entre el parámetro en diferentes momentos del tiempo, varía sólo por el desfase existente entre los valores del mismo y no por el período de tiempo en que se ha realizado la observación.

La estacionariedad puede extenderse a "estacionariedad en sentido fuerte" asegurando que la distribución no cambia en el tiempo. Una serie temporal es estacionaria si su media fluctúa alrededor de un valor medio constante en el largo plazo y su varianza es finita e invariable ante cambios de origen. Una condición necesaria para que una serie sea estacionaria es que, todas las raíces características de la serie sean, menores que la unidad en valor absoluto. Un caso especial de no estacionariedad es la existencia de una o más raíces unitarias en el proceso generador de datos de una serie.

En muchas ocasiones la estacionariedad puede conseguirse, simplemente, tomando diferencias, o mediante alguna otra transformación del parámetro. Una serie no estacionaria o de raíz unitaria es integrada de orden "d" y se designa I(d) si se convierte en estacionaria tras haber tomado primeras

diferencias “d“ veces. Tradicionalmente los contrastes estadísticos utilizados para detectar la estacionariedad de las series temporales económicas han sido el propuesto por Dickey-Fuller (1979,1981) y el de Phillips y Perron (1988) donde la hipótesis nula de ambos contrastes es la existencia de al menos una raíz unitaria. Otros autores como Kwiatkowski et Al.(1992) consideran como hipótesis nula la estacionariedad de la serie. Analizamos en este trabajo, tanto de forma teórica como práctica, los dos primeros contrastes.

Empecemos explicando en qué consiste el contraste de Dickey y Fuller (DF). En primer lugar se plantea el análisis del parámetro *(x)* como un proceso autorregresivo de primer orden que denotamos por AR(1), cuya formulación matemática es:

$$x_p = \alpha + \beta\ x_{p-1} + \varepsilon_p$$

$\forall\ p = \{1,2,.....T\}$

siendo:

α: una constate

ε_p: el término de error.

Si β = 0, esto supone que el valor del parámetro en el momento “p” es una constante más el término de error, y no depende de valores anteriores del parámetro. Para contrastar la hipótesis de que $\beta = 0$ se utiliza el siguiente estadístico, que tiene la distribución “t” de Student:

$$t_{\beta} = \frac{\hat{\beta}}{\sigma(\hat{\beta})}$$

siendo:

$\hat{\beta}$: el estimador insesgado de β

$\sigma(\hat{\beta})$: la desviación estándar del estimador.

En trabajos posteriores Dickey y Fuller exponen la siguiente reformulación del modelo:

$$x_p - x_{p-1} = \alpha + \beta\ x_{p-1} - x_{p-1} + \varepsilon_p$$

o lo que es lo mismo

$$\Delta x_p = \alpha + (\beta\ - 1)x_{p-1} + \varepsilon_p$$

En este caso la hipótesis nula se plantea como H_o: $\beta - 1 = 0$; es decir β=1; esto supone la existencia de una raíz unitaria o que la serie no es estacionaria. Para contrastar la hipótesis nula se utiliza el estadístico definido anteriormente pero no se utilizan los valores críticos de la tabla "t" de Student, sino los que presentan Fuller (1976) y Dickey y Fuller (1981) para algunos determinados tamaños muéstrales. Dickey y Fuller aplicaron su metodología a un modelo del logaritmo de series trimestrales de la producción, medida a través del Índice de Producción del Consejo de la Reserva Federal. Posteriormente en 1991 Mackinnon ha estimado fórmulas que permiten calcular dichos valores para cualquier tamaño muestral y para los casos en que el proceso autorregresivo contiene

a) sólo una constante $(\eta\mu)$

b) una constante y una tendencia lineal $(\eta\tau)$

c) ni constante ni tendencia[1].

Una mejora del contrate anterior lo constituye el test aumentado de Dickey y Fuller (ADF), que consiste en añadir diferencias retardadas al test de Dickey Fuller. El objetivo de estos retardos adicionales es "blanquear" los residuos, puesto que la distribución del test de Dickey y Fuller depende de que el residuo ε_p sea un ruido blanco o, lo que es lo mismo, que no siga ningún proceso autorregresivo. La ventaja de esta formulación, como señala Greene (1998) es que puede adaptarse a procesos autorregresivos de orden más alto y media móviles en los residuos ε_p . Lo ideal es asignar los retardos suficientes para conseguir que los residuos sean independientes y no estén correlacionados en el tiempo.

Para un ADF(1) test, la ecuación resulta:

$$\Delta x_p = \alpha + (\beta - 1)x_{p-1} + \gamma\ \Delta x_{p-1} + \varepsilon_p$$

o de forma general, para ADF(l)

$$\Delta x_p = \alpha + (\beta - 1)x_{p-1} + \sum_{l=1}^{\tau} \gamma_i \Delta x_{p-l} + \varepsilon_p$$

[1] Analizaremos los casos en que el proceso autorregresivo contenga una constante y una tendencia lineal y sólo una constante.

Otro de los contrastes de raíces unitarias más utilizado, es el test de Phillips-Perron. Como el anterior también plantea la hipótesis nula, H_o: β=1, pero en esta formulación no hay un término de diferencias retardadas. El procedimiento de Phillips y Perron realiza una corrección no paramétrica del estadístico "t" para tener en cuenta la posible autocorrelación, sin necesidad de incluir parámetros diferenciados ni retardados.

Para realizar el contraste utilizan el estadístico aplicado en el test de Dickey y Fuller, pero sometido a una serie de transformaciones. Como expone Vega (1991) el estadístico propuesto es:

$$Z(t_\beta) = \frac{\hat{\sigma}_\varepsilon}{\hat{\sigma}} t_\beta - \frac{T}{2\hat{\sigma}\hat{\sigma}_{x_{p-1}}}\left(\hat{\sigma}^2 - \hat{\sigma}_\varepsilon^2\right)$$

siendo:

*T :*el tamaño de la muestra

$\hat{\sigma}_\varepsilon$:el error estándar de los residuos para la regresión anterior.

t_β :el estadístico "t" de Student para la regresión anterior.

$\hat{\sigma}_{x_{p-1}}$:el error estándar de la estimación del coeficiente que relaciona la variable en el momento "p" con el "$p-1$"

$\hat{\sigma}^2$: es la varianza a largo plazo del residuo ε_t, estimada a partir de $\hat{\sigma}_\varepsilon$ y de los coeficientes de autocorrelación de orden "l" $\forall l = \{1,2,.....,\tau\}; \rho_l$, mediante la siguiente expresión:

$$\hat{\sigma}^2 = \hat{\sigma}_\varepsilon^2\left(1 + 2\sum_{l=1}^{\tau} w_{l\tau}\hat{\rho}_l\right)$$

siendo: $w_{l\tau} = 1 - \frac{l}{\tau + 1}$

La distribución asintótica del estadístico Z (t_β) es la misma que la tabulada por Dickey y Fuller.

Como se muestra en la tabla 3.4 se ha realizado el contraste de raíces unitarias para diferentes retardos $l = \{1,2,3,4\}$ puesto que hasta el momento no se conoce cual es el número de retardos adecuados para el análisis de la serie. Las conclusiones que se obtienen son, con pocas excepciones, las mismas aplicando ambos contrates, el ADF y el Phillips- Perron. Para el caso de dos retardos todos los parámetros resultan integrados de orden uno, lo cual supone que las series son no estacionarias y que tomando una primera diferencia del parámetro se obtiene un proceso estacionario. Diversos trabajos con datos españoles corroboran esta conclusión, como es el caso de Escrivá y Haldane (1994), donde se demuestra que los parámetros Depósitos, Créditos e Índice de Precios al Consumo son estacionarios de orden uno. En Barreira, Ferrer y González (1998) se afirma que los tipos de interés del mercado interbancario a un día y a tres meses son estacionarios de orden uno. En Matea y Regil (1996) se demuestra esta afirmación para los Indices de Precios, mientras que Cabrero, Escrivá y Sastre (1991) lo corroboran para el caso de los tipos de interés.

Tabla 3.4. Resultados obtenidos tras la realización del Test Aumentado de Dickey-Fuller y el no paramétrico de Phillips-Perron sobre estacionariedad.
Panel A. *T*

	l=1		l=2		l=3		l=4	
	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$
DF_n	-0.941	-1.894	-0.905	-1.909	-0.988	-2.382	-1.176	-2.741
DF_{1d}	$-7.66^{(***)}$	$-7.63^{(***)}$	$-4.96^{(**)}$	$-4.94^{(***)}$	$-3.85^{(***)}$	-3.837	-3.061	-3.049

Z_n	-0.937	-2.004	-0.98	-2.302	-1.096	-2.765	-1.096	-2.91
Z_{1d}	-12.5$^{(***)}$	-12.4$^{(***)}$	-12.4$^{(***)}$	-12.3$^{(***)}$	-12.1$^{(***)}$	-12.1$^{(***)}$	-12.1$^{(***)}$	-12.3$^{(***)}$

Panel B. *D*

	l=1		l=2		l=3		l=4	
	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$
DF_n	-1.031	-1.745	-1.04	-1.99	-1.283	-2.836	-1.513	-3.807
DF_{1d}	-5.38$^{(***)}$	-5.37$^{(***)}$	-3.51$^{(**)}$	-3.05	-2.642	-2.651	-2.549	
Z_n	-1.006	-1.668	-1.03	-1.88	-1.098	-2.262	-1.162	-2.575
Z_{1d}	-7.61$^{(***)}$	-7.58$^{(***)}$	-7.65$^{(***)}$	-7.64$^{(***)}$	-8.16$^{(***)}$	-8.15$^{(***)}$	-8.71$^{(***)}$	-8.69$^{(***)}$

Panel C. *L*

	l=1		l=2		l=3		l=4	
	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$
DF_n	-0.881	-1.613	-1.083	-2.261	-1.521	-2.971	-1.63	-3.27$^{(**)}$
DF_{1d}	-4.51$^{(***)}$	-4.47$^{(**)}$	-3.05$^{(***)}$	-3.037	-2.751	-2.744	-2.74	
Z_n	-0.841	-1.526	-0.977	-1.861	-1.105	-2.173	-1.17	-2.333
Z_{1d}	-7.48$^{(***)}$	-7.44$^{(***)}$	-8.05$^{(***)}$	-7.87$^{(***)}$	-8.49$^{(***)}$	-8.46$^{(***)}$	-8.73$^{(***)}$	-8.71$^{(***)}$

Panel D. *RV*

	l=1		l=2		l=3		L=4	
	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$
DF_n	-2.054	-2.231	-2.148	-2.214	-2.151	-2.23	-2.36	-2.513
DF_{1d}	-6.79$^{(**)}$	-6.76$^{(**)}$	-2.44	-5.53$^{(**)}$	-4.33$^{(***)}$	-4.32$^{(***)}$	-4.43$^{(***)}$	-4.44$^{(**)}$
Z_n	-2.021	-2.301	-2.06	-2.058	-2.081	-2.409	-2.23	-2.58
Z_{1d}	-9.09$^{(***)}$	-9.04$^{(***)}$	-6.67$^{(***)}$	-9.08$^{(***)}$	-9.07$^{(***)}$	-9.03$^{(***)}$	-9.13$^{(***)}$	-9.08$^{(***)}$

Panel E. *RF*

	l=1		l=2		l=3		l=4	
	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$
DF_n	-1.366	-1.501	-2.06	-2.19	-3.27$^{(***)}$	-3.41$^{(***)}$	-4.41$^{(***)}$	-4.62$^{(***)}$
DF_{1d}	-4.93$^{(***)}$	-4.94$^{(***)}$	-3.14$^{(***)}$	-3.46$^{(***)}$				
Z_n	-1.37	-1.511	-2.11	-1.81	-2.21	-2.32	-2.46	-2.57
Z_{1d}	-8.81$^{(***)}$	-8.79$^{(***)}$	-7.83$^{(***)}$	-9.14$^{(***)}$	-9.71$^{(***)}$	-9.68$^{(***)}$	-10.1$^{(***)}$	-10.2$^{(***)}$

Panel F. *IPC*

	l=1		l=2		l=3		l=4	
	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$
DF_n	-2.32	-2.07	-2.31	-1.69	-2.18	-2.22	-2.09	-1.56
DF_{1d}	-7.44$^{(***)}$	-7.71$^{(***)}$	-4.79$^{(**)}$	-5.05$^{(***)}$	-5.31$^{(***)}$	-5.59$^{(***)}$	-5.65$^{(***)}$	-5.96$^{(***)}$
Z_n	-1.58	-1.81	-1.59	-1.598	-1.62	-1.88	-1.58	-1.606
Z_{1d}	-8.82$^{(***)}$	-8.99$^{(***)}$	-8.82$^{(***)}$	-9.18$^{(***)}$	-8.85$^{(***)}$	-8.99$^{(***)}$	-8.81$^{(***)}$	-9.05$^{(***)}$

Panel G. *CH*

	l=1		l=2		l=3		l=4	
	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$	$\eta\ \mu$	$\eta\ \tau$
DF_n	-1.29	-1.66	-1.06	-2.303	-1.25	-3.15$^{(***)}$	-1.57	-3.46$^{(**)}$
DF_{1d}	-3.75$^{(***)}$	-3.74$^{(**)}$	-2.98$^{(**)}$	-2.91	-2.43		-2.081	
Z_n	-1.18	-1.14	-1.14	-1.55	-1.14	-1.91	-1.15	-2.13
Z_{1d}	-4.97$^{(***)}$	-5.05$^{(***)}$	-5.07$^{(***)}$	-5.16$^{(***)}$	-5.66$^{(***)}$	-5.74$^{(***)}$	-5.82$^{(***)}$	-5.91$^{(***)}$

Resultados del contraste de raíces unitarias. Se han utilizado el contraste Aumentado de Dickey y Fuller(1981) y el no paramétrico de Phillips y Perron (1988). En ambos la hipótesis nula que se contrasta es la existencia de al menos una raíz unitaria frente a la hipótesis alternativa de la estacionariedad de la serie para "l" retardos. DF_n y DF_{1d} indican los valores del estadístico ADF para la serie en niveles y para la serie en primeras diferencias, respectivamente. Z_n y Z_{1d} indican los valores del estadístico de Phillips-Perron de la serie en niveles y de la serie en primeras diferencias, respectivamente. Los valores de Mackinnon (1991) al 5% (1%) para un modelo solo con constante $(\eta\mu)$ son: -2.9017 (-3.5226) y para un modelo con constante y tendencia lineal $(\eta\tau)$ son: - 3.4721 (- 4.089). $^{(***)}$ rechaza al 1% de nivel de significación y $^{(**)}$ al 5%.

Hasta ahora únicamente hemos analizado los parámetros de forma independiente pero, como se señaló anteriormente, el comportamiento del parámetro puede deberse a retardos de sí mismo, así como a valores de otros parámetros. Estudiaremos qué relación hay entre los parámetros con las que trabajamos, con el fin de conocer las interrelaciones que se producen entre ellos.

3.6. ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN EXISTENTE ENTRE LOS PARÁMETROS

Para estudiar las interrelaciones entre los diversos parámetros hemos de tener en cuenta las relaciones existentes tanto en el corto como en el largo plazo. Respecto a las primeras se analizan las relaciones simultáneas a través de las correlaciones entre los parámetros y con el estudio de la causalidad. Mientras que las relaciones en el largo plazo se llevan a cabo basándose en los análisis de cointegración que plantearemos en epígrafes posteriores.

Analizamos la correlación entre los parámetros a través del coeficiente de correlación. El coeficiente de correlación entre las rentabilidades de dos parámetros “i” y “j” es:

$$\rho_{i,j} = \frac{\sum_{p=1}^{n}(r_{ip} - \bar{r}_i)(r_{jp} - \bar{r}_j)}{\sqrt{\sum_{p=1}^{n}(r_{ip} - \bar{r}_i)^2}\sqrt{\sum_{p=1}^{n}(r_{jp} - \bar{r}_j)^2}} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$$

siendo:

$\bar{r}_i$: la rentabilidad media del parámetro “i”

r_{ip} :la rentabilidad del parámetro “i” en el momento “p”

σ_{ij} : la covarianza entre los parámetros

σ_i : la desviación típica o estándar del parámetro ”i”.

Esto es una información sobre la relación existente entre los parámetros en el momento presente, e indica tanto el sentido de la relación,

positivo o inverso, como el grado de la misma (entre 0 y 1, mayor relación cuanto más se acerque a 1). La existencia de relaciones simultáneas entre los parámetros es recogida en la matriz de correlación entre las series de parámetros.

En la tabla 3.5 se presenta la matriz de correlaciones para los parámetros analizados. La correlación más elevada es la existente entre la Tesorería y los Depósitos y las de estos dos con los tipos de interés de los Créditos Hipotecarios. También son muy elevadas las correlaciones entre la Tesorería y los Depósitos con los tipos a Largo así como éstos con los de los Créditos Hipotecarios. Seguidos de estos valores, se encuentran las correlaciones entre los tipos de interés y el IPC. La rentabilidad de la Renta Variable resulta correlacionada en sentido inverso con todos los parámetros, excepto con la rentabilidad de la Renta Fija manteniendo, esta última, su mayor correlación con la rentabilidad de la Renta Variable. Se puede concluir que existe una gran correlación entre los tipos de interés y de estos con el IPC mientras que es escasa entre todos estos parámetros y la RV y RF siendo, además, negativas las relaciones entre todos ellos y la RV.

Tabla 3.5. Matriz de correlación para los factores y rendimientos.

	T	D	L	RV	RF	IPC	CH
T	1	0.9885	0.8879	-0.4949	0.2268	0.8185	0.9822
D		1	0.9285	-0.5627	0.1444	0.8571	0.9905
L			1	-0.6685	-0.0803	0.8752	0.9196
RV				1	0.5461	-0.6138	-0.5341
RF					1	0.0247	0.1998
IPC						1	0.8861
CH							1

Las conclusiones obtenidas tras observar la matriz de correlaciones nos hacen intuir que no se puede tratar a estos parámetros de forma independiente, sino que hay que pensar en una estructura de comportamiento conjunta.

Se hace necesario analizar la correlación existente entre los parámetros a lo largo del tiempo. Esta se analiza a través de un estudio de correlación cruzada. Se lleva a cabo realizando retardos de los parámetros y analizando la correlación entre un parámetro retardado con otro en el momento presente. Se mide la correlación existente entre un parámetro “i” en el momento actual y un parámetro “j” retardado.

En la tabla 3.6 se exponen los resultados de realizar el análisis de correlación cruzada para 6 retardos. Se analizan las correlaciones de un parámetro, con otro retardado hasta un semestre. Como explicación de la forma en que se presenta la información en los diferentes paneles de la tabla 3.6, señalar que es lo mismo hablar del parámetro “i” correlacionado con el parámetro ”j” ($+l$ retardos) que el parámetro “j” correlacionado con el parámetro “i” ($-l$ retardos). Por ejemplo, en el panel F, se presenta la correlación cruzada del IPC únicamente con los tipos de interés de los Créditos Hipotecarios, ello se debe a que en los otros paneles ya queda reflejada la correlación cruzada del IPC con el resto de parámetros.

Como puede observarse de los resultados de la tabla 3.6 existe una fuerte correlación cruzada entre los diferentes tipos de interés: Tesorería, Depósitos, Largo y Créditos Hipotecarios. Todos ellos a su vez están fuertemente correlacionados con el IPC retardado, hecho que no ocurre en sentido inverso, puesto que la correlación entre el IPC y los tipos de interés retardados es muy baja. El resto de parámetros están muy poco correlacionados en el tiempo, y el sentido de su correlación es negativo, excepto en

el caso de la Renta Variable y la Renta Fija. Las conclusiones de este análisis, coinciden con las obtenidas al analizar la matriz de correlaciones.

Tabla 3. 6. Correlación cruzada de los parámetros.

Panel A. *T*

l	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
D	0.836	0.871	0.902	0.933	0.952	0.971	0.988	0.959	0.925	0.889	0.852	0.811	0.767
L	0.823	0.847	0.864	0.878	0.886	0.886	0.887	0.858	0.822	0.787	0.748	0.711	0.669
RV	-0.62	-0.61	-0.58	-0.56	-0.54	-0.52	-0.49	-0.45	-0.41	-0.34	-0.29	-0.24	-0.19
RF	-0.11	-0.07	-0.02	0.022	0.096	0.162	0.226	0.262	0.306	0.339	0.376	0.416	0.441
IPC	0.829	0.831	0.833	0.831	0.823	0.818	0.818	0.787	0.748	0.711	0.674	0.638	0.604
CH	0.831	0.862	0.892	0.918	0.943	0.964	0.982	0.959	0.932	0.901	0.867	0.832	0.792

Panel B. *D*

l	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
L	0.819	0.848	0.875	0.896	0.911	0.921	0.928	0.903	0.871	0.838	0.802	0.765	0.726
RV	-0.64	-0.63	-0.62	-0.61	-0.60	-0.58	-0.56	-0.52	-0.48	-0.42	-0.36	-0.31	-0.26
RF	-0.14	-0.11	-0.08	-0.03	0.021	0.082	0.144	0.183	0.224	0.268	0.313	0.361	0.397
IPC	0.846	0.852	0.859	0.859	0.855	0.856	0.857	0.825	0.785	0.744	0.705	0.667	0.635
CH	0.812	0.847	0.881	0.944	0.941	0.966	0.991	0.972	0.949	0.923	0.896	0.864	0.829

Panel C. *L*

l	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
RV	-0.64	-0.66	-0.68	-0.69	-0.68	0.67	-0.66	-0.63	-0.58	-0.53	-0.47	-0.41	0.35
RF	-0.22	-0.23	-0.22	-0.1	-0.17	-0.13	-0.08	-0.03	0.021	0.084	0.157	0.228	0.299
IPC	0.875	0.886	0.888	0.885	0.882	0.881	0.875	0.847	0.812	0.774	0.741	0.705	0.671
CH	0.742	0.773	0.805	0.836	0.865	0.893	0.919	0.914	0.904	0.892	0.875	0.852	0.826

Panel D. *RV*

l	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
RF	0.348	0.409	0.467	0.505	0.534	0.548	0.546	0.502	0.445	0.362	0.266	0.169	0.071
IPC	-0.52	-0.55	-0.57	-0.58	-0.59	-0.60	-0.61	-0.60	-0.57	-0.55	-0.53	-0.53	-0.51
CH	-0.28	-0.32	-0.36	-0.41	-0.46	-0.51	-0.53	-0.55	-0.57	-0.59	-0.61	-0.62	-0.63

Panel E. *RF*

l	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
IPC	0.072	0.054	0.037	0.031	0.032	0.025	0.024	0.007	-0.02	-0.04	-0.06	-0.08	-0.11
CH	0.373	0.352	0.323	0.294	0.261	0.231	0.199	0.135	0.07	0.009	-0.04	-0.09	-0.12

Panel F. *IPC*

l	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
CH	0.672	0.706	0.744	0.781	0.821	0.858	0.886	0.881	0.875	0.869	0.863	0.853	0.841

En aquellos parámetros fuertemente correlacionados, puede observarse como a medida que aumenta el período de retardo, la correlación decrece. Esto parece indicar que el carácter regresivo de la correlación es de grado bajo. Aún así, hay que utilizar otros criterios más específicos para poder confirmar esta intuición. Con este análisis de correlación cruzada se ha pretendido obtener la mayor información posible de los datos disponibles, pero son otros criterios los que nos ayudan a determinar la longitud óptima del retardo. En el siguiente epígrafe se realiza un análisis de los mismos.

3.7. DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD ÓPTIMA DEL RETARDO

Una de las tareas a llevar a cabo es seleccionar cual es el número de retardos, que hemos de tener en consideración, para obtener un modelo que refleje, de la mejor forma posible, el comportamiento de los parámetros. Intuitivamente, en algunos casos, se puede determinar la longitud de los retardos, pero la dimensión apropiada del retardo es pocas veces conocida de esta forma, por lo que hay que recurrir a otras técnicas para su especificación.

Para la selección de la longitud del retardo se utilizan los siguientes modelos o test de selección: el test de máxima verosimilitud, el test ajustado de máxima verosimilitud, el criterio de información de AKAIKE (AIC) (1973,1974) y el criterio bayesiano de Schwarz (SBC) (1978).

El procedimiento consiste, en primer lugar, en elegir un retardo, considerado un retardo alto o máximo "τ ", puesto que los contrastes se realizan con referencia a él. Nada hay en la literatura sobre cual ha de ser este valor de "τ ", por lo tanto se elige de forma intuitiva aquel que supongamos que excede las previsiones del retardo adecuado. El retardo se identifica por "l" siendo $l = \{1,2,.....,\tau - 1,\tau\}$.

Trabajamos con todas los parámetros de forma conjunta y por ello estimamos el modelo de Vector Autorregresivo para cada uno de los retardos "l". Obtenemos el vector de autocorrelación (ϑ); que relaciona a los parámetros del momento presente con los valores de los parámetros en momentos anteriores, aplicando el criterio de máxima verosimilitud.

Con todo ello, para cada retardo tenemos el valor del logaritmo de verosimilitud $LN[\hat{\vartheta}]$ donde $\hat{\vartheta}$ es el estimador máximo verosímil de ϑ. Este

valor es fundamental puesto que los criterios o test de selección de retardos se basan en él.

El criterio de información de Akaike (AIC) se define como:

$$AIC = LN\left(\hat{\vartheta}\right) - d$$

siendo:

d : la dimensión de la estimación $\forall d = h^2 \times l$; h : número de parámetros l : número de retardos.

Por otra parte el criterio bayesiano de Schwarz (SBC) es definido como:

$$SBC = LN\left(\hat{\vartheta}\right) - \frac{1}{2} d \ LNT$$

siendo:

T : el tamaño de la muestra.

Para cada retardo, menor que "τ", se obtiene un valor de cada criterio (AIC o SBC). Posteriormente se selecciona, como adecuado, aquel retardo que se corresponda con el mayor valor de los criterios. Si la selección realizada no coincidiese en los dos casos hay que atenerse a la información que proporciona el criterio de Schwarz.

Otra posibilidad es aplicar el test de máxima verosimilitud y el test de máxima verosimilitud ajustado. Se utilizan para contrastar la hipótesis nula de

que el retardo a utilizar es "l" frente a la alternativa de que es "τ", siendo $l = \{1,2,.....,\tau - 1\}$ y "τ" el retardo máximo.

Si se quiere contrastar que el retardo es "l" frente a la alternativa de que es "$l+1$" se utiliza el siguiente estadístico:

$$LR(l : l+1) = 2(LL_{l+1} - LL_l)$$

siendo:

LL_l : el máximo valor de la función de verosimilitud.

Bajo la hipótesis nula el estadístico $LR(l : l+1)$ tiene una distribución Chi-cuadrado con $d^2(l+1-l) = d^2$ grados de libertad.

Sims (1980) no obstante, plantea un test de verosimilitud ajustado, para el caso de muestras pequeñas que puedan estar sesgadas. Recomienda reemplazar el estadístico visto anteriormente por el estadístico ajustado:

$$(T-d)\left\{\log\left|\hat{\Omega}_0\right| - \log\left|\hat{\Omega}_1\right|\right\} \rightarrow \chi^2_{d^2(l+1-l)}$$

siendo $\hat{\Omega}_0$ la matriz de varianzas y covarianzas de los residuos del modelo de regresión estimado para el caso de "l" retardos y $\hat{\Omega}_1$ la matriz de varianzas y covarianzas de los residuos del modelo de regresión estimado para el caso de retardos "$l+1$".

Para el mismo número de retardos para el que se analizó la correlación cruzada, esto es, un semestre (τ=6), el resultado obtenido tras aplicar estos criterios y los tests de verosimilitud para encontrar el retardo adecuado se

reflejan en la tabla 3.7. Los resultados de los criterios de AKAIKE, Schwarz y el contraste de ratio del logaritmo de máxima verosimilitud ajustado, indican que el retardo óptimo es el de dos períodos, lo que supone que el modelo que represente el comportamiento de los parámetros, tiene que incluir valores de ellos, retardados en dos meses.

Tabla 3.7. Elección del número de retardo óptimo

Retardo	Máxima Verosimilitud	AIC	SBC	LR test	LR ajustado
6	2780	2486	2113		
5	2724	2479	2169	$\chi^2_{(49)}$ 111.3(0.0)	61.05(0.11)
4	2679	2483	2235	$\chi^2_{(98)}$ 200.71(0.0)	110.06(0.19)
3	2624	2477	2291	$\chi^2_{(147)}$ 311.4(0.0)	170.71(0.07)
2	2580	**2482**	**2395**	$\chi^2_{(196)}$ 399.8(0.0)	**219.27(0.12)**
1	2506	2457	2358	$\chi^2_{(245)}$ 546.7(0.0)	299.82(0.01)
0	1676	1676	1676	$\chi^2_{(294)}$ 2206(0.0)	1209.9(0.00)

AIC= Criterio de información de AKAIKE. SBC= Criterio Bayesiano de Schwarz.

Una vez que estimemos el modelo que informa sobre el comportamiento de los parámetros realizaremos unos tests de diagnóstico. Uno de ellos nos informará si existe correlación serial en los residuos del modelo estimado. Si este test confirmara esa hipótesis sería necesario aumentar el número de retardos obtenidos en función de este criterio y comprobar si en ese nuevo caso la correlación desaparece.

3.8. ANÁLISIS DE CAUSALIDAD

Como se señalaba anteriormente, para estudiar la relación dinámica de los parámetros a corto plazo, no es suficiente un análisis de correlación. Hay que analizar lo que se denomina la causalidad en el sentido de Granger (1969), que implica que una parámetro causa a otro, cuando la introducción del parámetro causal, en la estimación del modelo del parámetro causado, mejora la predicción de éste. La manera habitual de realizar el contraste consiste en la formulación de un modelo autorregresivo, que incluya como parámetros explicativos las observaciones pasadas del parámetro de interés, así como observaciones pasadas de los parámetros propiamente causantes. El contraste se realiza verificando la significatividad estadística de los coeficientes relativos al parámetro, posiblemente causante, mediante un contraste estándar $(F \text{ ó } \chi^2)$

Se consideran dos parámetros (x, y). Si se plantea que la relación existente entre ellos es:

$$y_p = \sum_{l=1}^{\tau} \alpha_l y_{p-l} + \sum_{l=1}^{\tau} \beta_l x_{p-l} + \varepsilon_p$$

se está suponiendo que el parámetro $"y"$ es explicado por valores retardados de él mismo así como por valores retardados del parámetro $"x"$.

Con relación a lo explicado anteriormente si $\beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_k = 0$ se puede decir que el parámetro $"x"$ no causa al parámetro $"y"$ en el sentido de Granger.

Para contrastar la hipótesis de no-causalidad, utilizaremos un test F cuyo estadístico LMF tiene, con $[d,(T-d)]$grados de libertad, tiene la distribución $F\ de\ Snedecor$:

$$LMF = \left(\frac{T-h}{d}\right)\left(\frac{R_0^2}{1-R_0^2}\right);$$

siendo:

T: tamaño de la muestra

h: número de parámetros

d: número de estimaciones realizadas

R_0^2: coeficiente de determinación de la regresión.

Inicialmente se analizó la causalidad en el corto plazo de los parámetros dos a dos. Los resultados tras aplicar el contraste de causalidad en el sentido de Granger al 95% de nivel de confianza nos llevan a elaborar la tabla 3.8, que informa sobre si los parámetros de la primera columna causan a los parámetros representadas en la primera fila. El retardo utilizado para llevar a cabo este contraste es de dos períodos, debido a que este ha sido el retardo óptimo obtenido en el epígrafe 7 de este Capítulo. Las conclusiones que se obtienen de los resultados de la tabla 3.8, indican que hay una estrecha relación en el corto plazo entre los tipos de interés, puesto que, dos a dos, todos causan y son causados por los demás tipos. Si bien la Renta Variable y la Renta Fija únicamente son causadas por los Bonos del Tesoro a un plazo de cinco años, ellas influyen en el comportamiento de todos los tipos de interés. Por su parte la predicción de la inflación se ve mejorada si se incluyen en su modelo la Tesorería y el tipo de interés de los Créditos Hipotecarios.

Tabla 3.8. Resultados del contraste de causalidad en el sentido de Granger.

	T	*D*	*L*	*RV*	*RF*	*IPC*	*CH*
T		SI	SI			SI	
D	SI		SI				SI
L	SI	SI		SI	SI		SI
RV	SI	SI	SI				SI
RF	SI	SI	SI				SI
IPC		SI	SI				
CH		SI				SI	

Resultados al 5% de nivel de significación.

Con los resultados presentados en la tabla 3.8 se puede afirmar que, alguno de los parámetros no mejora su predicción únicamente con uno de los parámetros, sino que se ve influido por varios de ellos.

Es necesario realizar un contraste de Granger, pero tomando los parámetros en bloques o subconjuntos. Para ello aplicaremos el test de no-causalidad de Granger en bloques, con el objetivo de determinar si los valores retardados, de un grupo de parámetros, son importantes en la predicción de otro grupo de parámetros.

Supongamos que tenemos Z_1 que es la matriz de observaciones de las z_i parámetros, y Z_2 que es la matriz de observaciones de las z_2 parámetros. Si tenemos el siguiente sistema:

$$Z_1 = A_{11}\, Y_1 + A_{12}\, Y_2 + U_1$$
$$Z_2 = A_{21}\, Y_1 + A_{21}\, Y_2 + U_2;$$

Siendo Y_1 e Y_2, respectivamente, las matrices de observaciones de los valores retardados de los parámetros z_i y z_j. Los U son los residuos.

La hipótesis de que el grupo de parámetros z_j no causa al grupo de parámetros z_i se representa como: $A_{12} = 0$.

El estadístico utilizado es:

$$LR_G = 2(LL - LL_N)$$

siendo:

LL: el valor del logaritmo de máxima verosimilitud obtenido tras realizar una regresión con todos los subconjuntos de parámetros,

LL_N: el valor del logaritmo de máxima verosimilitud, obtenido cuando se aplica el modelo de regresión con la restricción de que $A_{12} = 0$.

Este estadístico tiene una distribución χ^2 con *"g"* grados de libertad. Siendo *"g"* el número de parámetros que componen el subconjunto, que se considera no causal, del otro conjunto de parámetros o subconjunto causado.

Debido a que nuestro objetivo es determinar la relación entre los parámetros, que nos ayude a realizar una predicción del comportamiento de los mismos, aplicamos este contraste para cada parámetro, considerando como bloque causal al resto. Los valores obtenidos se representan en la tabla 3.9, donde se puede comprobar que para todos los parámetros, excepto para el caso de la Renta Fija, se rechaza la hipótesis de que los parámetros en bloque no causan a los parámetros individuales.

Tabla 3.9. Test de no-causalidad en bloque en el sentido de Granger para dos retardos.

Parámetro explicado	*Bloque de parámetros*	*Estadístico*
T	D,L,RV,RF,IPC,CH	71.1189 (**)
D	T,L,RV,RF,IPC,CH	33.7972 (**)
L	T,D,RV,RF,IPC,CH	52.2442 (**)
RV	T,D,L,RF,IPC,CH	23.1381 (**)
RF	T,D,L,RV,IPC,CH	15.724
IPC	T,D,L,RV,RF,CH	30.991(**)
CH	T,D,L,RV,RF,IPC	71.819(**)

(**)Rechazo al 5% de nivel de significación.

Como se ha señalado anteriormente el contraste de Granger se lleva a cabo partiendo de que los parámetros están relacionados por medio de un modelo autorregresivo. Modelo éste que incluye como parámetros explicativos las observaciones pasadas de los parámetros de interés así como observaciones pasadas de los parámetros propiamente dichos. Como hemos comprobado en epígrafes anteriores los parámetros que estamos analizando son integrados de orden uno. Esto nos puede llevar a que las series estén cointegradas, lo cual implica utilizar un modelo diferente al autorregresivo para reflejar las relaciones entre los parámetros. En epígrafes posteriores se analiza este hecho con mayor profundidad pero, al mismo tiempo, esta posibilidad nos hace considerar que quizás no es adecuado realizar este contraste suponiendo un modelo autorregresivo. Un sencillo procedimiento propuesto por Toda y Yamamoto (1995) demuestra que este problema queda resuelto si se utiliza el mismo modelo autorregresivo, pero aumentado en un retardo (retardo: $l+1$), para el caso en que los parámetros son I(1). Para ordenes generales de integración proponen realizar el contraste de causalidad en bloque con un modelo autorregresivo de orden (l +d_{max}) , donde d_{max} es el máximo orden de integración de los parámetros.

En nuestro caso se realiza el contraste de causalidad de Granger en bloques para 3 retardos. Los resultados se presentan en la tabla 3.10 y coinciden con los obtenidos en la tabla 3.9.

Tabla 3.10. Test de no causalidad en bloque en el sentido de Granger para tres retardos

Parámetro Explicado	*Bloque de parámetros*	*Estadístico*
T	D,L,RV,RF,IPC,CH	91.5896(**)
D	T,L,RV,RF,IPC,CH	47.6091(**)
L	T,D,RV,RF,IPC,CH	63.0422(**)
RV	T,D,L,RF,IPC,CH	49.1602 (**)
RF	T,D,L,RV,IPC,CH	22.3007
IPC	T,D,L,RV,RF,CH	34.798(**)
CH	T,D,L,RV,RF,IPC	76.734(**)

(**)Rechazo al 5% de nivel de significación.

Los resultados analizados hasta el momento nos llevan a concluir que no se debe llevar a cabo un análisis individual de los parámetros, puesto que son evidentes las relaciones en el corto plazo existentes entre ellos, corroboradas tanto por sus correlaciones como por su causalidad. La salvedad a esta conclusión es el caso de la Renta Fija, puesto que esta supone valores inferiores de correlación con los demás parámetros y además, para ese parámetro, se acepta la hipótesis nula del contraste de no-causalidad de Granger. Pero debido al hecho de que este parámetro si actúa como explicativo de los demás, no se descarta del análisis conjunto de los mismos.

3.9. ESTIMACIÓN DEL VECTOR AUTORREGRESIVO (VAR)

A la vista de los resultados de los epígrafes anteriores, podemos afirmar que los parámetros tienen fuerza explicativa entre ellos, hay una relación de feedback, o lo que es lo mismo están interrelacionados; todos son explicativos entre sí. De ahí que nos planteemos llevar a cabo un modelo de Vector Autorregresivo (VAR) que nos relacione los parámetros del momento presente con sus valores en el pasado.

Un Vector Autorregresivo es un sistema de ecuaciones en el cual todas ellas tienen los mismos parámetros, y estos son valores retardados de parámetros explicativos. Otra de sus características es que no incluye los valores contemporáneos de los parámetros. En este modelo, cada parámetro ayuda, con sus valores retardados, a predecir cada uno de los otros parámetros.

Sims (1980) sentó las bases de lo que sería la nueva metodología de modelos de Vectores Autorregresivos. Las principales premisas que expuso en su modelo fueron:

1. A priori no se establece ninguna división entre los parámetros que son explicados de los que son explicativos.

2. No se impone ningún tipo de restricción en el modelo.

3. No hay, a priori, ninguna teoría económica en la que el modelo se fundamente.

Estos principios suponen romper con las estructuras de modelos multiecuacionales que, basándose en modelos económicos, delimitaban, a

priori, la estructura del modelo econométrico. Muchos detractores de Sims denominaban su teoría como “macroeconómicamente ateórica”. Este planteamiento es coincidente con el que desarrollamos en este trabajo, puesto que no buscamos la confirmación de estructuras prefijadas de comportamiento, sino que sean los valores de los parámetros los que nos lleven a descubrir cual es su comportamiento.

La fórmula matemática del VAR es:

$$Z_p = \sum_{l=1}^{\tau} \vartheta_l Z_{p-l} + \varepsilon_p$$

siendo:

Z_p : el vector de los parámetros en el momento *“p”*

Z_{p-l} : el vector de parámetros retardados *“l”* períodos

ϑ_l : la matriz de coeficientes a estimar para el retardo *“l”* que relaciona a los parámetros del momento presente *“p”* con los parámetros en momentos anteriores

ε_p : el vector de los residuos que están correlacionados entre ellos en el momento *“p”* pero no en momentos anteriores de los mismos.

El objetivo es estimar la matriz de coeficientes ϑ_l y el vector de los residuos ε_p. Judge et at (1988) discuten varios procedimientos para llevar a cabo estas estimaciones.

1. Mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

2. Regresión aparentemente no relacionada (Seemingly Unrelated Regression: SUR) introducida por Zellner (1962).

3. Estimador de máxima verosimilitud para repetir la estimación SUR.

1. Los estimadores por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) son los mejores estimadores bajo el supuesto de que los residuos de las diferentes ecuaciones no están correlacionados y que además éstos son independientes e idénticamente distribuidos a lo largo del tiempo. Los estimadores por MCO son obtenidos al minimizar la suma de los residuos al cuadrado.

2. En presencia de correlación entre los residuos de las ecuaciones, conocida como correlación contemporánea, el mejor estimador es conseguido a través de aplicar el método de Regresión Aparentemente No Relacionada (SUR). Estos estimadores son obtenidos por aplicar Mínimos Cuadrados Ordinarios, seguido de una estimación por Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG). Los estimadores MCG son calculados minimizando la matriz de covarianzas de los residuos tras la estimación por MCO.

En el caso en que todas las ecuaciones tengan los mismos parámetros explicativos se puede afirmar que los resultados de la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) son los mismos que aplicando el método de Regresión Aparentemente No Relacionada (SUR). Por otra parte aplicando el SUR a muestras de tamaño pequeño es posible que no se obtenga un estimador insesgado de la matriz de covarianzas de los residuos.

3. En cuanto al tercer método, consiste en realizar los siguientes pasos:

- Especificar si los valores de los coeficientes se espera tomen valores positivos, negativos o cero, sobre la base de teorías económicas.
- Realizar las estimaciones de los coeficientes en función de los estimadores de máxima verosimilitud tras aplicar MCG.

Si los coeficientes son estadísticamente significativos a un nivel del 1% se detiene el proceso, y esos son los valores de los parámetros estimados.Si los coeficientes no son estadísticamente significativos a un nivel del 1%, a aquellos que no los sean se les asigna el valor 0 y se reanuda la estimación. Se repite el proceso hasta que todos los coeficientes resulten estadísticamente significativos.

En nuestro análisis no aplicamos este último método puesto que como ya hemos señalado no pretendemos basarnos en ninguna teoría económica o financiera que prefije las relaciones entre los parámetros. Debido a que la muestra con la que se trabaja es de tamaño pequeño (99 valores muéstrales), y que en el análisis planteamos que todos los parámetros son explicativos de todas los demás, estimaremos los coeficientes de la matriz de autocorrelación ϑ_l y los residuos ε_p a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

Apliquemos, a continuación, el modelo VAR a los parámetros que estamos analizando. Como ya reflejaban los resultados presentados en la tabla 3.7 el retardo adecuado para llevar a cabo un modelo de Vector Autoregresivo es dos períodos, con lo cual trabajamos con un VAR de 2º orden. En la tabla 3.11 se presentan los resultados de la estimación del VAR y, entre paréntesis, los errores estándar de las estimaciones de los coeficientes. Con la estimación

y el error estándar de la misma se obtiene el estadístico “t” de Student que contrasta la hipótesis de no significatividad de los coeficientes. Los valores que aparecen resaltados en la tabla 3.11, indican aquellos coeficientes para los que se rechaza la hipótesis nula de no significatividad.

Tabla 3.11.Estimación del Vector Autorregresivo (VAR)

Parámetros Independientes	**Parámetros Dependientes**						
	T_p	**D_p**	**L_p**	**RV_p**	**RF_p**	**IPC_p**	**CH_p**
T_{p-1}	**0.344**	0.086	0.0247	0.191	-0.349	0.073	-0.094
	(0.155)	(0.151)	(0.139)	(3.695)	(0.995)	(0.106)	(0.067)
T_{p-2}	**-0.366**	-0.433	-0.124	2.11	1.181	-0.102	0.0164
	(0.141)	(0.136)	(0.126)	(3.34)	(0.902)	(0.096)	(0.060)
D_{p-1}	0.334	**0.895**	0.205	-2.77	0.14	-0.208	**0.283**
	(0.197)	**(0.191)**	(0.177)	(4.69)	(1.264)	(0.133)	**(0.085)**
D_{p-2}	**0.738**	**0.319**	-0.178	-3.31	-0.673	-0.045	-0.133
	(0.194)	**(0.188)**	(0.175)	(4.63)	(1.24)	(0.134)	(0.084)
L_{p-1}	**-0.335**	-0.161	**0.767**	-2.46	-1.015	**0.169**	**0.162**
	(0.121)	(0.118)	**(0.109)**	(2.89)	(0.780)	**(0.083)**	**(0.052)**
L_{p-2}	**0.291**	0.151	0.169	3.90	1.404	**-0.169**	**-0.138**
	(0.118)	(0.115)	(0.106)	(2.82)	(0.762)	**(0.081)**	**(0.051)**
RV_{p-1}	0.00038	0.00014	-0.027	**0.894**	0.0182	**-0.007**	0.0014
	(0.004)	(0.0047)	(0.004)	**(0.115)**	(0.031)	**(0.003)**	(0.002)
RV_{p-2}	0.00049	-0.0011	0.003	-0.061	-0.025	0.006	0.0001
	(0.004)	(0.0047)	(0.004)	(0.116)	(0.031)	(0.003)	(0.002)
RF_{p-1}	-0.029	-0.029	**-0.074**	0.183	**0.790**	0.017	-0.001
	(0.019)	(0.019)	**(0.017)**	(0.475)	**(0.128)**	(0.136)	(0.008)
RF_{p-2}	0.025	0.021	**0.0621**	0.036	0.114	-0.024	-0.011
	(0.020)	(0.019)	**(0.018)**	(0.478)	(0.128)	(0.0137)	(0.008)
IPC_{p-1}	**-0.345**	-0.072	0.060	**-6.263**	-1.146	**1.028**	-0.021
	(0.138)	(0.134)	(0.124)	**(3.303)**	(0.89)	**(0.074)**	(0.059)
IPC_{p-2}	0.272	0.081	0.057	4.217	0.28	**-0.271**	0.581
	(0.141)	(0.137)	(0.127)	(3.367)	(0.907)	**(0.096)**	(0.61)
CH_{p-1}	0.171	0.198	0.073	2.94	-0.84	0.291	**0.847**
	(0.261)	(0.253)	(0.235)	(6.228)	(1.678)	(0.178)	**(0.113)**
CH_{p-2}	-0.172	-0.084	0.001	-1.72	0.673	0.040	0.061
	(0.247)	(0.240)	(0.222)	(5.888)	(1.58)	(0.169)	(0.106)

Descartando los coeficientes que no resulten significativos, y en forma matricial, la estimación del Vector Autorregresivo es la que se presenta a continuación.

$$\begin{pmatrix} T_p \\ D_p \\ L_p \\ RV_p \\ RF_p \\ IPC_p \\ CH_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.344 & 0 & -0.335 & 0. & 0 & -0.345 & 0 \\ 0 & 0 & 0.895 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.767 & 0 & -0.074 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.894 & 0 & -6.263 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.79 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.169 & -0.007 & 0 & 1.028 & 0 \\ 0 & 0.283 & 0.162 & 0 & 0 & 0 & 0.847 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T_{p-1} \\ D_{p-1} \\ L_{p-1} \\ RV_{p-1} \\ RF_{p-1} \\ IPC_{p-1} \\ CH_{p-1} \end{pmatrix} +$$

$$+ \begin{pmatrix} -0.336 & 0.738 & 0.291 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.319 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.062 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0.169 & 0 & 0 & -0.271 & 0 \\ 0 & 0 & -0.138 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T_{p-2} \\ D_{p-2} \\ L_{p-2} \\ RV_{p-2} \\ RF_{p-2} \\ IPC_{p-2} \\ CH_{p-2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_T \\ \varepsilon_D \\ \varepsilon_L \\ \varepsilon_{RV} \\ \varepsilon_{RF} \\ \varepsilon_{IPC} \\ \varepsilon_{CH} \end{pmatrix}$$

En estos vectores se aprecia que todos los parámetros resultan explicados por ellos mismos en períodos anteriores, y algunos de ellos además por el resto de parámetros retardados. Asimismo cada una de las ecuaciones tiene otro valor que es el residuo. Estos residuos recogen tanto lo no predecible del modelo, como los sesgos o desviaciones, que se hayan producido en la estimación del mismo. Cuanto mayores son éstos, peor es la especificación del modelo realizada.

A continuación se somete este modelo VAR a unos tests de diagnóstico que nos reportan unos estadísticos de los que podemos obtener

información sobre la estructura del modelo. Estos tests se realizan sobre los valores residuales y son:

*Test de correlación serial de los residuos.
*Test de Jarque – Bera para contrastar la normalidad de los residuos.
*Test de homocedasticidad de los residuos.

- Test de correlación serial de los residuos.

Este test contrasta la hipótesis de que no hay correlación serial en los residuos, frente a la alternativa de que estos si están correlacionados. Este test trabaja realizando la regresión de los residuos sobre los parámetros originales y los residuos retardados.

El estadístico que se utiliza es la versión del multiplicador de Lagrange, usando la siguiente fórmula (Godfrey 1978 a, 1978 b)

$$\chi^2_{SC}(l) = T\left(\frac{\varepsilon'_{mco} W\left(W' M_x W\right)^{-1} W' \varepsilon_{mco}}{\varepsilon'_{mco}\varepsilon_{mco}}\right) \rightarrow \chi^2_l ;$$

siendo:

$$M_x = I_T - X\left(X'X\right)^{-1} X'$$

$$\varepsilon_{mco} = Y - X\hat{B}_{mco} = \left(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, ...\varepsilon_T\right)'$$

$$W=\begin{bmatrix} 0 & 0 & ..... & ..... & 0 \\ \varepsilon_1 & 0 & ..... & ..... & 0 \\ \varepsilon_2 & \varepsilon_1 & ..... & ..... & ..... \\ ..... & ..... & ..... & ..... & \varepsilon_{T-l-1} \\ \varepsilon_{T-1} & \varepsilon_{T-2} & ..... & \varepsilon_{T-l-1} & \varepsilon_{T-l} \end{bmatrix}$$

siendo:

X : vector de los parámetros independientes

Y : vector de los parámetros dependientes

ε_{mco} :valor residual tras la regresión realizada por mínimos cuadrados ordinarios

T : número de observaciones utilizadas

l : retardo utilizado para realizar el contraste de correlación residual

$\hat{B}_{mco}$: coeficiente estimado por mínimo cuadrados ordinarios.

La versión F del estadístico $\chi^2_{SC}(l)$ es:

$$F_{SC}(l)=\left(\frac{T-l}{l}\right)\left(\frac{\chi^2_{SC}(l)}{T-\chi^2_{SC}(l)}\right)\rightarrow F_{l,T-l}$$

Ambos estadísticos, el multiplicador de Lagrange y el F, son asintóticamente equivalentes.

- Test de Jarque-Bera para contrastar la normalidad de los residuos.

Se contrasta la hipótesis nula de normalidad en los residuos, frente a la alternativa de no-normalidad.

Este contraste mide la normalidad en términos de los momentos de orden tres (μ_3) y de orden cuatro (μ_4) respecto al origen de los residuos. Siendo, para una muestra de tamaño "T".

$\mu_j = \frac{\sum_{t=1}^{T} \varepsilon_t^j}{T}$;el momento de orden *"j"* respecto al origen.

Bajo la hipótesis nula de normalidad de los residuos el estadístico:

$$\chi_N^2(2) = T\left\{ \mu_3^2 / \left(6\mu_2^3\right) + \left(1/24\right)\left(\mu_4 / \mu_2^2 - 3\right)^2 \right\} + T\left\{ \left(3\mu_1^2 / 2\mu_2\right) - \left(\mu_3\mu_1 / \mu_2^2\right) \right\} \rightarrow \chi^2(2)$$

tiene la distribución Chi-cuadrado con 2 grados de libertad.

- Test de homocedasticidad:

Se contrasta la hipótesis de que los residuos son homocedásticos frente a la alternativa de que son heterocedásticos. Este test se basa en la siguiente regresión:

$$\varepsilon_t^2 = c + \alpha y^2$$

Con la hipótesis de que $\alpha = 0;$ es decir la varianza de los residuos es constante a lo largo del tiempo, son homocedásticos contra la alternativa de que $\alpha \neq 0;$ o lo que es lo mismo que son heterocedásticos puesto que la varianza de los residuos varia a lo largo del tiempo. El estadístico que se utiliza es el F de Snedecor.

$$\left(\frac{R^2}{1-R^2}\right)\left(\frac{T-s-\rho}{s}\right) \rightarrow F_{s,T-s-\rho}$$

siendo:

T : número de observaciones utilizadas

s : el orden de regresión de los residuos

ρ : el orden de regresión del vector estimado.

Los resultados de estos tests para cada una de los parámetros que constituyen el VAR estimado en la tabla 3.11 se reflejan en la tabla 3.12[2] y nos indican que se producen problemas de correlación serial en los residuos de los parámetros RV, RF, y CH. Asimismo para los residuos de T, D, IPC y CH se rechaza la hipótesis de normalidad y de homocedasticidad.

[2] La versión del Multiplicador de Lagrange de cada uno de los estadísticos utilizados en estos test, se representa por CHSQ en las siguientes tablas.

Tabla 3.12. Tests de diagnóstico de la estimación VAR en niveles.

Parámetro	*Test realizado*	*Versión LM*	*Versión F*
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=18.209 (0.109)	F(12,87)=1.367 (0.202)
T	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=121.25 (0.00) (***)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=8.596 (0.003) (***)	F(1,96)=9.238 (0.003) (**)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=11.209 (0.511)	F(12,87)=0.773 (0.676)
D	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=36.514 (0.00) (***)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=13.453 (0.000)(***)	F(1,96)=15.298 (0.000) (**)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=10.578 (0.565)	F(12,87)=0.7242 (0.723)
L	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=1.428 (0.490)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=1.148 (0.284)	F(1,96)=1.137 (0.289)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=38.2511 (0.00)(***)	F(12,87)=3.852 (0.00)(***)
RV	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=3.988 (0.136)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=0.592 (0.441)	F(1,95)=0.584 (0.447)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=45.582 (0.00)(***)	F(12,87)=5.245 (0.00)(***)
RF	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=1.548 (0.4661)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=1.783 (0.182)	F(1,95)=1.779 (0.185)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=18.1337 (0.112)	F(12,87)=1.361 (0.206)
IPC	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=12.82 (0.002) (**)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=6.2755 (0.012) (**)	F(1,96)= 6.571 (0.012) (**)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=26.389 (0.009)(**)	F(12,87)=2.2113 (0.020)(**)
CH	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=5.249 (0.072) (*)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=7.21728 (0.007)(**)	F(1,96)=7.7002 (0.007)(**)

(***)/(**)/(*) denota significatividad al 1%/5%/10%.

Granger y Newbold (1974), analizando datos en niveles que están integrados en el mismo orden y sometiéndoles a modelos de regresión,

demuestran que los contrastes de significatividad estándar estaban normalmente equivocados, tendiendo a rechazar la hipótesis de ausencia de relación cuando, de hecho, podría no existir. Esto lleva a lo que se denomina regresiones espurias. El resultado clave de su descubrimiento es que en la regresión de un parámetro sobre otro, casi con certeza se obtendrá una relación significativa, incluso si los dos son independientes. El resultado de los hallazgos de Granger y Newbold y de Phillips (1986) es que la utilización de datos que se caracterizan por tener raíces unitarias son susceptibles de conducir a serios errores en las inferencias. Por este motivo se justifica la decisión de tomar primeras diferencias. En la tabla 3.12 se presentan las ecuaciones del Vector Autorregresivo, en primeras diferencias, para los parámetros analizados. Trabajando con los valores de los parámetros en primeras diferencias, el criterio de información AKAIKE y el Bayesiano de Schwarz indican un período, como valor del retardo óptimo.

Tabla 3.13. Estimación del Vector Autorregresivo en primeras diferencias

$\Delta T_p = -0.332\Delta T_{p-1} - 0.470\Delta L_{p-1} + 1.256\Delta C_{p-1} + \varepsilon_{\Delta T\ p}$
$\Delta D_p = 0.6403\Delta CH_{p-1} + \varepsilon_{\Delta D\ p}$
$\Delta L_p = 0.109\Delta T_{p-1} - 0.074\Delta RF_{p-1} + 0.281\Delta CH_{p-1} + \varepsilon_{\Delta L\ p}$
$\Delta RV_p = -5.902\Delta IPC_{p-1} + \varepsilon_{\Delta RV\ p}$
$\Delta RT_p = -0.732\Delta T_{p-1} + \varepsilon_{\Delta RF\ p}$
$\Delta IPC_p = -0.0058\Delta RV_{p-1} + 0.02\Delta RF_{p-1} + 0.186\Delta IPC_{p-1} + \varepsilon_{\Delta IPC\ p}$
$\Delta CH_p = 0.28\Delta D_{p-1} + 0.16\Delta L_{p-1} + 0.84\Delta CH_{p-1} + \varepsilon_{\Delta CH\ p}$

El VAR en primeras diferencias que se estima en la tabla 3.13 se somete a los tests de diagnóstico expuestos con anterioridad y son presentados en la tabla 3.14. Los resultados son los mismos, en términos de correlación serial, a los presentados en la tabla 3.12, mientras que en cuanto a la variabilidad de la varianza residual, únicamente presentan hetero-cedasticidad los residuos resultantes de la estimación de T,D,CH. Por otra parte, los residuos de los parámetros L, RV, RF y CH tienen la distribución normal.

Tabla 3.14. Test de diagnóstico de la estimación VAR en primeras diferencias.

Parámetro	*Test realizado*	*Versión LM*	*Versión F*
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=18.086 (0.113)	F(12,86)=1.489 (0.146)
T	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=132.14 (0.00) (***)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=16.886 (0.000) (***)	F(1,95)=20.037 (0.000) (***)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=20.881 (0.052)	F(12,86)=1.783 (0.066)
D	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=40.061 (0.00) (***)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=3.717 (0.024)(**)	F(1,95)=3.785 (0.025) (**)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=7.464 (0.825)	F(12,86)=0.5419 (0.881)
L	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=0.196 (0.906)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=2.593 (0.611)	F(1,95)=0.2546 (0.615)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=35.791 (0.00)(***)	F(12,86)=3.801 (0.00)(***)
RV	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=7.1654 (0.058)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=0.183 (0.668)	F(1,95)=0.181 (0.672)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=44.355 (0.00)(***)	F(12,86)=5.476 (0.00)(***)
RF	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=5.248 (0.073)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=0.339 (0.560)	F(1,95)=0.333 (0.565)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=20.730 (0.054)	F(12,86)=1.7667 (0.069)
IPC	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=26.435 (0.000) (***)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=0.0059 (0.938)	F(1,95)= 0.005 (0.939)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=33.173 (0.001)(***)	F(12,86)=3.378 (0.001)(**)
CH	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=1.954 (0.376)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=33.871 (0.000)(***)	F(1,95)=50.9722 (0.000)(***)

(***)/(**)/(*) denota significatividad al 1%/5%/10%.

3.10. ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN

Con los análisis realizados hasta el momento hemos tenido en cuenta únicamente las relaciones existentes entre los parámetros en el corto plazo. Antes de utilizar el modelo VAR estimado en el epígrafe anterior, como Modelo para la Generación de Escenarios, hemos de buscar si entre los parámetros hay relaciones en el largo plazo. Este análisis se va a llevar a cabo desde la óptica de la cointegración. Si hay relaciones de equilibrio a largo plazo entre los parámetros, el modelo VAR no está bien estimado y hay que analizar esas relaciones e introducirlas en el modelo a través de un Mecanismo de Corrección de Errores (MEC), el cual viene recogido en el modelo de Vector de Corrección de Errores (VECM).

En primer lugar, antes de iniciar el estudio de la cointegración en estos parámetros, hemos de realizar una puntualización, en el sentido de que los resultados que obtengamos se apoyan en una muestra cuya longitud es comparativamente inferior a la que suele ser habitual en este tipo de estudios. Como ya se ha señalado en epígrafes anteriores no se dispone de mayor número de datos para realizar el estudio. Diversos trabajos son publicados en España relativos al análisis de cointegración como son Estrada, Sastre y Vega (1994), De Miguel, Mora, Olmeda, Yzaguirre (1998), Muñoz, Fernández, Nieto (1998).

Asimismo, en el contexto internacional, merecen especial relevancia para nuestro estudio los trabajos desarrollados por Boender, et al (1993, 1994, 1995, 1998) que aplican el análisis de cointegración a la Generación de Escenarios para la Gestión de Activos y Pasivos (Asset-Liability Management), así como el llevado a cabo por Wilkie (1995). Este último con datos de inflación, dividendo de acciones, rendimiento del dividendo de las acciones, rentabilidad de la Renta Fija, índice salarial, interés a corto plazo, rentas de inmuebles y

rendimiento sobre el índice de Stocks, tanto del mercado inglés, como de otros países utiliza la metodología de la cointegración para llevar a cabo el modelo de inversión “Wilkie investment model”.

Anteriormente se comprobó que las series que estamos analizando presentan el mismo grado de integración, son integradas de orden 1. Como demuestran Engle y Granger (1987), si series no estacionarias presentan una combinación lineal que sí lo es, ambas están cointegradas. Las series están cointegradas si existe una relación de equilibrio a largo plazo entre ellas. Para contrastar la presencia de cointegración se ha aplicado la metodología multivariante propuesta por Johansen (1988 y 1991) y por Johansen y Juselius (1990).

Si se trabaja con *“h”* parámetros, cada una de ellos con una raíz unitaria existe la posibilidad de que nos encontremos con *“h-1”* vectores de cointegración que estén combinados linealmente. El contraste de Johansen determina el número de ecuaciones de cointegración. Este número es lo que se conoce como el rango de cointegración *“r*”. A continuación se expone en qué consiste este contraste.

El modelo VAR, expuesto anteriormente, puede ser también representado de la siguiente forma:

$$\Delta Z_p = \sum_{l=1}^{\tau-1} \Gamma_l \Delta Z_{p-l} + \Pi Z_{p-\tau} + \varepsilon_p ;$$

siendo:

ΔZ_p : el vector de las primeras diferencias de los *“h”* parámetros del modelo.

$\Gamma_l = -I + A_1 + A_2 + ... + A_\tau$; siendo " I " la matriz unidad.

$\Pi = -(I - A_1 - A_2 - ..... - A_\tau)$

La igualdad de los dos modelos VAR se demuestra si sumamos el vector $(Z_{p-1}, Z_{p-2}, ..., Z_{p-\tau})$ y el vector $(A_1 Z_{p-2}, A_2 Z_{p-3}, ..., A_{k-1} Z_{p-\tau})$ a ambos lados de la primera ecuación y resolvemos.

Se analiza la matriz Π y especialmente su rango. Debido a que hay *"h"* parámetros que componen el vector Z_p la dimensión de la matriz Π es (h*h). Se pueden dar varias posibilidades:

- El rango de la matriz Π es igual a *"h"*, esto es, el número total de parámetros que explican el modelo VAR. En ese caso el vector Z_p es estacionario y no habrá relaciones de cointegración, con lo cual se aplicará un VAR en niveles.

- El rango de la matriz Π es igual a *"r"* siendo r<h. Entonces hay "r" relaciones de cointegración y se tiene que aplicar un modelo VECM.

La matriz Π tiene la siguiente representación:

$$\Pi = \alpha\beta'$$

siendo:

α y β matrices (h*r).

La matriz β se denomina matriz de cointegración y cumple la propiedad $\beta' Z_p \rightarrow I(0)$, es decir, son estacionarias; mientras que $Z_p \rightarrow I(1)$, es integrada de orden 1.

La matriz α es una matriz donde cada columna es un vector que pondera la velocidad del ajuste hacia el equilibrio.

En primer lugar hay que averiguar cual es el valor de *"r",* o lo que es lo mismo, ¿Cuántas son las relaciones de cointegración existentes entre los parámetros? Una vez conocido el rango de cointegración, hay que estimar la matriz de cointegración, para obtener los Mecanismos de Corrección de Error.

El procedimiento para averiguar el número de relaciones de cointegración es expuesto en Johansen (1989, 1990). A continuación exponemos los pasos básicos:

Paso 1. Se llevan a cabo las siguientes regresiones lineales:

$\Delta Z_p = f(\Delta Z_{p-1}, \Delta Z_{p-2}, ..., \Delta Z_{p-\tau+1})$, se ha de tener en cuenta que el vector Z_p recoge a los *"h"* parámetros, con lo cual hay que realizar *"h"* regresiones. De estas regresiones se obtiene un vector (h*1) de residuos, el que denotaremos como ε_{0p}.

$Z_p = f(\Delta Z_{p-1}, \Delta Z_{p-2}, ..., \Delta Z_{p-\tau+1})$, de nuevo hay que llevar a cabo *"h"* regresiones, puesto que hay *"h"* parámetros. De estas regresiones obtendremos un vector (h*1) de residuos que denotamos por ε_{tp}.

Paso 2. En función de los residuos obtenidos con las regresiones anteriores se obtienen las cuatro matrices siguientes, todas ellas de orden (h*h):

$S_{00}, S_{0\tau}, S_{\tau 0}, S_{\tau\tau}$, que coinciden con los momentos de segundo orden y con los productos de los residuos, puesto que:

$$S_{ij} = T^{-1}\sum_{p=1}^{T} \varepsilon_{ip}\varepsilon'_{jp}$$

$\forall(i, j) = (0, \tau)$

siendo:

T: tamaño de la muestra

Paso 3. Se resuelve la siguiente ecuación, para cada uno de los *"h"* parámetros:

$$\left|\mu_h S_{kk} - S_{k0}S_{00}^{-1}S_{0k}\right| v_h = 0$$

$\forall h = \{1,2.....\}$

siendo:

h: número de parámetros

Donde $\mu_1 > \mu_2 > ..... > \mu_h$ constituyen los autovalores y estos llevan asociados los autovectores v_h, los cuales se representan dentro de la matriz: $V = (v_1, v_2, ..., v_h)$. Estos autovectores están sujetos a la siguiente normalización:

$$\hat{V}'S_{\tau\tau}\hat{V} = I$$

El estimador de máxima verosimilitud de la matriz β es dado por los autovectores correspondientes al mayor *"r"* de los autovalores:

$$\hat{\beta} = (v_1, v_2, ..., v_r)$$

y el estimador de máxima verosimilitud de la matriz α es:

$$\hat{\alpha} = S_{o\tau}\hat{\beta}$$

El hecho de haber estimado estos valores por el método de máxima verosimilitud supone el conocimiento del valor de *"r"* o lo que es lo mismo el número de vectores de cointegración. Pero generalmente este valor no es conocido. El método para estimar el rango de cointegración consiste en:

1. Si r=h el valor del logaritmo de máxima verosimilitud es:

$$L(h) = K - (T/2)\sum_{i=1}^{h}\log(1-\mu_i)$$

donde

$$K = -(T/2)\{h(1+\log 2\pi) + \log|S_{oo}|\}$$

2. Para un valor de r<h el logaritmo de máxima verosimilitud es:

$$L(r) = K - (T/2)\sum_{i=1}^{r}\log(1-\mu_i)$$

Johansen sugirió dos estadísticos para contrastar el número de raíces características que no son significativamente diferentes de cero.

* El contraste de la traza, en cuyo caso el estadístico utilizado η_r contrasta la hipótesis nula de que el número de vectores de cointegración es menor o igual que *"r",* contra la alternativa de que es mayor que "*r*". Siendo:

$$\eta_r = -T \sum_{i=r+1}^{h} \log(1-\lambda_i)$$

* Otro contraste alternativo es el denominado contraste de máximo valor, donde el estadístico ζ_r contrasta la hipótesis nula de que el número de vectores de cointegración es *"r"* frente a la alternativa de que es *"r+1*". Siendo:

$$\zeta_r = -T \log(1-\lambda_{r+1})$$

$$\forall r = \{0,1,....., h-1\}$$

Los valores críticos para ambos estadísticos son tabulados por Johansen (1988) y Osterwald-Lenum (1991).

El contraste se realiza empezando con la hipótesis de que "r" = 0, lo que supone que no hay vectores de cointegración en el modelo VAR. Si esta hipótesis no puede ser rechazada, el análisis se para aquí, confirmando la inexistencia de relaciones de cointegración. Si la hipótesis fuera rechazada, se examinan secuencialmente las hipótesis de que r $\leq$ 1, r $\leq$ 2, etc..... De esta manera se pueden determinar el número de relaciones de cointegración.

En la tabla 3.15 se recogen los resultados de estos contrastes. Como puede observarse ambos contrastes rechazan, sucesivamente, las hipótesis de que las relaciones de cointegración son 0, 1 ó 2. Concluyendo, por tanto, que son tres las relaciones de cointegración existentes entre los parámetros[3].

Tabla 3.15. Resultados del contraste de la traza y del máximo valor para el número de relaciones de cointegración

Hipótesis nula	η_r	ζ_r
$r = 0$	193.708$^{(**)}$	73.792$^{(**)}$
$r \leq 1$	119.915$^{(**)}$	46.166$^{(**)}$
$r \leq 2$	73.749$^{(**)}$	34.016$^{(**)}$
$r \leq 3$	39.733	18.106
$r \leq 4$	21.626	10.922
$r \leq 5$	10.704	7.771
$r \leq 6$	2.932	2.932

(**) significativos al 5%

Nuestro objetivo ahora es buscar cuales son estas relaciones de cointegración, y estudiar su significado económico y financiero, puesto que nos indicarán la relación de equilibrio existente entre los parámetros analizados.

La estimación de las relaciones de cointegración requiere maximizar el valor del logaritmo de verosimilitud sujeto a una serie de restricciones del vector de los coeficientes de los parámetros: β.

[3] Como ocurre en los trabajos presentados por Olmeda y otros(1997,1998) las relaciones de cointegración son analizadas desde la perspectiva lineal, lo que impide considerar relaciones de largo plazo generales.

En el caso más simple, de una única relación de cointegración, la restricción puede ser vista como una restricción "normalizada" que consiste en aplicar un coeficiente igual a uno a alguno de los parámetros integrados, los cuales forman parte de la relación de cointegración. En el resto de casos, donde existe más de una relación de cointegración (r>1), hay tantas restricciones "normalizadas" como relaciones de cointegración y el modelo necesita ser aumentado con mayor número de restricciones, concretamente con (r^2-r) restricciones, las cuales deben ser determinadas por la teoría económica y financiera. El procedimiento a realizar conlleva las siguientes fases.

Fase 1. Fijación de las relaciones existentes entre los parámetros teniendo en cuenta los datos y la realidad económica. Consiste en buscar la estimación por máxima verosimilitud de β, cuyos valores están sujetos a las siguientes restricciones, basadas en las teorías económicas o financieras:

$$Rvec(\beta) = b$$

donde R y b son la matriz $k \times rp$ y el vector $k \times 1$ de constantes o valores conocidos, y $vec(\beta)$ el $rp \times 1$ vector de los coeficientes a largo plazo. Por lo tanto debe haber, al menos r independientes restricciones, por cada r vector de cointegración.

En este caso se han de prefijar tres restricciones por cada relación de cointegración, debido a que son tres las relaciones de cointegración existentes entre los parámetros, a tenor de los resultados de la tabla 3.15.

La primera relación que buscamos es relativa a los tipos de interés, prefijamos como parámetro dependiente al tipo de interés de los Créditos

Hipotecarios (CH). La segunda relación que se analiza fija como parámetro dependiente a la rentabilidad de la Renta Fija y la tercera a la Renta Variable.

Se ha trabajado sobre estos parámetros debido, en primer lugar, a que los resultados obtenidos en epígrafes anteriores han puesto de manifiesto que hay una fuerte interrelación entre los tipos de interés, lo cual motiva nuestra primera relación de cointegración. Por otra parte, también se ha observado que tanto la rentabilidad de la Renta Variable como de la Renta Fija son los valores que presentan mayor desviación durante el período observado, esto junto con el hecho de que actualmente, según el informe de Seguros y Fondos de Pensiones de 1998 de la Dirección General de Seguros, en torno al 85% de la distribución de las inversiones de los Fondos de Pensiones en España se destina a Renta Fija (62%) y Renta Variable (23%) justifica el interés por intentar buscar la relación de equilibrio a largo plazo de cada uno de estos parámetros.

Fase 2. Posteriormente, tras haber prefijado estas relaciones, en función de la experiencia o las teorías económicas, se contrasta si los coeficientes de los vectores de cointegración son o no significativos, basándose en la distribución "t" de Student. Aquellos que no resulten significativos se tomarán como valor 0 en el vector de cointegración y procederemos de nuevo a contrastar los coeficientes resultantes tras la nueva estimación.

Si el número de restricciones que se han impuesto es k, siendo $k= r^2$, se dice que el vector está exactamente identificado. Cuando $k>r^2$, habrá $k-r^2$ restricciones que estén sobreidentificadas.

En nuestro caso las estimaciones de máxima verosimilitud de los coeficientes de los vectores de cointegración son los que se exponen en la

tabla 3.16. Resultan significativos todos los parámetros de la primera relación de cointegración. En la segunda ni la rentabilidad de la Renta Variable ni los Créditos Hipotecarios son significativos, en el largo plazo, para explicar la Renta Variable. En el caso de la Renta Fija, en la tercera relación, no resultan significativos ni el Largo ni el IPC.

Tabla 3.16. Estimación de las relaciones de cointegración. (Fase 1 y 2)

Restricciones impuestas: *A7=-1;A4=0;A5=0; B5=-1;B1=0;B2=0; C4=-1;C7=0;C5=0*			
	VECTOR A	VECTOR B	VECTOR C
Constante	**0.0085**	**0.0719**	**0.4014**
	(0.0014)	**(0.409)**	**(0.2446)**
T (1)	**-0.4675**	0	**256.616**
	(0.2531)		**(184.030)**
D(2)	**1.4318**	0	**-277.81**
	(0.5829)		**(197.35)**
L(3)	**-0.0801**	**0.687**	12.884
	(0.0429)	**(0.1958)**	(11.658)
RV(4)	0	-0.0063	-1
		(0.079)	
RF(5)	0	-1	0
IPC(6)	**0.472**	**-2.947**	14.794
	(0.1524)	**(1.988)**	(25.418)
CH(7)	-1	0.3915	0
		(0.8319)	
	LL = 2685		

Estimaciones de máxima verosimilitud para cada coeficiente. Error estándar entre paréntesis. Se han impuesto restricciones para las tres relaciones de cointegración (A,B,C) y para los siete parámetros (T:1;D:2,....CH:7) En relieve los coeficiente que resultan significativos al 5%.

Fase 3. Si se quiere contrastar cual es el número de restricciones adecuado, se plantea como hipótesis nula que las restricciones han de ser "k" contra la alternativa de que han de ser "m= k-r^2". Para ello obtenemos los valores de los logaritmos de máxima verosimilitud para cada una de las estimaciones (LL(r) y LL(r:m) con "k" y con "m=k-r^2" restricciones, respectivamente) y el siguiente estadístico:

$$2\left(LL(r) - LL(r:m)\right) \rightarrow \chi^2(m)$$

que bajo la hipótesis nula tiene la distribución Chi- cuadrado con "*m*" grados de libertad.

En la tabla 3.17 se exponen las nuevas estimaciones, tras haber incluido las restricciones de nulidad, para aquellos coeficientes que no resultaron significativos en la tabla 3.16. Los resultados que se presentan son las estimaciones de los vectores de cointegración a los que se les ha impuesto un total de trece restricciones (k=9+4=13) en lugar de las nueve iniciales.

El estadístico $\chi^2(4)$ nos indica que se debe rechazar la hipótesis nula y afirmar que la sobreidentificación de las restricciones (de r^2=9 a k=13) es correcta y que ésta es, por tanto, la estructura de los vectores de cointegración. Si esto no fuera así y se aceptase la hipótesis nula, que la sobreidentificación de las restricciones no es la adecuada, hay que iniciar de nuevo el procedimiento en la fase 1 y fijar otras restricciones.

La primera relación de cointegración, que identificamos como relación (A), pone de manifiesto las relaciones de largo plazo existentes entre los tipos de interés y el índice de precios. Esta conclusión se confirma en diferentes trabajos como es el caso de Sastre (1991) donde se afirma que existe una

relación significativa entre los tipos de las operaciones de crédito y los del mercado interbancario. También Cuenca (1994), Manzano y Galmes (1995) y Saez (1996) sostienen que los tipos de interés de las operaciones activas y pasivas pueden ser determinados a partir de un tipo de referencia del mercado interbancario. En Alonso, Ayuso y Martínez (1997) se analiza, primeramente de forma teórica, la relación entre los tipos de interés y los precios y se indica, textualmente, que "*la existencia de una tendencia común en las tasas de inflación y los tipos de interés da pie a la consideración de relaciones de largo plazo entre las variables. Se analiza la existencia de cointegración entre la tasa de inflación y el tipo de interés nominal a un determinado plazo. Asimismo también se estudia la existencia de cointegración entre los tipos de interés nominales a distintos plazos. Como se pone de manifiesto en Tzavalis y Wickens (1996) ambas ecuaciones pueden integrarse en una marco más general que explote simultáneamente todas las relaciones de cointegración entre la tasa de inflación y los tipos de interés a distintos plazos* " A tenor de los resultados de la primera relación de cointegración que presentamos en este trabajo se puede afirmar que estas relaciones en el largo plazo, que ponían de manifiesto Tzavalis y Wickens (1996), se satisfacen en el caso español.

En cuanto a la segunda relación de cointegración, relación B, pone de manifiesto la relación de equilibrio en el largo plazo existente entre la rentabilidad de la Renta Fija y los tipos de emisión de los Bonos del Tesoro a cinco años, así como con la inflación. El IPC es un factor de control del Banco de España con lo cual está relacionado con la rentabilidad de la Renta Fija Pública. En cuanto a los tipos a Largo Plazo hay que tener en cuenta que la Rentabilidad de la Renta Fija Pública, utilizada en nuestro trabajo, se obtiene a través del Índice de Rentabilidad de la Deuda Pública. Este Índice de Rentabilidad se basa en una cartera de Deuda Pública que está compuesta por emisiones de bonos y obligaciones del Estado que se negocian en el mercado secundario, de ahí la relación de equilibrio existente entre la rentabilidad de la

Renta Fija y el tipo a Largo Plazo. Fama y Schwert (1977) detectan una relación negativa entre la rentabilidad de la Renta Rija y la inflación esperada para el período comprendido entre 1953 y 1971, hallando un resultado del mismo signo, aunque más débil, para la inflación inesperada. Esta dependencia inversa se pone de manifiesto en la segunda relación de cointegración obtenida.

La tercera relación de equilibrio a largo plazo, relación C, es entre la Rentabilidad de la Renta Variable y los tipos de interés de Tesorería y de Depósitos. Comentar respecto a los primeros que la relación es positiva puesto que los cambios producidos en los intereses del mercado interbancario a un día se reflejan de forma proporcional en los cambios de la rentabilidad de la Renta Variable. En cuanto a los tipos del mercado interbancario a tres meses la relación es inversa. Ferrer (1999), en la introducción de su trabajo, argumenta las razones que explican esta relación afirmando que "*Por lo general, se aprecia una significativa conexión entre los tipos de interés nominales y el valor de los títulos de renta variable a través de diferentes canales teóricos:*

- *El proceso de trasvase de capitales generado entre los mercados de acciones y de bonos en respuesta a los movimientos de los tipos de interés como consecuencia del elevado grado de competencia existente entre ambos en lo concerniente a la captación de inversiones*

.

- *Dado que los tipos de interés nominales son uno de los componentes esenciales de las tasas nominales de descuento usadas en los modelos de valoración basados en el descuento de los flujos de caja futuros, cualquier información relativa a los tipos de interés va a reflejarse en dichas tasas y va a incidir de forma inversa sobre la cotización de los títulos.*

- *Los tipos de interés constituyen una referencia básica del coste de hacer negocios y uno de los principales determinantes del nivel de inversión real y del crecimiento económico, con el consiguiente impacto de sus variaciones sobre los beneficios y dividendos empresariales y, subsiguientemente, sobre el precio de las acciones*."

Tabla 3.17. Ecuaciones de cointegración y estadístico de máxima verosimilitud para contrastar la sobre identificación de las restricciones en los coeficientes del largo plazo.

RESTRICCIONES IMPUESTAS: ***A7=1;A4=0;A5=0;B5=1;B1=0;B2=0;C4=1;C7=0;C5=0;B4=0;B7=0;C3=0;C6=0***	
Relación A de cointegración	CH = 0.00859 – 0.41987 T + 1.3825 D – 0.072256 L + 0.45982 IPC
Relación B de cointegración	RF = 0.06515 + 0.9202 L - 2.3221 IPC
Relación C de cointegración	RV = 0.74745 + 209.334 T – 213.203 D
$\chi^2(4) = 5.3735$ [0.251]	

Las restricciones son sobre los coeficientes de los parámetros (1,2,...,7) dentro de cada una de las tres (r=3) relaciones de cointegración (A,B,C)

3.11. ESTIMACIÓN DEL VECTOR DE CORRECCIÓN DE ERRORES (VECM)

Cuando las series temporales están cointegradas, tienden a moverse de forma conjunta a lo largo del tiempo, manteniendo una posición de equilibrio a largo plazo, presentada por la existencia de una relación lineal[4] entre los valores que toma cada una de las series. Los cambios de período a período, que se produzcan entre los parámetros cointegrados, vienen recogidos en las ecuaciones a corto plazo. Ante algún cambio inesperado (shock) las series pueden desviarse momentáneamente de la posición de equilibrio a largo plazo. En los períodos siguientes, por medio del denominado Mecanismo de Corrección de Errores (MEC), las series reaccionan, ante el desequilibrio, volviendo hacia la posición anterior al cambio. El Vector de Corrección de Errores (VECM) recoge tanto el MEC como las relaciones a corto plazo entre los parámetros.

Como señala Boender (1998) *"Aplicar el Mecanismo de Corrección de Error al Vector Autorregresivo proporciona a la Gestión de Activos y Pasivos la posibilidad de evaluar estrategias potenciales con respecto a la generación de escenarios puesto que, explícitamente, tiene en cuenta los regímenes económicos y el equilibrio en el largo plazo"*

Se estima el VECM por mínimos cuadrados ordinarios y los resultados se presentan en la tabla 3.18. En el VECM se toman los parámetros en primeras diferencias, debido a que son todos integrados de orden uno. En la tabla se recogen las estimaciones de los coeficientes de las primeras diferencias de los parámetros, así como su error estándar, y los coeficientes de cada una de las tres relaciones de cointegración, constituyendo, con ello, el Mecanismo de Corrección de Errores.

[4] Puede ser una relación tanto lineal como no lineal. En este caso, puesto que trabajamos desde la perspectiva lineal, no incluimos las otras en las exposiciones.

Tabla 3.18. Estimación del Vector de Corrección de Errores

	PARÁMETROS DEPENDIENTES						
	ΔT	ΔD	ΔL	ΔRV	ΔRF	ΔIPC	ΔCH
ΔT 1	**0.3459**	**0.5075**	0.1837	-2.898	-1.3455	0.0669	-0.0336
	(0.1338)	**(0.1303)**	(0.1263)	(3.2375)	(0.8935)	(0.0918)	(0.0548)
ΔD 1	**-0.7055**	**-0.3697**	0.0906	2.1935	0.8349	0.1222	0.1039
	(0.1859)	**(0.1811)**	(0.1754)	(4.496)	(1.2409)	(0.1275)	(0.0761)
ΔL 1	**-0.3025**	-0.1137	-0.1389	-4.1884	**-1.5774**	**0.1515**	**0.1363**
	(0.1152)	(0.1122)	(0.1087)	(2.7877)	**(0.7694)**	**(0.0791)**	**(0.0472)**
ΔRV 1	-0.0025	-0.00073	-0.0041	-0.00972	0.0282	**-0.0069**	0.0005
	(0.0045)	(0.0044)	(0.0043)	(0.1105)	(0.0305)	**(0.0031)**	(0.0018)
ΔRF 1	-0.0257	-0.0276	**-0.0749**	0.3514	-0.0246	**0.0235**	0.0115
	(0.0181)	(0.0176)	**(0.0171)**	(0.4382)	(0.1209)	**(0.0124)**	(0.0074)
ΔIPC 1	**-0.2819**	0.0127	0.0841	**-6.545**	-1.149	**0.2453**	-0.0565
	(0.1288)	(0.1254)	(0.1215)	**(3.1145)**	(0.8596)	**(0.0883)**	(0.0527)
ΔCH 1	0.25203	0.09155	0.0028	0.8764	-0.5645	0.0309	-0.1117
	(0.1288)	(0.2335)	(0.2263)	(5.8007)	(1.6011)	(0.1646)	(0.0982)
Mce A(-1)	0.00213	**-0.194**	-0.0551	2.3749	0.6221	**-0.3837**	**0.1579**
	(0.0117)	**(0.1148)**	(0.1113)	(2.8518)	(0.7871)	**(0.0809)**	**(0.0483)**
Mce B(-1)	0.0054	0.00812	0.0031	0.1729	**0.1139**	**0.0087**	**0.0139**
	(0.0061)	(0.0061)	(0.0058)	(0.1791)	**(0.0411)**	**(0.0042)**	**(0.0025)**
Mce C(-1)	**-0.0045**	**-0.0272**	-0.0012	**0.0331**	0.0078	-0.00045	-0.00008
	(0.00078)	**(0.0007)**	(0.0007)	**(0.0188)**	(0.0052)	(0.0005)	(0.0003)

Siendo: $\Delta T = T_p - T_{p-1}$; $\Delta D = D_p - D_{p-1}$; $\Delta L = L_p - L_{p-1}$; $\Delta RV = RV_p - RV_{p-1}$;

$\Delta RF = RF_p - RF_{p-1}$; $\Delta IPC = IPC_p - IPC_{p-1}$; $\Delta CH = CH_p - CH_{p-1}$;

$\Delta T\ 1 = T_{p-1} - T_{p-2}$; $\Delta D\ 1 = D_{p-1} - D_{p-2}$; $\Delta L\ 1 = L_{p-1} - L_{p-2}$;

$\Delta RV\ 1 = RV_{p-1} - RV_{p-2}$; $\Delta RF\ 1 = RF_{p-1} - RF_{p-2}$; $\Delta CH\ 1 = CH_{p-1} - CH_{p-2}$;

$\Delta IPC\ 1 = IPC_{p-1} - IPC_{p-2}$

Mec A (-1) = -0.4198 T + 1.382 D – 0.0722 L + 0.4598 IPC –1 CH + 0.00859;
Mce B (-1) =-1 RF – 2.322 IPC + 0.06515;
Mce C (-1) = 209.334 T – 213.203 D –1RV + 0.7474;

En relieve los coeficientes que resultan significativos al 5%

Se descartan aquellos coeficientes de los parámetros retardados y de los Mecanismos de Corrección de Errores (MCE) que no resulten significativos. El VECM que recoge la dinámica en el corto y en el largo plazo de este conjunto de parámetros se presenta a continuación, en forma matricial y en niveles como resultado de operar con los datos presentado en la tabla 3.18.:

$$\begin{pmatrix} T_p \\ D_p \\ L_p \\ RV_p \\ RF_p \\ IPC_p \\ CH_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.003 \\ -0.012 \\ 0.0247 \\ 0.0246 \\ 0.0074 \\ -0.002 \\ 0.0022 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0.399 & 0.258 & -0.302 & 0.004 & 0 & -0.281 & 0 \\ 0.507 & 0.631 & -0.178 & 0 & 0.194 & 0.451 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -0.074 & 0 & 0 \\ 6.935 & -7.063 & 0 & 0.966 & 0 & -6.547 & 0 \\ 0 & 0 & -1.472 & 0 & 0.886 & -0.264 & 0 \\ 0.161 & -0.531 & 0.187 & -0.006 & 0.014 & 1.048 & 0.383 \\ -0.066 & 0.218 & 0.137 & 0 & -0.013 & 0.041 & 0.842 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T_{p-1} \\ D_{p-1} \\ L_{p-1} \\ RV_{p-1} \\ RF_{p-1} \\ IPC_{p-1} \\ CH_{p-1} \end{pmatrix} +$$

$$+ \begin{pmatrix} -0.345 & 0.705 & 0.302 & 0 & 0 & 0.281 & 0 \\ -0.507 & 0.369 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.074 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6.545 & 0 \\ 0 & 0 & 1.577 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0.151 & 0.006 & -0.023 & -0.245 & 0 \\ 0 & 0 & -0.136 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T_{p-2} \\ D_{p-2} \\ L_{p-2} \\ RV_{p-2} \\ RF_{p-2} \\ IPC_{p-2} \\ CH_{p-2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_T \\ \varepsilon_D \\ \varepsilon_L \\ \varepsilon_{RV} \\ \varepsilon_{RF} \\ \varepsilon_{IPC} \\ \varepsilon_{CH} \end{pmatrix}$$

Tomando la matriz de varianzas y covarianzas de los residuos los siguientes valores:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} & \varepsilon_T & \varepsilon_D & \varepsilon_L & \varepsilon_{RV} & \varepsilon_{RF} & \varepsilon_{IPC} & \varepsilon_{CH} \\ \varepsilon_T & .3223E-4 & .2121E-5 & .2360E-5 & -.8131E-4 & -.2164E-4 & .6391E-5 & .1751E-6 \\ \varepsilon_D & .2121E-5 & .3223E-4 & .3933E-5 & -.2191E-4 & -.1008E-4 & .3045E-7 & .2631E-5 \\ \varepsilon_L & .2360E-5 & .3932E-5 & .2055E-4 & -.4192E-4 & -.3736E-4 & -.2877E-6 & .3939E-6 \\ \varepsilon_{RV} & -.8131E-4 & -2191E-4 & -.4192E-4 & .0069274 & .2801E-3 & .4101E-4 & -.1012E-5 \\ \varepsilon_{RF} & -.2164E-4 & -1008E-4 & -.3736E-4 & .2801E-3 & .5277E-3 & -.4111E-5 & -.3612E-5 \\ \varepsilon_{IPC} & .6391E-5 & .3045E-5 & -.2877E-6 & .4101E-4 & -.4111E-5 & .5579E-5 & -.4231E-6 \\ \varepsilon_{CH} & 1751E-5 & .2631E-5 & -.3939E-7 & -.1012E-4 & -.3612E-5 & -.4231E-6 & .1988E-5 \end{bmatrix}$$

Se va a someter este modelo VECM a unos tests de diagnóstico que nos reportan unos estadísticos de los que podemos obtener información sobre la estructura del modelo. Los resultados de estos tests, para cada una de los parámetros que constituyen el VECM, se reflejan en la tabla 3.19 y nos proporcionan la siguiente información:

El contraste de correlación serial, indica que para todos los rendimientos y factores, excepto para el caso de la rentabilidad de la Renta Variable y de la Renta Fija, se puede afirmar con un 99% de confianza, la inexistencia de correlación serial en los residuos. Este resultado confirma el acierto de seleccionar el período dos como longitud óptima del retardo[5]. Puesto que, si se produjeran correlaciones seriales entre los residuos, habría que aumentar el número de retardos hasta que estas desaparecieran.

En cuanto al test de normalidad, los resultados indican que los residuos siguen una distribución normal.

Tras realizar el contraste de homocedasticad se puede afirmar que todos los residuos son homocedásticos con un nivel de significación del 1%, lo cual supone que tienen un varianza constante a lo largo del tiempo.

[5] Esta elección se realizó en el apartado 7 de este Capítulo, en base a los criterios de información de Akaike y el criterio bayesiano de Schwarz.

Tabla 3.19. Test de diagnostico de la estimación VECM.

Parámetro	*Test realizado*	*Versión LM*	*Versión F*
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=10.859 (0.541)	F(12,83)=0.7879 (0.661)
T	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=3.685 (0.121)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=0.0643 (0.800)	F(1,95)=0.0631 (0.771)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=16.783 (0.158)	F(12,83)=1.307 (0.232)
D	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=3.737 (0.072)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=6.4214 (0.011)$^{(**)}$	F(1,95)=6.737 (0.011) $^{(**)}$
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=5.924 (0.92)	F(12,83)=0.4066 (0.957)
L	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=0.286 (0.867)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=0.215 (0.643)	F(1,95)=0.2113 (0.647)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=35.233 (0.00)$^{(***)}$	F(12,83)=3.565 (0.00)$^{(***)}$
RV	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=3.674 (0.159)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=0.2961 (0.586)	F(1,95)=0.2908 (0.591)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=40.353 (0.00)$^{(***)}$	F(12,83)=4.4523 (0.00)$^{(***)}$
RF	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=1.929 (0.381)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=0.143 (0.705)	F(1,95)=0.1405 (0.709)
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=21.509 (0.053)	F(12,83)=1.781 (0.067)
IPC	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=3.735 (0.08)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=1.391 (0.238)	F(1,95)=1.3821 (0.243)$^{)}$
	H_o :Ausencia de correlación serial	CHSQ(12)=26.621 (0.009)$^{(**)}$	F(12,83)=2.364 (0.012)$^{(**)}$
CH	H_o :Normalidad	CHSQ(2)=3.426 (0.180)	No aplicable
	H_o :Homocedasticidad	CHSQ(1)=2.115 (0.625)	F(1,95)=2.484 (0.693)

$^{(***)/(**)/(*)}$ denota significatividad al 1%/5%/10%.

3.12. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL MODELO DE ESTIMACIÓN SELECCIONADO

En este epígrafe decidiremos, tras lo analizado, cual es el modelo que mejor se ajusta al comportamiento de los parámetros estudiados. La información obtenida en los epígrafes 3.1-3.10 pone de manifiesto la necesidad de tratar a los parámetros de forma conjunta, puesto que se observan relaciones en el corto plazo entre los mismos.

La primera aproximación nos lleva a decantarnos por un modelo de Vector Autorregresivo (VAR), donde todos los parámetros dependen a su vez de todos ellos así como de sí mismos. Realizamos una estimación del VAR en niveles, pero el hecho de que todas las series estén integradas de orden uno nos indica que una mejor estimación del modelo es tomar los parámetros en diferencias. Un VAR en diferencias es, sobre la base de los resultados obtenidos, el modelo adecuado para informar del comportamiento de los parámetros. El principal inconveniente de este modelo es que únicamente se basa en las relaciones inmediatas existentes entre los parámetros. Se hace necesario, por tanto, analizar si, entre los mismos, existen relaciones de equilibrio en el largo plazo.

Realizando el contraste de la traza y del máximo valor se puede afirmar que existen relaciones de cointegración entre los parámetros. Esto nos indica que un modelo de Vector Autorregresivo está mal especificado puesto que el modelo óptimo ha de recoger estas relaciones de cointegración. Cuando las series temporales están cointegradas tienden a moverse de forma conjunta a lo largo del tiempo, manteniendo una posición de equilibrio a largo plazo, representada por la existencia de una relación lineal entre los valores que toma cada una de las series. Los cambios, de período a período, que tengan los parámetros cointegrados vienen recogidos en las ecuaciones a corto plazo.

Ante algún cambio inesperado (shock) las series pueden desviarse momentáneamente de la posición de equilibrio a largo plazo. En los períodos siguientes, por medio del denominado Mecanismo de Corrección de Errores (MEC), las series reaccionan, ante el desequilibrio, volviendo hacia la posición anterior al cambio. El Vector de Corrección de Errores (VECM) recoge tanto el MEC como las relaciones a corto plazo entre los parámetros.

Con todo ello, se puede afirmar que el modelo que mejor refleja el comportamiento de los parámetros es un modelo de Vector de Corrección de Errores, que pone de manifiesto las relaciones existentes entre los parámetros tanto en el corto, como en el largo plazo.

También hay que tener en cuenta la información obtenida por los tests de diagnósticos realizados sobre los residuos de los tres modelos analizados y expuestos teóricamente en el epígrafe 3.9.

Significativas autocorrelaciones de los residuos sugieren que un modelo de mayor retardo debe ser empleado y que algún término debe ser incluido en el modelo. En los modelos analizados, se observa que en el caso de aplicar el VECM las estimaciones que presentan correlación residual son únicamente la Renta Variable y la Renta Fija mientras que en los modelos de VAR presentan correlación serial además los tipos de interés de los Créditos Hipotecarios.

Evidencias de heterocedasticidad en los residuos ponen de manifiesto la necesidad de utilizar modelos ARCH (Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva) que reflejen el comportamiento de los mismos. En el modelo VECM se rechaza para todos los parámetros la existencia de hetero-cedasticidad en los residuos.

En los modelos analizados se parte del supuesto de que los residuos siguen una distribución normal. En el caso del VECM este supuesto se confirma para todos los parámetros.

En la introducción de este Capítulo se expuso el problema generado por la selección de los datos empleados, puesto que éstos se tomaban en intervalos sobrepuestos (overlapping intervals). Si este hecho no representa un problema en las estimaciones es interesante apreciar que en el modelo VECM estimado los parámetros se presentan como primeras diferencias.

Podemos concluir, por tanto, que el modelo VECM es el que mejor refleja el comportamiento de los parámetros.

No obstante este modelo también tiene una serie de limitaciones como es que se trabaja con un modelo lineal que no recoge relaciones cuadráticas o no lineales entre los parámetros. Esta limitación se pone de manifiesto tanto en las relaciones en el corto plazo como en el largo plazo.

Por otra parte esta metodología está diseñada para series temporales de gran tamaño. En nuestro caso, al disponer de un número pequeño de observaciones, alguno de los resultados puede resultar sesgado.

Tras el análisis realizado, y pese a los inconvenientes mencionados, en este trabajo utilizaremos el Vector de Corrección de Errores (VECM) para llevar a cabo la generación de escenarios.

Capítulo 4.
PREDICCIÓN Y ANÁLISIS DEL RIESGO A TRAVÉS DE LA SIMULACIÓN

4.1. Introducción
4.2. Factorización de Cholesky
4.3. Simulación de Montecarlo
4.4. Predicción
4.5. Escenarios creados mediante agrupación de valores simulados

MENÚ SALIR

4.1. INTRODUCCIÓN

Una vez que hemos estimado el modelo que refleja el comportamiento de los factores y rendimientos, que son objeto de nuestro estudio, hemos de realizar las previsiones de comportamiento de estos parámetros para momentos futuros.

La incertidumbre de los parámetros es modelada por un gran número de escenarios, los cuales reflejan un comportamiento factible del entorno en el que las decisiones del Modelo de Gestión han de ser tomadas. Según el Modelo de Generación de Escenarios los parámetros toman diferentes valores en cada momento del tiempo. Cada uno de estos valores lleva asociada una probabilidad de ocurrencia, que es la probabilidad del escenario. El sistema de Generación de Escenarios que obtengamos predice los movimientos de los parámetros en el momento futuro.

Las características que debe cumplir el Modelo de Generación de Escenarios son, como se señaló en el primer capítulo, las siguientes:

- Los diferentes valores que tomen los parámetros para cada uno de los escenarios deben ser consistentes con la información que se disponga de los mismos en momentos pasados.
- Los escenarios deben generarse respetando la interrelación existente entre los parámetros.
- Se debe generar tal variedad de estados que sean suficientes para capturar todas las posibles trayectorias de comportamiento de los mismos.

Para cualquier período futuro *"p"* se tiene un valor de los parámetros, para cada valor del residuo, asociado a una probabilidad de ocurrencia. El

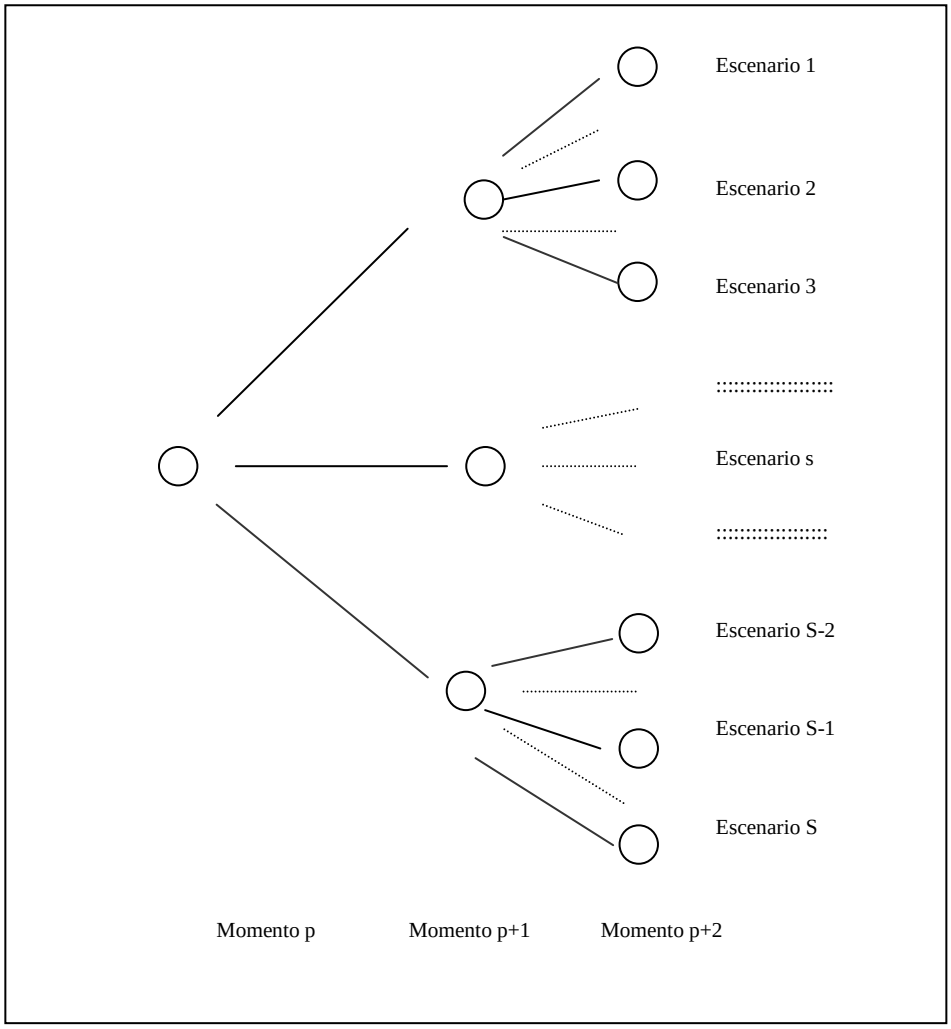
proceso se repite iterativamente en cada período siguiente, con lo cual la estructura del comportamiento de los parámetros y factores es la que aparece en el cuadro 4.1 que representa la Generación de Escenarios para el caso de dos períodos de tiempo.

Cada trayectoria de comportamiento de los parámetros se denomina escenario, se denota por "s" $\forall s = \{1,2.....S\}$ y se representa como cada rama en el cuadro 4.1. Cada escenario tiene asociada una probabilidad de ocurrencia y tiene que cumplirse que:

$$\sum_{s=1}^{S} p^s = 1$$

En el cuadro 4.1 se representa lo que se denomina la Generación de Escenarios en forma de árbol.

Cuadro 4.1



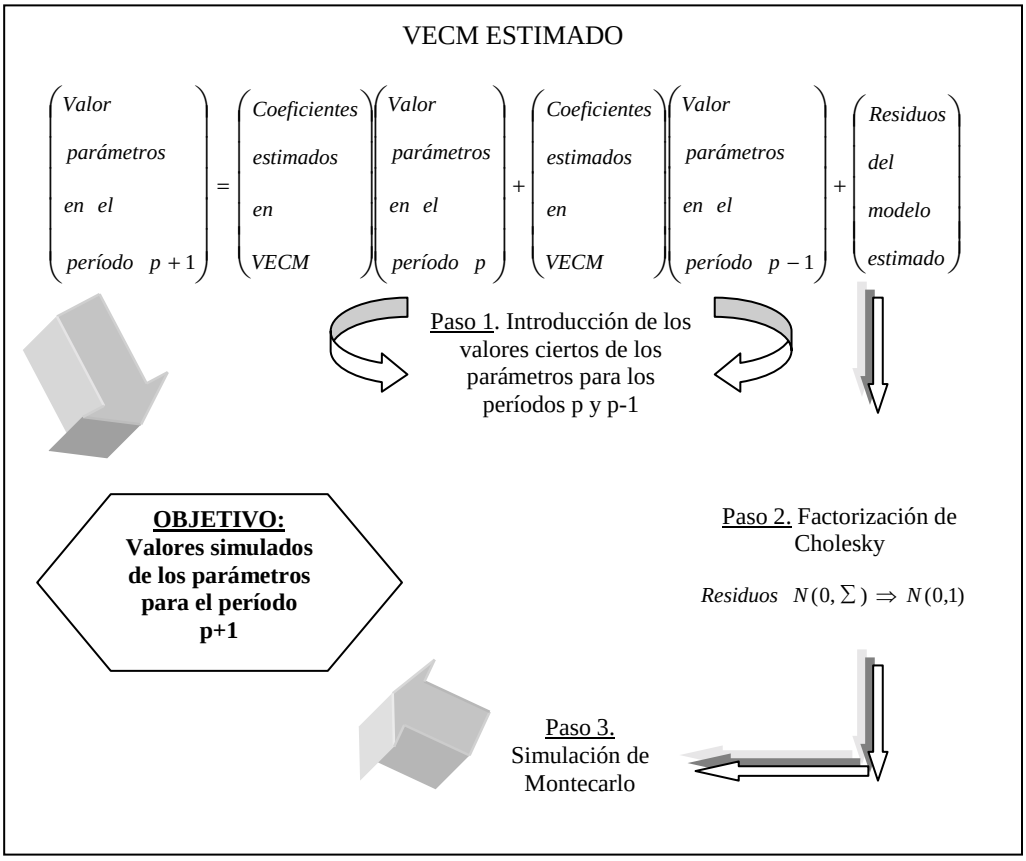
Generación de escenarios en forma de árbol.

En cada nudo que aparece en el cuadro 4.1 los parámetros toman un determinado valor, que viene dado en base al modelo de Vector de Corrección

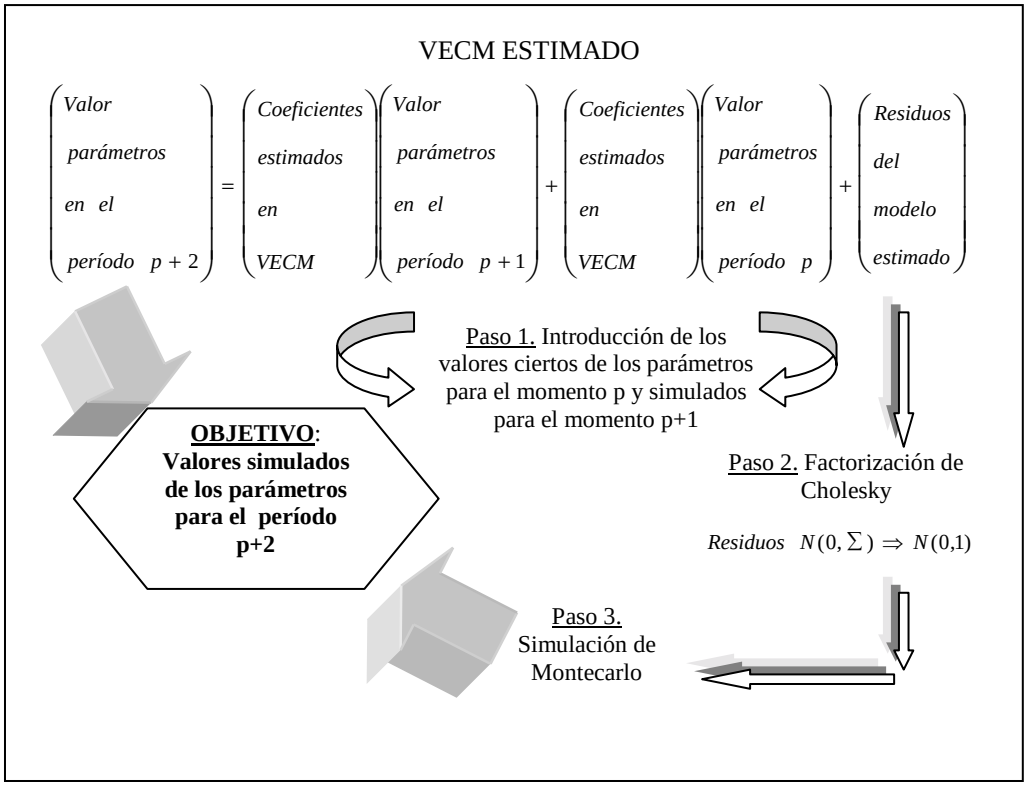
de Error que expusimos anteriormente en la tabla 3.18. En el cuadro 4.2 se expone el esquema de la metodología llevada a cabo para obtener los valores futuros de los parámetros. Se expone la metodología para dos períodos de tiempo.

Cuadro 4.2. Esquema de la metodología para la predicción de valores futuros de los parámetros

Para el período *"p+1"* la estructura es:



Para el período *"p+2"* la estructura es:



Uno de los objetivos de la Generación de Escenarios, como se ha indicado en repetidas ocasiones, es la predicción de los valores futuros de los parámetros. Como se ha expuesto en el cuadro 4.2 el primer paso a realizar, una vez estimado el Vector de Corrección de Errores, que refleja las relaciones existentes entre los parámetros en el corto y en el largo plazo, es introducir los valores ciertos de los parámetros para los dos períodos anteriores al momento de realizar la predicción. El segundo y tercer paso a llevar a cabo, se desarrollan en los epígrafes expuestos a continuación.

Asimismo en el caso de un gestor de Fondo de Pensiones, una de sus principales metas, es conocer los movimientos de los parámetros que influyen en el comportamiento de los Activos y Pasivos que forman su cartera, para de esta forma tomar las decisiones, con la mayor información posible. Dentro de este objetivo el gestor estará conforme con la predicción de un valor medio de cada uno de los parámetros. Pero, indudablemente, agradecerá disponer de información sobre las diferentes posibilidades de comportamiento de cada parámetro. Para llevar a cabo el análisis de riesgo se realizan una serie de agrupaciones de los valores simulados bajo diferentes criterios subjetivos en función de que los parámetros tomen o no valores arriesgados.

4.2. FACTORIZACIÓN DE CHOLESKY

El modelo VECM estimado se compone, por un lado de los valores de los parámetros retardados, pero también se incluye en él una componente residual. Estos residuos se caracterizan por estar correlacionados entre ellos en el momento *"p"* de lo cual nos informa la matriz de covarianzas. No podemos obviar la existencia de esta correlación entre los residuos, pero si queremos introducir un valor residual en el modelo estimado, asociado a una probabilidad de ocurrencia nos encontramos con el problema de no disponer de información tabulada sobre la probabilidad de una distribución Normal con matriz de varianzas y covarianzas diferentes a 1 y 0 respectivamente. No obstante sí se dispone de información tabulada sobre la distribución N (0,1). Por lo tanto, hemos de buscar la fórmula que relacione los residuos N(0, $\sum$) con otros N(0,1). Para ello aplicaremos la descomposición de Cholesky, que se expone a continuación.

Supongamos un vector ε compuesto por "n" valores, los cuales tienen una estructura de correlación:

$$\sum(\varepsilon) = E(\varepsilon\varepsilon') = R$$

R es una matriz simétrica, y esta se puede descomponer teniendo en cuenta el factor de Cholesky, en: $R = TT'$, donde T es una matriz triangular con ceros en el lado superior de la izquierda.

Supongamos un vector η, el cual está compuesto por "n" variables independientes que tienen varianzas igual a la unidad. Es decir:

$\sum(\eta) = I$, donde I es la matriz identidad con ceros en todos sus valores, excepto en la diagonal principal, que está compuesta por 1.

A continuación se construye la variable:

$$\varepsilon = T\eta$$

La matriz de covarianzas de esta variable es:

$$\sum(\varepsilon) = E(\varepsilon\varepsilon') = E(T\eta\eta'T') = TE(\eta\eta')T' = TIT' = TT' = R$$

con lo cual se cumple que los valores de la variable ε están correlacionados entre sí.

Para el caso de dos únicos valores de las variables:

$$\sum(\varepsilon) = R = \begin{bmatrix} \sigma_i^2 & \sigma_i\sigma_j \\ \sigma_i\sigma_j & \sigma_j^2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \sigma_i^2 & \sigma_i\sigma_j \\ \sigma_i\sigma_j & \sigma_j^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 \\ a_{12} & a_{22} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} \\ 0 & a_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}^2 & a_{11}a_{21} \\ a_{11}a_{12} & a_{12}^2 + a_{22}^2 \end{bmatrix}$$

Con lo cual:

$$\begin{aligned} a_{11}^2 &= \sigma_i^2 \\ a_{11}a_{12} &= a_{11}a_{21} = \sigma_{ij} \\ a_{12}^2 + a_{22}^2 &= \sigma_j^2 \end{aligned}$$

De esta forma, conociendo el valor de la matriz R, se obtienen los valores de la matriz triangular T, y se establece la relación entre las variables ε y η, con la siguiente ecuación:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_i \\ \varepsilon_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 \\ a_{12} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_i \\ \eta_j \end{bmatrix}$$

En nuestro caso, debido a que estamos trabajando con variables residuales que están correlacionadas, aplicando la factorización de Cholesky encontramos los valores de los residuos que sean independientes entre ellos, para así poder calcular su probabilidad y después transformar de nuevo éstos a valores intercorrelacionados.

Aplicando la factorización de Cholesky podremos transformar los residuos que están correlacionados entre sí y que tienen la matriz de varianzas y covarianzas de residuos $(\sum)$ en otros residuos cuya distribución es N(0,1). De esta forma generamos valores de los residuos que sigan una distribución N(0,1) y le asignamos su probabilidad de ocurrencia, de acuerdo con esa distribución. Así tenemos los valores de la variable N(0,1), con ello indirectamente los de los residuos $N(0,\sum)$ y, de esta manera, conocemos la probabilidad de ocurrencia del VECM para cada valor de los residuos.

En nuestro caso tendremos que buscar la siguiente relación:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_T \\ \varepsilon_D \\ \varepsilon_L \\ \varepsilon_{RV} \\ \varepsilon_{RF} \\ \varepsilon_{IPC} \\ \varepsilon_{CH} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & & & & & & \\ a_{12} & a_{22} & & & & & \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} & & & & \\ a_{14} & a_{24} & a_{34} & a_{44} & & & \\ a_{15} & a_{25} & a_{35} & a_{45} & a_{55} & & \\ a_{16} & a_{26} & a_{36} & a_{46} & a_{56} & a_{66} & \\ a_{17} & a_{27} & a_{37} & a_{47} & a_{57} & a_{67} & a_{77} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_T \\ \eta_D \\ \eta_L \\ \eta_{RV} \\ \eta_{RF} \\ \eta_{IPC} \\ \eta_{CH} \end{bmatrix}$$

donde

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_T \\ \varepsilon_D \\ \varepsilon_L \\ \varepsilon_{RV} \\ \varepsilon_{RF} \\ \varepsilon_{IPC} \\ \varepsilon_{CH} \end{bmatrix} \rightarrow N(0, \sum) \qquad \begin{bmatrix} \eta_T \\ \eta_D \\ \eta_L \\ \eta_{RV} \\ \eta_{BF} \\ \eta_{IPC} \\ \eta_{CH} \end{bmatrix} \rightarrow N(0,1)$$

Para los parámetros con que estamos trabajando resulta la siguiente transformación de Cholesky:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_T \\ \varepsilon_D \\ \varepsilon_L \\ \varepsilon_{RV} \\ \varepsilon_{RF} \\ \varepsilon_{IPC} \\ \varepsilon_{CH} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.018 & & & & & & \\ 0.011 & 0.014 & & & & & \\ 0 & 0 & 0.015 & & & & \\ -0.044 & 0.021 & -0.026 & 0.051 & & & \\ -0.011 & 0.008 & -0.026 & 0.028 & 0.067 & & \\ 0 & 0 & 0 & -0.007 & 0.003 & 0.002 & \\ & 0 & 0 & 0.001 & -0.0005 & 0.004 & 0.004 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_T \\ \eta_D \\ \eta_L \\ \eta_{RV} \\ \eta_{RF} \\ \eta_{IPC} \\ \eta_{CH} \end{bmatrix}$$

4.3. SIMULACIÓN DE MONTECARLO

El método de Montecarlo es utilizado para simular los valores del Vector de Corrección de Errores, obteniendo valores del vector de residuos con distribución N(0,1), tras la transformación de Cholesky realizada en el epígrafe anterior, usando un generador de números aleatorios. En esto consiste el método de Montecarlo: en generar números aleatorios y convertirlos luego en observaciones del parámetro aleatorio del modelo. La denominación de "método de Montecarlo" a éste procedimiento fue dada en 1949 por los matemáticos J.von Neuman y S. Ulamm. Posteriormente, en 1964 y 1968, David B. Hertz publicó dos trabajos donde ponía de relieve la gran utilidad de la simulación en los problemas de inversión y financiación.

El proceso a seguir es el siguiente:

1. Cada vector de residuos $\eta \rightarrow N(0,1)$ se obtiene generando, de forma conjunta, 7 números aleatorios que siguen la distribución N(0,1). Realizamos 1.000 simulaciones del vector de residuos η para el momento *"p"*.

2. Sustituimos cada vector de residuos η en la ecuación obtenida tras aplicar la transformación de Cholesky de forma que obtenemos 1.000 vectores de residuos ε para el momento *"p"*.

3. La probabilidad de ocurrencia de cada una de los 1.000 vectores de residuos ε es la siguiente:

$$P\begin{pmatrix} \varepsilon_T^n \\ \varepsilon_D^n \\ \varepsilon_L^n \\ \varepsilon_{RV}^n \\ \varepsilon_{RF}^n \\ \varepsilon_{IPC}^n \\ \varepsilon_{CH}^n \end{pmatrix} = \frac{1}{N}$$

$\forall n = \{1,2.....N\}$

$siendo: \quad N = 1.000$

4. Se sustituye cada una de las simulaciones de vectores de los residuos ε en el VECM, resultando un valor de cada vector para cada una de las simulaciones.

4.4. PREDICCIÓN

De la forma expuesta en los epígrafes anteriores tenemos, para el momento *"p+1"*, mil posibles valores del Vector de Corrección de Errores. Cada uno de ellos con una probabilidad del 1 por 1.000. Para el momento *"p+2"* se repite el proceso.

El primer paso, como reflejaba el cuadro 4.2, consiste en introducir, en el modelo VECM, los valores de los parámetros retardados dos períodos. En este caso hemos de introducir el vector de valores reales del momento *"p"* y el vector de valores simulados para el momento *"p+1".* De esta forma, al disponer de 1.000 simulaciones para el período *"p+1"*, se han de introducir todas en el modelo para el momento *"p+2"*. Por lo tanto, tras realizar la simulación de Montecarlo de la misma forma que para el período *"p+1"*, en el momento *"p+2"* se dispone de un total de 1.000.000 de VECM simulados, cada uno de ellos con una probabilidad de ocurrencia de 1 por 1.000.000.

El proceso se repite iterativamente y obtenemos 1.000^n vectores simulados por cada *"n*" veces que se realice la simulación. Cada uno de estos escenarios, así generados a lo largo del tiempo, tiene una probabilidad de ocurrencia de 1 por 1.000^n

Con la información obtenida de la Generación de Escenarios se está definiendo lo que va a ocurrir, con una probabilidad de que esto sea así. Se utiliza esta información de diversa forma según el objetivo que se persiga en cada momento, por aquel que requiera la información.

Los resultados de la simulación pueden depurarse en estadísticas resumidas, como la media aritmética, que nos dan información sobre el valor medio de cada parámetro simulado. De los valores simulados, en cada

momento, se obtiene el valor esperado que toma cada parámetro tras la realización de la simulación, lo que supone que un solo escenario va a ocurrir, y que es aquel que recoge el valor medio de cada parámetro. En este epígrafe la predicción es la estimación de que un único escenario sucederá y el resultado será el valor medio de todas las estimaciones simuladas tras la Generación de Escenarios. De esta forma se obtiene un único valor de cada parámetro, resultado que está en consonancia con el objetivo de obtener una predicción sobre el valor de los parámetros en el futuro.

En este caso hemos trabajado únicamente con dos períodos, pero el proceso se puede generalizar para *"p+n"* períodos. Dado que el último valor de la serie histórica analizada es marzo (*i=0*) de 2000 se calcula la predicción para los meses de abril (*i=1*) y mayo (*i=2*) de 2000[1]. La predicción de los parámetros para estos períodos se compara con los datos reales de los mismos en la tabla 4.1. Como se puede observar el mayor error de predicción se produce en la Renta Variable y en la Renta Fija. El resto de estimaciones de los parámetros, excepto en el caso del Largo, incurren en un error inferior al 0.06% para el momento *"p+1"*, siendo también óptimo para el momento *"p+2"*.

[1] Como se indicó anteriormente, al trabajar información anual de periodicidad mensual se utiliza la nomenclatura (i,j), siendo "i" indicativo del mes y "j" del año (j=1 en el año 2000).

Tabla 4.1.

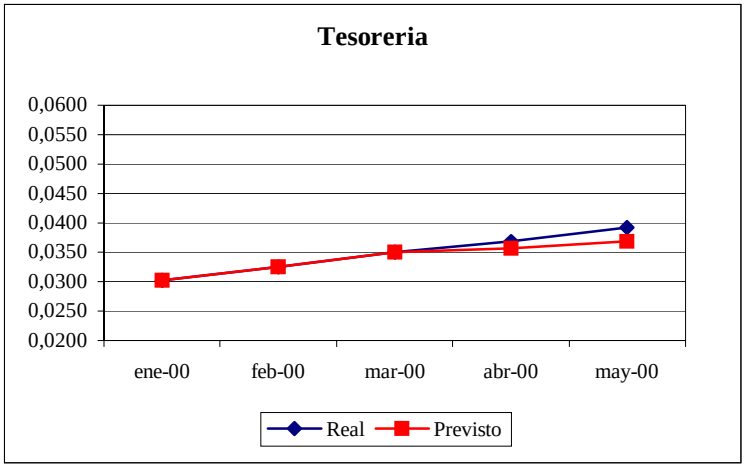
	$T_{i,j}$	$D_{i,j}$	$L_{i,j}$	$RV_{i,j}$	$RF_{i,j}$	$IPC_{i,j}$	$CH_{i,j}$
Predicción media i=1,j=1	0.0356	0.0386	0.0521	0.1996	-0.0079	0.0287	0.0530
Valor real i=1,j=1(*)	0.0369	0.0392	0.0508	0.1655	-0.0240	0.0288	0.0532
Sesgo	-0.00124	-0.00058	0.00138	0.0341	0.0160	-0.0001	-0.00017
Predicción media i=2,j=1)	0.0368	0.0388	0.0526	0.1830	-0.0151	0.0290	0.0540
Valor real i=2,j=1(*)	0.0392	0.0436	0.0539	0.0981	-0.0181	0.0312	0.00549
Sesgo	-0.0024	-0.0048	-0.0013	0.0849	0.0036	-0.0022	-0.0009

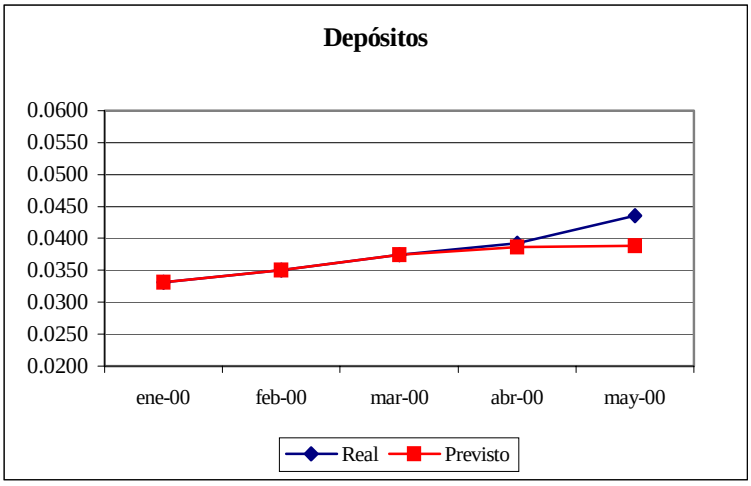
En los siguientes gráficos se refleja el comportamiento de cada uno de los parámetros durante los meses de enero a mayo de 2000. Si bien algunos parámetros resultan mas sesgados que otros, como es el caso de la Rentabilidad de la Renta Fija y de la Renta Variable, es importante anotar que la tendencia de comportamiento, que realmente se pone de manifiesto, se ha captado en los valores obtenidos con el modelo aquí calculado. Si la tendencia real de comportamiento del parámetro es de crecimiento, ésta es la que se refleja también en la predicción obtenida con el Modelo de Generación de Escenarios. Lo mismo ocurre en el caso de que la tendencia indique una disminución en el valor de los parámetros.

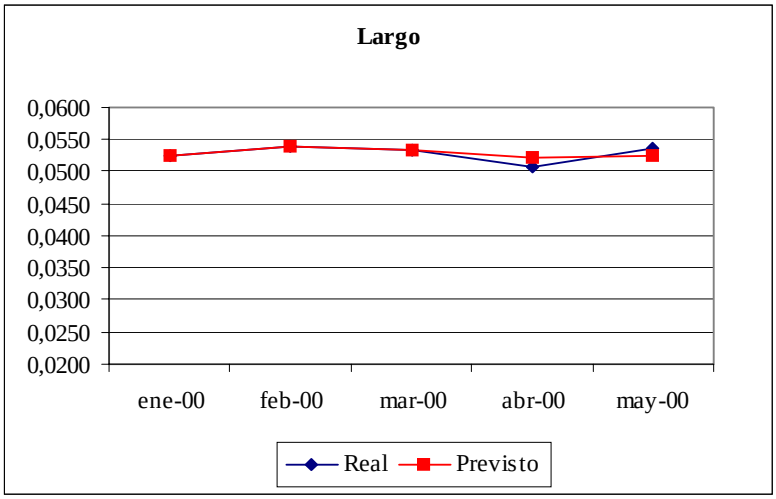
Con estos resultados se puede afirmar que el Modelo de Generación de Escenarios resulta válido para predecir comportamientos de los parámetros en el futuro.

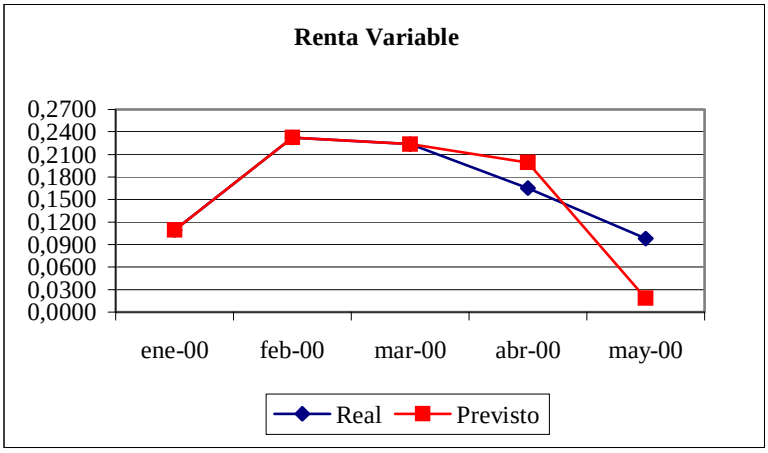
(*) Datos obtenidos del Boletín Estadístico del Banco de España de junio 2000

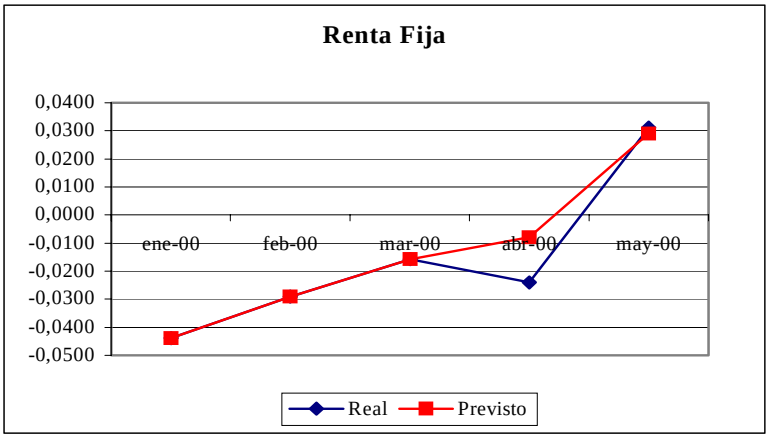
Gráfico 4.1.

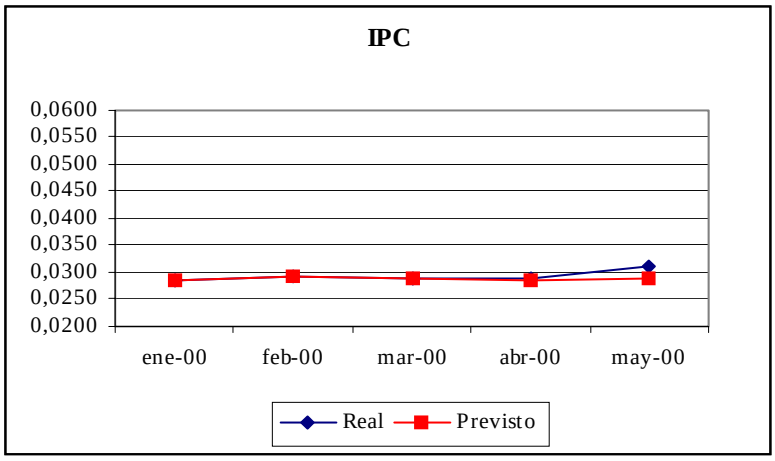

Tesoreria
0,0600
0,0550
0,0500
0,0450
0,0400
0,0350
0,0300
0,0250
0,0200
ene-00
feb-00
mar-00
abr-00
may-00
Real
Previsto

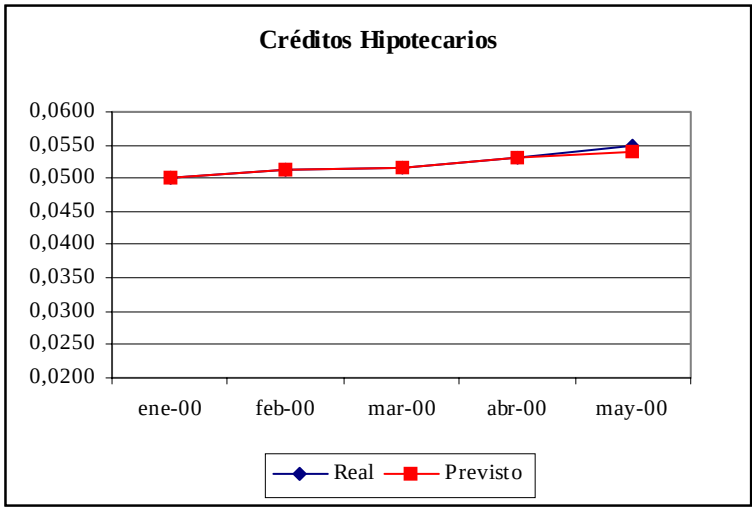

Depósitos
0.0600
0.0550
0.0500
0.0450
0.0400
0.0350
0.0300
0.0250
0.0200
ene-00
feb-00
mar-00
abr-00
may-00
Real
Previsto


Largo
0,0600
0,0550
0,0500
0,0450
0,0400
0,0350
0,0300
0,0250
0,0200
ene-00
feb-00
mar-00
abr-00
may-00
Real
Previsto


Renta Variable
0,2700
0,2400
0,2100
0,1800
0,1500
0,1200
0,0900
0,0600
0,0300
0,0000
ene-00
feb-00
mar-00
abr-00
may-00
Real
Previsto


Renta Fija
0,0400
0,0300
0,0200
0,0100
0,0000
-0,0100
-0,0200
-0,0300
-0,0400
-0,0500
ene-00
feb-00
mar-00
abr-00
may-00
Real
Previsto


IPC
0,0600
0,0550
0,0500
0,0450
0,0400
0,0350
0,0300
0,0250
0,0200
ene-00
feb-00
mar-00
abr-00
may-00
Real
Previsto


Créditos Hipotecarios
0,0600
0,0550
0,0500
0,0450
0,0400
0,0350
0,0300
0,0250
0,0200
ene-00
feb-00
mar-00
abr-00
may-00
Real
Previsto

4.5. ESCENARIOS CREADOS MEDIANTE AGRUPACIÓN DE VALORES SIMULADOS

Una vez que se han simulado diferentes trayectorias de comportamiento, la forma de utilizar esta información estará en función de las necesidades de quien solicite la misma. La principal ventaja del Modelo de Generación de Escenarios que presentamos con este trabajo es que la información, obtenida con el Modelo, proporciona un uso flexible de la misma.

Debido a que no solo nos interesa un único valor medio de cada parámetro sino las diferentes posibilidades de comportamiento del mismo, tenemos dos alternativas.

1. Trabajar con la totalidad de los 1.000^n vectores simulados para los *"n"* períodos de tiempo para los que se lleva a cabo la Generación de Escenarios. En este caso la principal ventaja es que no se prescinde de ninguna información y se utiliza toda, pese al inconveniente de que puede resultar poco operativo debido al elevado número de valores que se generan.

2. Trabajar con determinadas agrupaciones de los vectores simulados a tenor, de criterios subjetivos, determinados por el gestor. El inconveniente, en este caso, es que no se utiliza toda la información inicialmente generada sino los valores medios de la misma, en función de las agrupaciones. Las ventajas son que se gana en eficiencia puesto que se trabaja con menor número de información y ésta es seleccionada en función de las necesidades del gestor.

En una primera aproximación, en este Capítulo, se trabaja con la segunda posibilidad. A la hora de realizar las agrupaciones de los vectores

simulados, de nuevo se goza del privilegio de la subjetividad, puesto que estas se realizan en función de las necesidades de información del gestor. En nuestro caso se van a agrupar los vectores en función de si los valores de los parámetros son o no arriesgados. Entendemos por valor arriesgado aquel que incurra en un resultado adverso. Debido a que esta definición es demasiado genérica, puesto que el valor del resultado adverso puede diferir en cada caso, tomamos como límite el valor esperado. Ello con el afán de simplificar y sin perjuicio de poder tomar cualquier otro valor como referencia para delimitar el riesgo.

Consideramos, en relación a las obligaciones, que si el interés de valoración actuarial (L) es menor a su valor esperado se está ante una situación adversa, mientras que en el caso de la inflación (IPC) esto ocurre cuando su valor sobrepasa al valor esperado. Un efecto adverso para la rentabilidad de los diferentes Activos es incurrir en resultados por debajo del valor medio. Cada vector generado contiene la evolución de los factores necesarios para valorar los Pasivos (L e IPC) y los rendimientos de los Activos (T, D, RV, RF, CH) a lo largo del tiempo.

Para obtener los escenarios agrupamos los vectores simulados bajo diferentes criterios, que nos llevan a obtener un total de cinco agrupaciones que denotamos por "Agrup.*m*"; $\forall m = \{1,2,3,4,5\}$

1. Tanto los factores actuariales como los rendimientos de los Activos no incurren en ningún valor arriesgado. En este caso es evidente que si el escenario que finalmente ocurre se encuentra en esta agrupación el Fondo de Pensiones obtendrá un resultado favorable o ganancia. Agrup. 1.

2. Los rendimientos de los Activos[1] se encuentran por debajo de sus valores medios, al igual que la inflación, mientras que el tipo de valoración actuarial está por encima de su valor medio. En este caso no habrá riesgo en las Obligaciones, pero los Activos se encuentran en una situación arriesgada. Agrup. 2.

3. Algunos de los factores actuariales toman valores superiores a la media mientras que otros no y, en el caso de los Activos, la evolución es también en ambos sentidos conjuntamente. En algunos de los valores agrupados en esta clasificación se incurre en riesgo de Pasivos o en riesgo de Activos, o en ambos conjuntamente. Agrup. 3.

4. Los Activos se sitúan por encima de sus valores medios al igual que la inflación, y de forma contraria al tipo de valoración actuarial. Los vectores que se encuadren en esta agrupación incurren en riesgo de Pasivos y no de Activos. Agrup. 4.

5. Tanto los rendimientos de los Activos como los factores de los Pasivos incurren en valores adversos. Los vectores incluidos en esta agrupación representan la situación más negativa puesto que se produce tanto riesgo de Activos como de Pasivos. Agrup. 5.

Para el período *"p+1"* se han simulado 1.000 vectores. Cada uno de ellos se encuadra en alguna de las cinco agrupaciones expuestas, las cuales son excluyentes, puesto que ningún vector puede pertenecer conjuntamente a dos agrupaciones a la vez. En cada una de las agrupaciones, se depuran las simulaciones a través del valor medio de cada parámetro. Los valores que se

[1] Excepto para la Agrupación 1, en el resto hemos restringido los Activos únicamente a la Rentabilidad de la Renta Variable y la de la Renta Fija debido a que actualmente los Fondos de Pensiones invierten un 80% de su cartera entre estos dos Activos.

presentan en la tabla 4.2 son los valores medios de cada parámetro en cada una de las agrupaciones realizadas para el momento *"p+1"*. Estos valores se introducen posteriormente en el modelo VECM del período *"p+2".* Los resultados de estos últimos se muestran en la tabla 4.3.

Tabla 4.2. Valores de los parámetros para abril del 2000 en función de las 5 agrupaciones

Escenario	Agrup en (1,1)	Prob	$T_{1,1}^{s}$	$D_{1,1}^{s}$	$L_{1,1}^{s}$	$RV_{1,1}^{s}$	$RF_{1,1}^{s}$	$IPC_{1,1}^{s}$	$CH_{1,1}^{s}$
s=1,2,3,4,5	Agrup 1	0,016	0,0459	0,0590	0,0605	0,2275	0,1053	0,0234	0,0589
s=6,7,8,9,10	Agrup 2	0,117	0,0450	0,0364	0,0650	0,1605	-0,1175	0,0238	0,0529
s=11,12,13,14,15	Agrup 3	0,734	0,0356	0,0389	0,0525	0,1917	-0,0104	0,0285	0,0528
s=16,17,18,19,20	Agrup 4	0,118	0,0257	0,0403	0,0361	0,2500	0,1151	0,0340	0,0544
s=21,22,23,24,25	Agrup 5	0,015	0,0269	0,0194	0,0406	0,1723	-0,0875	0,0355	0,0484

Tabla 4.3. Valores de los parámetros para mayo del 2000 en función de las 5 agrupaciones

Escenario	Agrup en (1,1)	Agrup en (2,1)	Prob	$T_{2,1}^{s}$	$D_{2,1}^{s}$	$L_{2,1}^{s}$	$RV_{2,1}^{s}$	$RF_{2,1}^{s}$	$IPC_{2,1}^{s}$	$CH_{2,1}^{s}$
s=1	Agrup1	Agrup1	9,6E-05	0,0477	0,0677	0,0513	0,3113	0,1443	0,0125	0,0639
s=2	Agrup1	Agrup2	0,00206	0,0511	0,0342	0,0688	0,1706	-0,1806	0,0139	0,0490
s=3	Agrup1	Agrup3	0,01197	0,0369	0,0384	0,0543	0,1896	-0,0238	0,0289	0,0532
s=4	Agrup1	Agrup4	0,00086	0,0302	0,0471	0,0365	0,2660	0,1557	0,0304	0,0534
s=5	Agrup1	Agrup5	0,00101	0,0360	0,0325	0,0424	0,1539	-0,0555	0,0361	0,0499
s=6	Agrup2	Agrup1	0,0007	0,0407	0,0415	0,0767	0,2946	-0,0964	0,0005	0,0661
s=7	Agrup2	Agrup2	0,00807	0,0355	0,0298	0,0754	0,1766	-0,1438	0,0210	0,0511
s=8	Agrup2	Agrup3	0,09933	0,0373	0,0395	0,0523	0,1916	-0,0108	0,0294	0,0530
s=9	Agrup2	Agrup4	0,00679	0,0122	0,0336	0,0375	0,3046	0,1436	0,0310	0,0542
s=10	Agrup2	Agrup5	0,00211	0,0213	0,0138	0,0514	0,1580	-0,1836	0,0343	0,0512

s=11	Agrup3	Agrup1	0,01101	0,0481	0,0584	0,0626	0,2189	0,0794	0,0224	0,0591
s=12	Agrup3	Agrup2	0,1057	0,0470	0,0374	0,0645	0,1542	-0,1190	0,0238	0,0521
s=13	Agrup3	Agrup3	0,53068	0,0366	0,0385	0,0532	0,1910	-0,0176	0,0293	0,0530
s=14	Agrup3	Agrup4	0,07707	0,0284	0,0423	0,0371	0,2412	0,1064	0,0336	0,0534
s=15	Agrup3	Agrup5	0,00954	0,0273	0,0185	0,0381	0,1632	-0,1092	0,0365	0,0474
s=16	Agrup4	Agrup1	0,00177	0,0503	0,0631	0,0531	0,2441	0,1818	0,0230	0,0571
s=17	Agrup4	Agrup2	0,00555	0,0586	0,0440	0,0638	0,1014	-0,1450	0,0271	0,0502
s=18	Agrup4	Agrup3	0,10124	0,0356	0,0384	0,0519	0,1957	-0,0100	0,0295	0,0531
s=19	Agrup4	Agrup4	0,0092	0,0244	0,0476	0,0220	0,2945	0,2415	0,0346	0,0538
s=20	Agrup4	Agrup5	0,00024	0,0331	0,0355	0,0228	0,1293	0,1230	0,0333	0,0498
s=21	Agrup5	Agrup1	0,00116	0,0404	0,0511	0,0558	0,2418	0,0760	0,0224	0,0548
s=22	Agrup5	Agrup2	0,00071	0,0438	0,0317	0,0632	0,1264	-0,1522	0,0298	0,0538
s=23	Agrup5	Agrup3	0,0099	0,0345	0,0393	0,0495	0,2039	0,0114	0,0299	0,0527
s=24	Agrup5	Agrup4	0,00321	0,0116	0,0212	0,0283	0,2327	0,0460	0,0432	0,0567
s=25	Agrup5	Agrup5	0,00003	0,0264	0,0173	0,0452	0,2002	-0,0609	0,0395	0,0463

Con estas agrupaciones y para dos períodos de tiempo se han generado un total de 25 escenarios como se muestra en el cuadro 4.3. Cada escenario describe una posible evolución de todos los parámetros inciertos desde el momento actual hasta el fin del horizonte de planificación y este tiene asociado una probabilidad de ocurrencia. Esta probabilidad de ocurrencia, cuantifica la posibilidad de que ocurra un conjunto de agrupaciones en el horizonte temporal, en relación a todos los posibles sucesos. Para nuestro caso, indica la posibilidad de que ocurran de forma conjunta dos agrupaciones, cada una en un período de tiempo. De esta forma tenemos que la probabilidad de un escenario “s” durante el horizonte de planificación de dos períodos mensuales, es:

$$p^s = P(Agrup.m_{i,j}) * P(Agrup.m_{i+1,j})$$

$$\forall\ P(Agrp.m_{i,j}) = \frac{n_{i,j}^m}{n_{i,j}}$$

siendo:

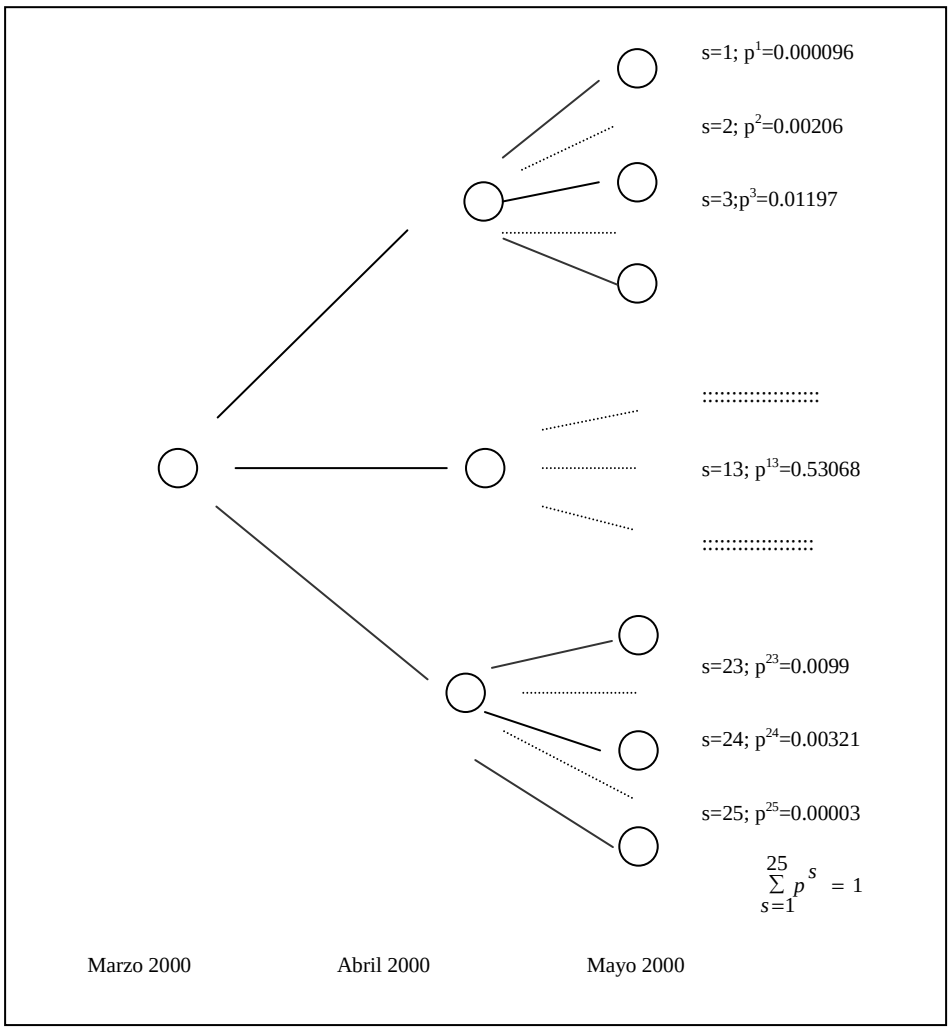
(i, j) : el mes “i” del año “j”

$Agrup.m_{i,j}$: la agrupación “m” en el período (i,j), $\forall m = \{1,2,3,4,5\}$

$n_{i,j}^m$: número de vectores que pertenecen a la agrupación “m” en el período (i,j)

$n_{i,j}$: número de vectores simulados en el período (i,j)

Cuadro 4.3.

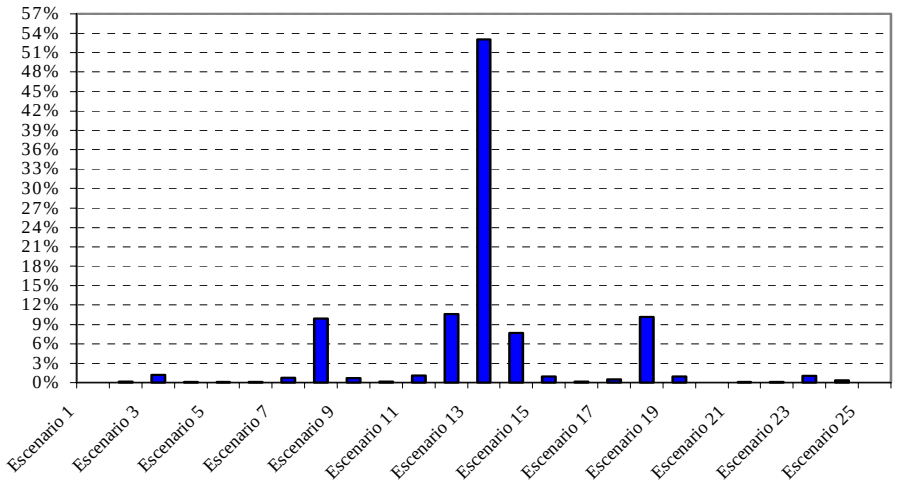


Generación de escenarios en forma de árbol.

De todos los escenarios generados se distinguen entre los que podemos denominar “escenarios extremos” y los escenarios basados en las típicas condiciones de mercado, todos ellos se representan en el cuadro 4.4.

Los escenarios extremos son el escenario 1 y el 25, aquellos que, en función de nuestro criterio subjetivo de riesgo, con seguridad implican una pérdida y una ganancia, respectivamente. El resto se encuadran en los escenarios basados en las típicas condiciones de mercado.

Cuadro 4.4. Representación de los escenarios y su probabilidad de ocurrencia



Los resultados obtenidos nos indican que hay una gran probabilidad de ocurrencia del escenario 13, agrupación 3 en el primer y segundo período. Esto supone que un 53% de probabilidad se acumula en agrupaciones donde no se conoce con certeza cual es el resultado del Fondo puesto que en la agrupación 3 algunos factores actuariales toman valores superiores a la media mientras que otros no, y en el caso de los Activos su evolución es también en ambos sentidos. Esto nos lleva a pensar que al realizar estas agrupaciones se pierde información hasta el punto de no conocer qué resultado se produce en determinados escenarios, los cuales acumulan hasta un 53% de probabilidad.

Los escenarios extremos nos indican el tipo de resultado, una pérdida o una ganancia, que vamos a obtener si alguno de ellos ocurre, pero del resto de escenarios, donde se encuadra el 99% de probabilidad no conocemos realmente si se produce o no una pérdida. Necesitamos información sobre las inversiones realizadas para poder analizar la información obtenida en el Modelo de Generación de Escenarios. Para ello llevamos a cabo un caso práctico que se expone en el siguiente Capítulo.

Capítulo 5.
ANÁLISIS DE RIESGO MEDIANTE ASIGNACIÓN DE ACTIVOS

5.1. Introducción

5.2. Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones. Aplicación práctica

5.2.1. Aportaciones y prestaciones del Plan de Pensiones

5.2.2. Asignación de Activos

5.2.3. Cálculo del Fondo

5.3. Análisis del riesgo

MENÚ SALIR

5.1. INTRODUCCIÓN

En el Modelo de Generación de Escenarios que se presenta en este trabajo se generan rentabilidades de los diferentes Activos así como el crecimiento de los factores de los Pasivos para un horizonte temporal determinado. Las diferentes trayectorias de comportamiento de los parámetros, en cada escenario, nos indican las variaciones de los factores y tipos de interés que influyen en los Activos y Pasivos de la cartera de un Fondo de Pensiones.

Variaciones en el valor de los parámetros implican variaciones en el Activo y en las Obligaciones. Para analizar la coordinación existente entre los Activos y las Obligaciones de un Fondo de Pensiones tenemos dos posibilidades.

- Trabajar con el ratio de financiación que es calculado como cociente entre el valor de los Activos y los Pasivos. Cuando este sea igual a 1 indica un ajuste perfecto entre las dos partidas, mientras que cuando es menor que 1 pone de manifiesto una descoordinación entre los mismos que lleva a situaciones arriesgadas puesto que el Activo no es suficiente para cubrir las Obligaciones que genera el Pasivo del Fondo. Situación deseable es que el ratio sea superior a 1.
- Trabajar con el valor del Fondo generado como resultado de las aportaciones realizadas y las inversiones llevadas a cabo, esto es el Activo, minoradas por las Obligaciones, es decir el Pasivo. Si esta diferencia es 0 implica que ambas partidas son coincidentes, mientras que un valor inferior a 0 pone de manifiesto que se está produciendo una pérdida de Fondo, siendo valores superiores a 0 los que indican la existencia de ganancia por el Fondo.

Con la segunda posibilidad se trabaja con unidades monetarias, en cuantías absolutas y se cuantifica en estas la ganancia o pérdida obtenida. Por ello hemos utilizado esta alternativa en nuestro trabajo.

El análisis del Fondo se va a llevar a cabo para un horizonte temporal multiperiódico, para el cual se ha desarrollado el Modelo de Generación de Escenarios. Esto constituye una aportación de este trabajo puesto que estos análisis, generalmente, se han realizado para un único período.

Para llevar a cabo el análisis de riesgo es necesario no solo generar el comportamiento de los parámetros en el futuro sino también analizar cómo influye este en las estrategias de inversión. Como destacable aportación señalar que en el desarrollo de este trabajo las estrategias de inversión no se mantienen constantes en el tiempo, puesto que cada período se puede modificar la misma si los criterios de rentabilidad y riesgo lo aconsejan. Es lógico desde nuestro punto de vista, dado que los parámetros toman valores diferentes a lo largo del horizonte temporal, que las estrategias de inversión puedan ser modificadas en consonancia con este entorno cambiante.

En el Capítulo anterior se han planteado dos posibilidades a la hora de trabajar con los datos obtenidos con la simulación: utilizar los datos de forma agrupada o trabajar con todos los valores resultantes de la mencionada simulación. En este Capítulo utilizamos todos los valores, puesto que si bien este hecho complica los cálculos que se han de realizar, se enriquece la información que de ellos se obtiene. De esta forma obtenemos el valor de Fondo para cada uno de los vectores simulados.

Con el Modelo de Generación de Escenarios que hemos obtenido proporcionamos información sobre el riesgo de interés y con ésta conocemos cual es probabilidad de que el resultado del Fondo, al final del horizonte temporal, genere pérdidas. Obtenemos también información sobre la cuantía de esa pérdida y de la ganancia media probable, así como de las pérdidas máximas para un determinado nivel de confianza y la utilidad que para el gestor supone cada una de las alternativas de inversión. Realizamos todo ello a través de un caso práctico que se expone en los siguientes epígrafes.

5.2. ACTIVOS Y PASIVOS DE UN FONDO DE PENSIONES. APLICACIÓN PRÁCTICA

Se van a realizar los cálculos de Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones para los meses de abril y mayo del 2000.

El Modelo de Generación de Escenarios que se ha desarrollado en el Capítulo anterior nos permite obtener información de los parámetros para estos dos períodos. En este caso se trabaja con los valores obtenidos directamente de la simulación, sin realizar agrupaciones. Para el desarrollo de esta aplicación práctica se generan, según el procedimiento expuesto en los epígrafes 4.2 y 4.3, un total de 625 escenarios para los dos períodos de tiempo (25^2). Se ha utilizado este número para poder hacer implementable el desarrollo de la aplicación práctica puesto que lo que se pretende es poner de manifiesto una metodología de análisis de riesgo que puede ser realizada para diferentes escenarios. En el ANEXO III se recogen los valores simulados para abril del 2000 y en el ANEXO IV para mayo del 2000.

Hemos de tener en cuenta que en el modelo de estimación se ha trabajado con datos anuales de periodicidad mensual y los valores que hemos obtenido con la generación de escenarios tienen las mismas características. Se hace necesario, por tanto, calcular los datos mensuales equivalentes a los generados, que son anuales.

Se ha supuesto que la toma de decisión se realiza todos los meses y que cada mes se invierte a las condiciones del mercado existentes en ese período. Esto conlleva un elevado volumen de costes de transacción. Aún siendo conscientes de este problema vamos a suponer que estos costes son cero para simplificar el análisis que presentamos.

En términos de nomenclatura como se indicó anteriormente denotamos por I_p :el rendimiento o crecimiento anual del parámetro I en el período p .

Cuando la información de los parámetros es anual con periodicidad mensual, la nomenclatura, que se utiliza en este trabajo, es la siguiente:

$$I_{i,j}; \forall\ i : mes;\ j : año$$

Mientras que si el rendimiento o crecimiento es mensual, la nomenclatura es:

$$I^{(12)}{}_{i,j}; \forall\ i : mes;\ j : año$$

En la aplicación práctica que se lleva a cabo en este trabajo el período de valoración es al inicio de abril del 2000, siendo los valores de “i” y “j” para este momento igual a (1,1).

Para la Tesorería, Depósitos, Largo y Créditos Hipotecarios la fórmula que aplicamos para obtener los valores simulados mensuales, equivalentes a los anuales es, de forma genérica, la siguiente:

$$I_{i,j}^{(12)s} = (1 + I_{i,j}^{s})^{1/12} - 1$$

$\forall\ s = \{1,2,.....625\}$
$I = T, D, L, CH$

siendo:

$I_{i,j}^{(12)s}$: tanto efectivo mensual del Activo *I* en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

$I_{i,j}^{s}$: tanto nominal del Activo *I* en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

Para los rendimientos de los parámetros que se han obtenido por medio de Índices, esto es: Renta Variable, Renta Fija e IPC, la transformación que se realiza consta de dos fases.

1º. Con el rendimiento anual generado se obtiene indirectamente el Índice del mes futuro. La fórmula es, de forma genérica, la siguiente:

$$I_{i,j}^{s} = \frac{Ind_{i,j}^{s} - Ind_{i,j-1}^{s}}{Ind_{i,j-1}^{s}}$$

$\forall s = \{1,2.....625\}$
$I = RV, RF, IPC$
$Ind = IGBM, IDPbca, I$

siendo:

$Ind_{i,j}^{s}$: Índice de rendimiento anual en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

$I_{i,j}^{s}$: rendimiento anual del Activo *I* en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

2º. Con la información del Índice del mes futuro se puede calcular el rendimiento mensual, con la siguiente formulación:

$$I_{i,j}^{(12)s} = \frac{Ind_{i,j}^{s} - Ind_{i-1,j}^{s}}{Ind_{i-1,j}^{s}}$$

$\forall s = \{1,2.....625\}$
$I = RV, RF, IPC$
$Ind = IGBM, IDPbca, I$

siendo:

$I_{i,j}^{(12)s}$: rendimiento mensual del Activo *I* en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s"*.

En los ANEXOS V y VI se presentan los resultados mensuales de la generación de escenarios, transformados en función de las fórmulas expuestas anteriormente, para abril y mayo del 2000, respectivamente.

5.2.1. CÁLCULO DE LAS APORTACIONES Y PRESTACIONES DEL PLAN DE PENSIONES

5.2.1.1. Hipótesis y supuestos de valoración actuarial

Una vez transformados los datos anuales en sus equivalentes mensuales, se realizan los cálculos actuariales para obtener el flujo de aportaciones y prestaciones. A continuación se exponen las hipótesis de valoración actuarial con las que se trabaja para la realización de estos cálculos.

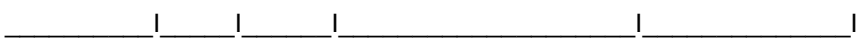
Se parte del supuesto de que el Fondo de Pensiones está integrado, exclusivamente, por un Plan de Pensiones caracterizado por ser de Empleo y de prestación definida, en función de las obligaciones estipuladas.

Se supone que el Plan de Pensiones comienza en el momento presente, 1 de abril de 2000, el colectivo adscrito al Plan en este momento, al objeto de simplificar los cálculos, es un solo individuo, y no se produce ninguna nueva alta en el Plan durante todo el horizonte temporal que se analiza.

No se incorporan las comisiones a pagar a la Entidad Gestora y Depositaria.

1. La edad del sujeto en el momento en el que se acoge al Plan de Pensiones es de 60 años.

2. Horizonte temporal: Tiempo transcurrido, en meses, desde el momento actual, en el que el sujeto tiene 60 años, hasta el momento de su jubilación, con 65 años. Siguiendo el esquema temporal:



Período	Marzo 2000	Abril 2000	Mayo 2000	Marzo 2004	Marzo 2005
Edad	60 años			64 años	65 años

3. Prestación: la jubilación.

4. Edad de jubilación: 65 años

5. Tipo de interés de valoración actuarial. Cada año, como se indica en el apartado 2 del artículo 33 del Reglamento de Ordenación y Supervisión del Seguro Privado, el tipo máximo aplicable será el 60% de la media aritmética ponderada de los tres últimos años de los tipos de interés medios del último trimestre de cada ejercicio de los empréstitos materializados en Bonos y Obligaciones del Estado a 5 años o más. La ponderación es del 50, 30 y 20% respectivamente para cada uno de los tres últimos años. Por lo tanto la fórmula del tipo de interés para períodos posteriores ha de tener en cuenta las previsiones de interés de los Bonos del Estado para los próximos períodos. En el Modelo de Generación de Escenarios se obtiene el valor de este parámetro. La fórmula del tipo de interés anual, de valoración de las Obligaciones se obtiene con los siguientes cálculos:

Del Modelo de Generación de Escenarios obtenemos el valor del tipo de interés de los Bonos y Obligaciones del Estado a 5 o más años. Con él podemos calcular el tipo de interés medio del último trimestre. Para el año “j” los cálculos a realizar son:

$$\overline{L}_j^{(4)s} = \frac{\sum_{i=10}^{12} L_{i,j}^{(4)s}}{3}$$

$$\forall L_{i,j}^{(4)s} = (1 + L_{i,j}^{s})^{1/4} - 1$$
$$i = \{10,11,12\}$$

siendo:

$\overline{L}_{j}^{(4)s}$: tipo medio del último trimestre del año *"j"* de los Bonos y Obligaciones del Estado bajo el escenario *"s".*

$L_{i,j}^{(4)s}$: tipo de interés efectivo trimestral de los Bonos y Obligaciones del Estado para el período mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s"*

$L_{i,j}^{s}$: tipo de interés nominal de los Bonos y Obligaciones del Estado para el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

Por lo tanto el tipo de valoración actuarial es:

$$i_{vj}^{(12)s} = (1 + i_{vj}^{s})^{1/12} - 1$$

$$\forall i_{vj}^{s} = 0.6\left[0.5\left(\overline{L}_{j-1}^{(4)s}\right) + 0.3\left(\overline{L}_{j-2}^{(4)s}\right) + 0.2\left(\overline{L}_{j-3}^{(4)s}\right)\right]$$

6. Índice de revalorización salarial e índice de revalorización de la pensión, coinciden con la tasa de inflación: $IPC_{i,j}^{(12)s}$

7. Tablas de supervivencia GRM80 con dos años menos de edad actuarial[1]. Estas tablas son anuales pero, debido a que el período, en el que vamos a realizar los cálculos, es mensual hemos de transformar los valores de estas

[1] Según el Real Decreto 1589/1999 de 15 de octubre por el que se modifica el Reglamento de Planes y Fondos de Pensiones, aprobado por Real Decreto 1307/1988 de 30 de Septiembre "...a partir de la entrada en vigor de este Real Decreto, podrán utilizarse las tablas de supervivencia GRM80 y GRF80 con dos años menos de edad actuarial".

tablas en otros mensuales, que sean equivalentes. Para ello utilizamos la hipótesis de que la distribución de la mortalidad es uniforme a lo largo del año. Así los valores de números de supervivientes en período mensual l_{x+t} se calculan por interpolación lineal, respondiendo a una media aritmética ponderada de las anuales, siguiendo la siguiente fórmula:

$$l_{x+m} = (1-m)\cdot l_x + m \cdot l_{x+1}$$

$$m = \frac{h}{12} \forall \ h = \{1,2.....12\}$$

siendo:

l_x : número de personas con edad *"x"*

En la Resolución de 3 de octubre de 2000 de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones se publican las nuevas tablas de supervivencia que se adaptan a la experiencia española y que constituyen las primeras tablas generacionales de las que se ha dispuesto en España hasta el momento. Estas tablas denominadas PERM/F-2000 se han obtenido mediante ajuste de la tabla de población española y considerando márgenes de seguridad distintos para la cartera de pólizas en vigor y para la nueva producción. Sin duda estas tablas se ajustan mejor a la realidad del mercado español, pero también suponen una complicación en el cálculo que utilizando las tablas GRM/F-80. Esta es la razón de que se hayan utilizado, en este trabajo, las tablas GRM80 y GRF80 al objeto de una mayor simplificación.

8. La prestación privada de jubilación se percibe en forma de capital cuando el individuo cumple los 65 años de edad. El capital que se percibe es de 4.000.000 de pesetas.

9. Las aportaciones son mensuales y se hacen efectivas al inicio de cada mes. Las aportaciones se calculan como un porcentaje del salario mensual. La cuantía resultante como aportación se supone creciente mensualmente con el mismo porcentaje de la tasa de inflación estimada. Las aportaciones que dan derecho a la prestación tienen en cuenta el límite legal fijado de 1.200.000 pesetas al año.

10. El sueldo que percibe el individuo, durante su vida activa, es de 300.000 pesetas mensuales (en marzo de 2.000), creciente mensualmente con el mismo porcentaje de la tasa de inflación estimada.

Una vez especificadas las hipótesis actuariales de valoración, exponemos cómo han de calcularse las aportaciones y prestaciones del Plan de Pensiones. Plantearemos los cálculos a realizar en abril y mayo de 2000.

Para calcular el valor de las aportaciones a realizar, se ha de obtener el Valor Actual Actuarial de los Salarios (V_{SAL}) y el Valor Actual Actuarial de las Obligaciones (V_{OBL}), y, de la relación entre ellos, se obtiene el porcentaje del salario (β) que hay que destinar a aportación para disponer de un capital de 4.000.000 de pesetas en el momento de la jubilación.

5.2.1.2. Determinación del Valor Actual Actuarial de los Salarios

El Valor Actual Actuarial de los Salarios en el período (i,j) para el escenario "s" supone el flujo de salarios mensuales, desde (i,j), revalorizados por la tasa de inflación estimada en el escenario "s", actualizados, al período (i,j), financieramente al tipo mensual de valoración actuarial del escenario "s" y actuarialmente con las tablas de supervivencia GRM80, transformadas a periodicidad mensual.

$$V_{SAL(i,j)}^{(12)s} = \sum_{t=0}^{60-i+1} SAL_{i,j}^{(12)s}(1+IPC_{i,j}^{(12)s})^{t}\ {}_{\frac{t}{12}}p_{60}(1+i_{vj}^{(12)s})^{-t}$$

$$\forall s = \{1,2,.....625\}; i = \{1,2,....12\}; j = \{1,2,3,4,5\}$$

siendo:

$V_{SAL(i,j)}^{(12)s}$: Valor Actual Actuarial (mensual) de los Salarios en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

$SAL_{i,j}^{(12)s}$: salario mensual en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

$IPC_{i,j}^{(12)s}$: inflación mensual en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario "s*".*

${}_{\frac{t}{12}}p_{60}$: probabilidad de supervivencia a la edad $60+\frac{t}{12}$ para un individuo que actualmente tiene 60 años.

$i_{vj}^{(12)s}$: tipo de valoración actuarial mensual bajo el escenario *"s".*

5.2.1.3. Determinación del Valor Actual Actuarial de las Obligaciones

El Valor Actuarial de las Obligaciones en el período (i,j) para el escenario "s" es el capital que percibirá el individuo en el momento de su jubilación, 4.000.000 pesetas, actualizado financieramente, al tipo de valoración actuarial para el escenario "s", y actuarialmente, con las tablas GRM80 modificadas para una periodicidad no anual.

$$V_{OBL(i,j)}^{(12)s} = 4.000.000(1+i_{vj}^{(12)s})^{-t}\ {}_{\frac{t}{60}}p_{60}$$

$$\forall s = \{1,2,....625\}; i = \{1,2,....12\};\ j = \{1,2,3,4,5\}$$

$$t = 60 - i + 1$$

siendo:

$V_{OBL(i,j)}^{(12)s}$: Valor Actual Actuarial (mensual) de las Obligaciones en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

${}_{\frac{t}{12}}p_{60}$: probabilidad de supervivencia a la edad $60+\frac{t}{12}$ para un individuo que actualmente tiene 60 años.

$i_{vj}^{(12)s}$: tipo de valoración actuarial mensual bajo el escenario *"s".*

5.2.1.4. Cálculo de la aportación

El porcentaje de salario que ha de destinarse a aportación, en el escenario "s" se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{V^{(12)s}_{OBL(i,j)}}{V^{(12)s}_{SAL(i,j)}} = \beta^{s}_{i,j}$$

$$0 < \beta^{s}_{i,j} < 1$$

$$\forall s = \{1,2,....625\}; i = \{1,2,...12\}; j = \{1,2,3,4,5\}$$

siendo:

$V^{(12)s}_{OBL(i,j)}$: Valor Actual Actuarial (mensual) de las Obligaciones en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

$V^{(12)s}_{SAL(i,j)}$: Valor Actual Actuarial (mensual) de los Salarios en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

$\beta^{s}_{i,j}$: porcentaje de salario destinado a aportación bajo el escenario *"s".*

La aportación, de forma genérica, a realizar en el mes "i" del año "j" en el escenario "s", obtenida con las valoraciones realizadas en abril del 2000, es la siguiente:

$$A^{(12)s}_{i,j} = \beta^{s}_{i,j} SAL^{(12)s}_{i,j} (1 + IPC^{(12)s}_{i,j})^{i+12(j-1)}$$

$$\forall s = \{1,2,....625\}; i = \{1,2,...12\}; j = \{1,2,3,4,5\}$$

siendo:

$A_{i,j}^{(12)s}$: aportación mensual a realizar en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s"*

$\beta_{i,j}^{s}$: porcentaje de salario en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s"*

$SAL_{i,j}^{(12)s}$: salario mensual en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s"*

$IPC_{i,j}^{(12)s}$: inflación mensual estimada en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s"*

5.2.2. ASIGNACIÓN DE ACTIVOS

Una vez que se han calculado los flujos de aportaciones y prestaciones para obtener el valor del Fondo generado se hace necesario tener información de la estrategia de inversión que se va a llevar a cabo, así como de las obligaciones que han de estar cubiertas. De esta forma se conocerá el Activo y Pasivo del Fondo de Pensiones y de la comparación de ambos se obtiene el riesgo del mismo y con ello una valoración de la Gestión de Activos y Pasivos.

Como ya se ha comentado en este trabajo, se calcula el Fondo generado en abril y mayo del 2000. Uno de los principales inconvenientes de los modelos de gestión tradicionales es que trabajan para un horizonte temporal uniperiódico. En nuestro caso salvamos este inconveniente trabajando con un horizonte multiperiódico y en cada período se puede modificar la asignación de inversión, en función del desarrollo de los parámetros. No obstante, al objeto de realizar comparaciones entre los resultados obtenidos en cada uno de los períodos, se actualizan los mismos al momento presente, inicio de abril del 2000.

Para calcular el Fondo generado necesitamos conocer la inversión que se va a llevar a cabo. No vamos a trabajar con una única cartera sino que se van a valorar diferentes asignaciones de Activos, las cuales se recogen en la tabla 5.1.

Múltiples pueden ser las asignaciones a realizar, tantas como quiera valorar el gestor. En este trabajo se han llevado a cabo únicamente cuatro, con el objeto de hacer factible el desarrollo práctico del mismo y consiguiendo con ello una modelización del proceso que es, en última instancia, nuestro principal objetivo. Dentro de estas cuatro alternativas hemos realizado dos de ellas, en función a un criterio de asignación extremo, en el sentido de que en ellas la

asignación del 100 por 100 del Activo es destinada a una única alternativa de inversión. Esto, ciertamente, incumple requerimientos legales, puesto que va en contra del principio de diversificación, pero con estas asignaciones lo que se pretende es tener información sobre el rendimiento y el riesgo de las alternativas de inversión de forma independiente de las demás. Esto no es realista, pero nos proporciona una información adicional que puede ser de gran interés para el gestor. Las alternativas a las que se le asigna el 100 por 100 del Activo son en un caso la Renta Fija y en el otro la Renta Variable. Hay que tener en cuenta que, la información histórica española, pone de manifiesto que más del 80% del Activo Total es invertido entre estas dos partidas.

Las asignaciones realizadas son expuestas a continuación.

Asignación 1. Es la asignación que se denomina conservadora puesto que en ella se destina el 100 por 100 del Activo Total a Renta Fija, alternativa con menor volatilidad, dentro de las dos partidas que ocupan más del 80 por 100 del Activo Total del Fondo. Estos resultados, basados en información histórica, quedan recogidos en la tabla 3.1 del Capítulo 3 de este trabajo.

Asignación 2. Es la estructura de inversiones que siguieron los Planes y Fondos de Pensiones en el año 1998 según consta en el informe de la Dirección General de Seguros sobre Seguros y Fondos de Pensiones.

Asignación 3. Esta asignación se hace en función de los resultados obtenidos en la Generación de Escenarios, donde la RF muestra pérdidas en contra de la RV, que recoge los mayores rendimientos de todos. En esta asignación se incrementa el porcentaje destinado al tipo de interés de los Créditos Hipotecarios respecto a cualquier otra puesto que éste, dentro de los tipos de interés, es el que mayor rentabilidad anual genera, en base a nuestra previsión anual.

Asignación 4. Es la asignación que hemos denominado de mayor riesgo o agresiva puesto que el 100 por 100 del Activo es destinado a Renta Variable, inversión que se caracteriza por tener la mayor volatilidad, como se ha puesto de manifiesto en la tabla 3.1. presentada en el Capítulo 3 de este trabajo.

Tabla 5.1. Porcentaje del activo total destinado a las inversiones financieras en cada una de las asignaciones.

Inversiones Financieras	*Asignación 1*	*Asignación 2*	*Asignación 3*	*Asignación 4*
- Tesorería	0%	10.67%	4%	0%
- Depósitos	0%	4.27%	3%	0%
- Renta Fija	100%	62.05%	25%	0%
- Renta Variable	0%	23%	60%	100%
- Créditos Hipotecarios	0%	0.01%	8%	0%
TOTAL	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*

Como se ha indicado anteriormente la decisión de inversión puede ser modificada en cada período[2]. De esta forma las alternativas de inversión en los dos períodos de tiempo, abril y mayo del 2000, (1,1) e (2,1) respectivamente, para las que estamos llevando a cabo esta aplicación práctica, son un total de 6 estrategias, que se reflejan en la siguiente tabla 5.2.

Tabla 5.2.

Asignación (1,1)	Asignación (2,1)	Estrategia
1	1	1
2	2	2
	3	3
3	2	4
	3	5
4	4	6

[2] Las alternativas 1 y 4, determinadas en función de criterios extremos, va a mantenerse constantes en todo el horizonte temporal.

La cuantía con la que se cuenta para invertir en cada período son las aportaciones que se hayan realizado menos las prestaciones que se hayan cubierto. En nuestro caso no se realiza ninguna prestación hasta el momento de la jubilación, con lo cual ha de cumplirse que:

$$A_{i,j}^{(12)s} = \sum_{\substack{I=T,D,RF \\ RV,CH}} x_{I\ i,j}^{(12)s,e}$$

$$\forall x_{I\ i,j}^{(12)s,e} = \alpha_{I\ i,j}^{e} A_{i,j}^{(12)s}$$

$$s = \{1,2,...625\}; e = \{1,2,3,4,5,6\}; i = \{1,2,...12\}; j = \{1,2,3,4,5\}$$

siendo:

$A_{i,j}^{(12)s}$: aportación mensual a realizar en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s"*

$x_{I\ i,j}^{(12)s,e}$: cuantía de inversión destinada a la alternativa *"I"* en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s"* y en función a la estrategia *"e"*

$\alpha_{I\ i,j}^{e}$: porcentaje de Activo destinado a la alternativa *"I"* en el mes *"i"* del año *"j"* en función de la estrategia *"e"*

5.2.3. CÁLCULO DEL FONDO

El Fondo es obtenido como resultado de comparar los Activos con los Pasivos. El Activo es la inversión realizada en cada momento, mientras que el Pasivo es la reserva que en cada período ha de estar dotada. Esta reserva es calculada, en nuestro caso, por el método prospectivo, de forma que esta se obtenga como diferencia del Valor Actual Actuarial de las Obligaciones y el Valor Actual Actuarial de las Aportaciones Futuras. En los epígrafes anteriores se han desarrollado las fórmulas de estos conceptos excepto la del Valor Actual Actuarial de las Aportaciones Futuras, que en términos mensuales para el período (i, j) es la siguiente:

$$V_{AF\,i,j}^{(12)s} = \sum_{t=0}^{60-i+1} A_{i+1,j}^{(12)s}\ {}_{\frac{t}{12}}p_{60}(1+i_{vj}^{s})^{-t}$$

$$\forall s = \{1,2,...625\}; i = \{1,2,...12\}; j = \{1,2,3,4,5\}$$

siendo:

$V_{AF\,i,j}^{(12)s}$: Valor Actual Actuarial (mensual) de las aportaciones futuras en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

$A_{i,j}^{(12)s}$: aportación mensual del mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s"*

${}_{\frac{t}{12}}p_{60}$: probabilidad de supervivencia a la edad $60+\frac{t}{12}$ para un individuo que actualmente tiene 60 años.

$i_{vj}^{(12)s}$: tipo de valoración actuarial mensual bajo el escenario *"s".*

De esta forma, se tiene que, para el período (i,j) el valor de Fondo es:

$$F_{i,j}^{s,e} = \sum_{\substack{I=T,D,RF \\ RV,CH}} x_{I\ i,j}^{(12)s,e} - (V_{OBL\ i+1,j}^{(12)s} - V_{AF\ i+1,j}^{(12)s})$$

$$\forall\ s = \{1,2,...625\}; e = \{1,2,3,4,5,6\}; i = \{1,2,...12\};\ j = \{1,2,3,4,5\}$$

siendo:

$F_{i,j}^{s,e}$: fondo obtenido en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s"* con la estrategia de inversiones *"e".*

$x_{I\ i,j}^{(12)s,e}$: cuantía de inversión destinada a la alternativa *"I"* en el mes *"i"* del año *"j"* bajo el escenario *"s"* y en función a la estrategia *"e".*

$V_{OBL\ i+1,j}^{(12)s}$: Valor Actual Actuarial (mensual) de las obligaciones en el mes *"i+1"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

$V_{AF\ i+1,j}^{(12)s}$: Valor Actual Actuarial (mensual) de las aportaciones futuras en el mes *"i+1"* del año *"j"* bajo el escenario *"s".*

Debido a que la valoración de las estrategias de inversión se realiza al inicio de abril del 2000, hay que actualizar el valor del Fondo obtenido en cada (i,j) período. En la realización de esta aplicación práctica se ha obtenido un valor del Fondo, por cada escenario *"s"* para los períodos de abril y mayo del 2000. De esta forma el Fondo bajo el escenario *"s"* y la estrategia *"e"* en el momento actual es:

$$F_0^{s,e} = \frac{F_{1,1}^{s,e}}{(1+i_{v1,1}^{(12)s})} + \frac{F_{2,1}^{s,e}}{(1+i_{v1,1}^{(12)s})(1+i_{v2,1}^{(12)s})}$$

$$\forall\ s = \{1,2,...625\}; e = \{1,2,3,4,5,6\}$$

siendo:

$F_{1,1}^{s,e}$: fondo obtenido en abril del año 2000 bajo el escenario *"s"* con la estrategia de inversiones *"e"*

$F_{2,1}^{s,e}$: fondo obtenido en mayo del año 2000 bajo el escenario *"s"* con la estrategia de inversiones *"e"*

$i_{v1,1}^{(12)s}$: tipo de valoración actuarial mensual en abril del año 2000 bajo el escenario *"s"*

$i_{v2,1}^{(12)s}$: tipo de valoración actuarial mensual en mayo del año 2000 bajo el escenario *"s"*

En el ANEXO VII se recoge el valor del Fondo al inicio de abril del 2000 para las 6 estrategias de inversión que se han definido anteriormente bajo los 625 escenarios generados.

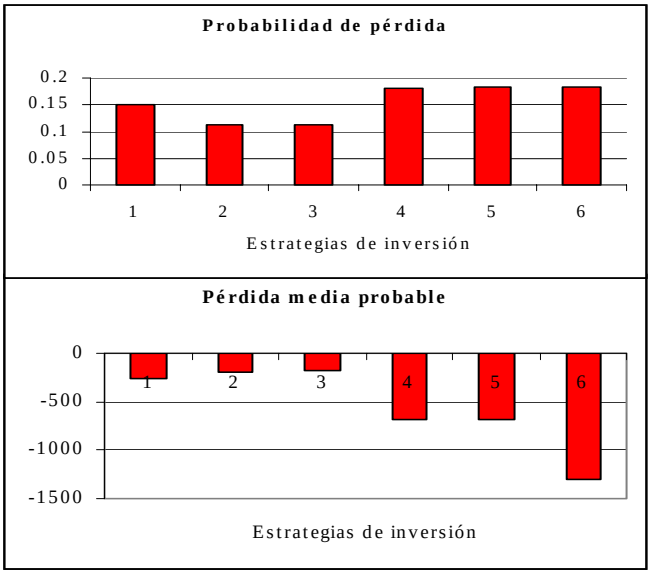
MENÚ SALIR

5.3. ANÁLISIS DEL RIESGO

En este apartado analizamos el Fondo generado al final del horizonte temporal, en función de las estrategias de inversión definidas en el epígrafe anterior y bajo los escenarios generados. Con este análisis se obtiene información sobre los riesgos en que se incurre con cada una de ellas y esto nos ayudará a seleccionar la inversión más acorde con los objetivos del gestor. El objetivo de todo gestor, evidentemente, es obtener beneficio como resultado de su gestión. En base a esto, se incurrirá en riesgo cuando se obtenga una pérdida como resultado final del Fondo generado.

En el siguiente gráfico se presenta la probabilidad de incurrir en pérdida, así como la pérdida media del Fondo para cada una de las 6 estrategias de inversión analizadas y bajo los 625 escenarios generados para el período de abril y mayo del 2000.

Gráfico 5.1



Los resultados representados en los gráficos anteriores se reflejan en la tabla 5.3, en las cuatro primeras columnas. En ellas se ordenan las 6 estrategias de inversión en función de la menor probabilidad de pérdida y de la menor pérdida media probable del Fondo obtenido en función de esas inversiones.

La clasificación en función de ambos criterios es, prácticamente, la misma, resultando la estrategia cuya cartera se encuentra totalmente invertida en Renta Variable la de mayor pérdida y mayor probabilidad de obtener un resultado adverso. La estrategia 3 que supone invertir 23% en Renta Variable en el primer período y 60% en el segundo se sitúa como aquella con menor probabilidad de pérdida y con menor resultado de pérdida para su Fondo.

En cuanto al Fondo medio obtenido la estrategia de invertir el 100% en Renta Variable es la que mejor resultado obtiene, siendo la estrategia 3 la que se sitúa en última posición. De nuevo se repite la clasificación obtenida con los dos primeros criterios si analizamos la desviación típica del Fondo, que nos proporciona información de la volatilidad del Fondo obtenido. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos respecto al rango del Fondo, es decir la diferencia entre el valor máximo y mínimo del Fondo obtenido con cada inversión. Estos resultados son expuestos en la tabla 5.1 en las columnas comprendidas entre la 5 y la 10. Asimismo, gráficamente se representan en el gráfico 5.2. el Fondo medio y el rango de cada estrategia, mientras que en el gráfico 5.3. se relaciona el Fondo medio con la desviación del mismo para cada asignación de inversiones.

Gráfico 5.2. Fondo medio/rango

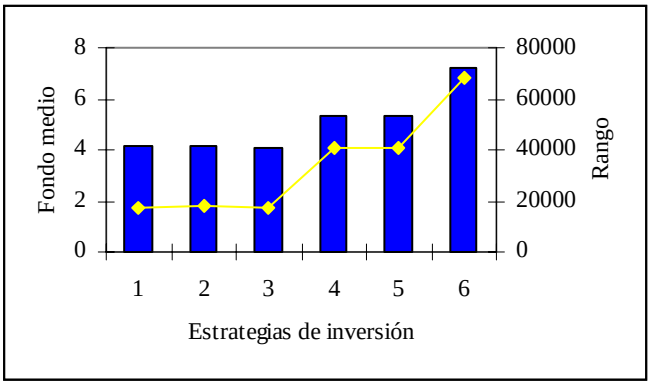
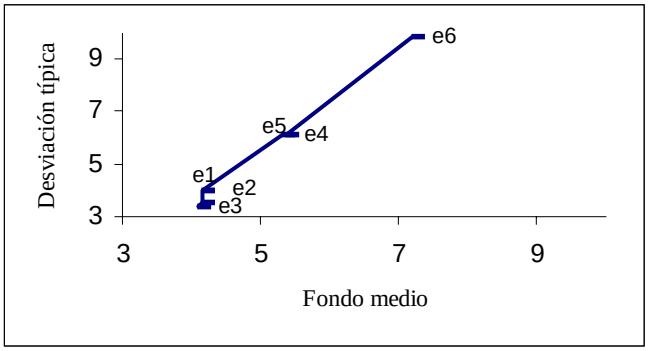


Gráfico 5.3. Fondo medio/desviación típica



Recientemente en la literatura financiera se utiliza lo que se denomina el VaR (Value at Risk), medida que resume la pérdida esperada máxima en un horizonte temporal con un nivel determinado de confianza. Esta simple medida resume la exposición de la institución financiera al riesgo de mercado así como la probabilidad de un resultado adverso.

El primer paso para el cálculo del Valor en Riesgo es la elección de dos factores: la longitud del horizonte temporal y el nivel de confianza. Ambas pueden ser elegidas de forma arbitraria.

Como señala Jorion.P, entidades bancarias normalmente calculan un VaR sobre el horizonte temporal diario debido a la rápida rotación de sus carteras. Por otra parte, inversores como los de un Fondo de Pensiones los cuales generalmente ajustan sus exposiciones al riesgo lentamente, eligen un horizonte temporal de un mes.

El VaR puede calcularse en términos absolutos, como:

$$VaR = W^*$$

siendo:
W*: el valor de pérdida esperada para un nivel de confianza determinado.

El procedimiento para calcular el valor del VaR del Fondo generado por la estrategia de inversión es el siguiente.

- Se calcula el valor medio de las “6” observaciones del Fondo obtenido por la estrategia para cada uno de los 625 escenarios.

- Del total de “6” Fondos estimados para un nivel de confianza “1-c”, se busca el valor del Fondo W* que deja a su izquierda el total de las “6*c” observaciones. En los gráficos 5.4. se representa la distribución del Fondo generado con sus probabilidades acumuladas para cada asignación de Activos.

En la tabla 5.1, en las columnas 11 y 12 se indican los resultados del Valor en Riesgo en valores absolutos de las diferentes asignaciones de Activos analizadas, para un nivel de confianza del 95%, ordenadas de menor a mayor cuantía de VaR.

Las estrategias con menor VaR, en términos absolutos, son la 2 y la 3, aquellas que invierten el 62% en Renta Fija en los dos períodos y el 62% en Renta Fija durante el primer período para en el segundo cambiar su asignación e invertir el 60% en Renta Variable, respectivamente. La estrategia con mayor VaR es aquella que supone invertir el 100% en Renta Variable, durante los dos períodos de tiempo. Esta información nos permite afirmar que con un 95% de probabilidad, bajo las condiciones de mercado estimadas bajo nuestro Modelo de Generación de Escenarios, el invertir en función de la estrategia 2 no supone una pérdida del Fondo generado durante los dos períodos analizados, mayor en 1.361 unidades. Esta pérdida es de 7.813 unidades en el caso de invertir todo el Activo en Renta Variable, siendo de 2.341 cuando el Activo es invertido en su totalidad en Renta Fija durante el horizonte temporal analizado.

Tabla 5.1.

Probabilidad de pérdida	e	Pérdida media	e	Fondo medio	e	Desviación del Fondo	e	Rango	e	VaR(5%)	E
11.18%	3	-186.65	2	7.19	6	3.41	3	16891	1	-1361	2
11.34%	2	-197.76	3	5.37	4	3.52	2	17534	3	-1405	3
15.17%	1	-256.43	1	5.31	5	4.02	1	18071	2	-2341	1
18.21%	4	-687.91	4	4.16	1	6.09	5	40976	5	-4281	4
18.37%	5	-690.43	5	4.16	2	6.13	4	41087	4	-4334	5
18.41%	6	-1302.7	6	4.10	3	9.88	6	67879	6	-7813	6

Por *"e"* se identifica la estrategia de inversión.

Con la información expuesta anteriormente se pretende realizar una valoración de las diferentes estrategias de inversión en base a las condiciones del mercado obtenidas a través del Modelo de Generación de Escenarios. Los 6 criterios empleados, para analizar el Fondo obtenido al final durante el horizonte temporal analizado, han sido coincidentes en sus resultados. Se puede apreciar como la clasificación de las estrategias de inversión en términos de probabilidad del pérdida, pérdida media, desviación típica, rango y Valor en Riesgo (VaR) es la misma, siendo inversa a la obtenida si se analiza el Fondo medio.

Por lo tanto, con esta información se valora el resultado obtenido con cada asignación de inversiones, pero este análisis resulta insuficiente para decidir qué estrategia es la que mejor se ajusta a las preferencias del gestor. Para ello hemos de complementar este análisis con un estudio de la utilidad esperada que reporta cada estrategia al gestor.

La función de utilidad del inversor reflejará cual es la actitud del inversor frente al riesgo. De esta forma si el análisis, que se realice del Fondo, tiene en cuenta la actitud del gestor frente al riesgo, la selección que se obtenga está en consonancia con ese criterio, obteniendo por tanto carteras arriesgadas cuando al función de utilidad refleje que el inversor es amante del riesgo, y carteras más conservadoras cuando el inverso sea adverso al riesgo.

Diferentes son las funciones de utilidad que podrían plantearse, como se refleja en Bell (1995) y Kallberg and Ziemba (1983). Nos obstante estos últimos autores demuestran que diferentes funciones de utilidad, con diferentes parámetros y forma, generan la misma solución óptima en el caso de que el coeficiente de aversión al riesgo sea el mismo para ellas.

La función de utilidad con la que trabajamos es, de forma genérica, la siguiente, la cuál también se ha aplicado por diversos autores[1]:

$$u(F) = \frac{1}{c}(1 - e^{-cF})$$

siendo:

$u(F)$: la utilidad del Fondo generado.

F : Fondo generado.

c : coeficiente de aversión al riesgo.

El coeficiente de aversión al riesgo, es definido por Arrow-Pratt de la siguiente forma:

$$Coef = -\frac{u''(F)}{u'(F)}$$

siendo:

$u''(F)$: la derivada de segundo orden de la función de utilidad.

$u'(F)$: la derivada de primer orden de la función de utilidad.

Este coeficiente tomará diferentes valores en función a las preferencias del inversor de forma que si:

$c = 1$; el inversor es neutral al riesgo.

$c > 1$; el inversor es amante del riesgo.

$c < 1$; el inversor es adverso al riesgo.

[1] Chopra and Ziemba(1991), Mulvey and Vladimirou (1992), Graner and Hakanson (1998).

Con los resultados presentados en los ANEXOS VII se puede calcular el valor de la utilidad esperada del Fondo para cada una de las 6 estrategias analizadas. La utilidad esperada se obtiene con la siguiente formulación:

$$E(u(F_0^a)) = \sum_{s=1}^{625} p^s u(F_0^{s,a})$$

siendo:

$E(u(F_0^e))$: utilidad esperada del Fondo obtenido con la estrategia *"e"* valorado al momento inicial del horizonte temporal.

p^s: probabilidad del escenario *"s"*

$u(F_0^{s,e})$: utilidad del Fondo obtenido con la estrategia *"e"* bajo el escenario "*s*" valorado al momento inicial del horizonte temporal.

En la tabla 5.2 se presentan los valores de la utilidad esperada del Fondo para cada una de las estrategias de inversión analizadas, en función de diferentes coeficientes de aversión al riesgo del gestor.

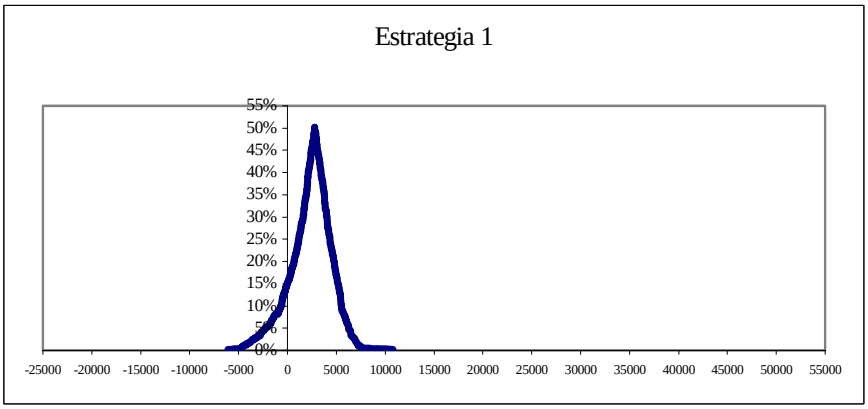
De los resultados de esta tabla se puede afirmar que un gestor adverso al riesgo, en función a sus preferencias, elegirá la estrategia 2, donde invertirá el 62% de su Activo en Renta Fija y el 23% en Renta Variable durante los dos períodos de tiempo analizados. Mientras que un gestor amante del riesgo decidirá invertir el 100% de su Activo en Renta Variable durante el horizonte temporal analizado. Un gestor neutral ante el riesgo se decantará por la estrategia 5 donde invertirá el 60% de su Activo en Renta Variable y el 25% en Renta Fija. Esta estrategia se situaba en las posiciones medias de los resultados presentados en la tabla 5.1.

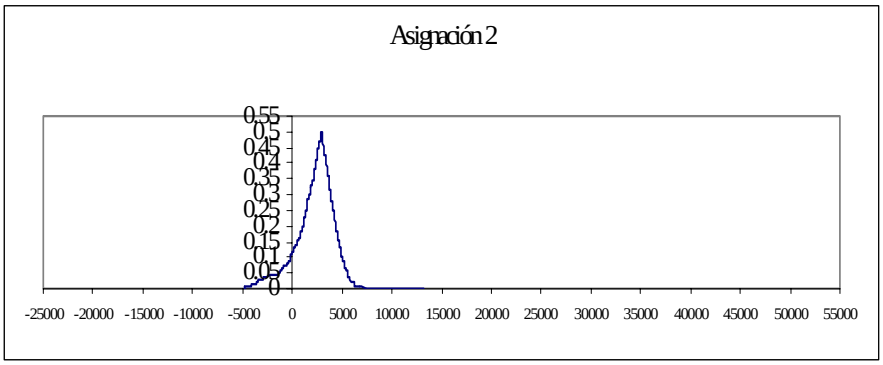
Tabla 5.2.

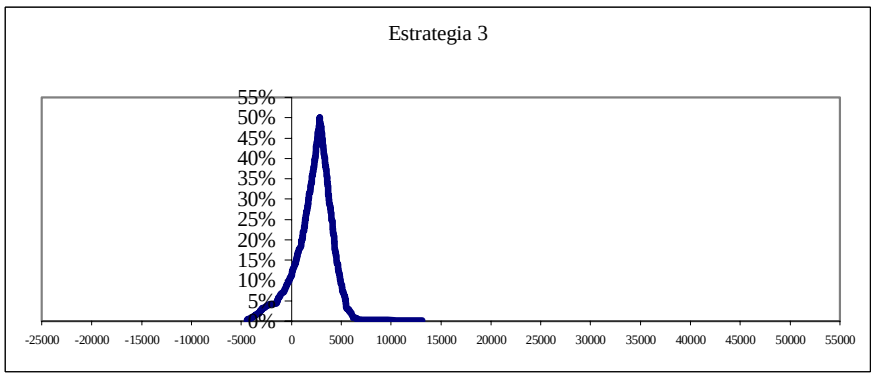
Estrategia	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Abril de 2000	x_{RF} ::100%	x_T :10.67% x_D :4.27% x_{RF} :62.05% x_{RV} :23% x_{CH} :0.01%	x_T :10.67% x_D :4.27% x_{RF} :62.05% x_{RV} :23% x_{CH} :0.01%	x_T :4% x_D :3% x_{RF} :25% x_{RV} :60% x_{CH} :8%	x_T :4% x_D :3% x_{RF} :25% x_{RV} :60% x_{CH} :8%	x_{RV} ::100%
Mayo de 2000			x_T :4% x_D :3% x_{RF} :25% x_{RV} :60% x_{CH} :8%	x_T :10.67% x_D :4.27% x_{RF} :62.05% x_{RV} :23% x_{CH} :0.01%		
Coeficiente de aversión al riesgo	**Utilidad esperada**					
0.5	0.0876	**0.1878**	0.1874	0.1781	0.1773	0.1799
1	0.2023	0.2091	0.2078	0.2246	**0.2229**	0.2034
1.5	**0.3181**	0.2331	0.2307	0.2761	0.2736	0.2299

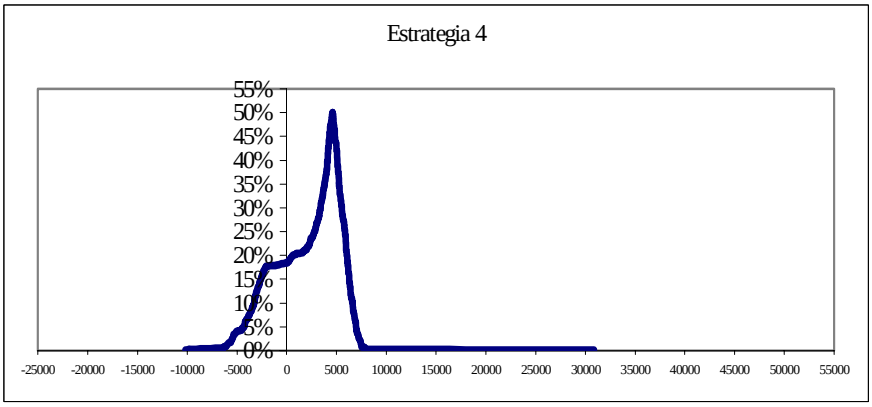
x_I : porcentaje del Activo Total destinado a la inversión *"I"*.

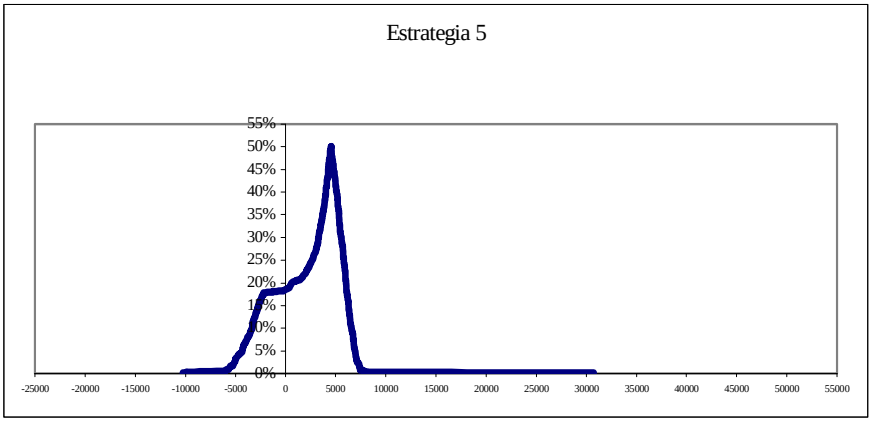
Gráficos

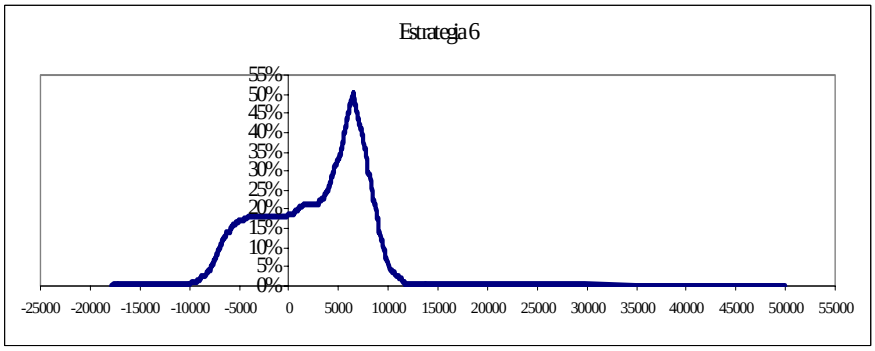

Estrategia 1
55%
50%
45%
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
-25000 -20000 -15000 -10000 -5000 0 5000 10000 15000 20000 25000 30000 35000 40000 45000 50000 55000


Asignación 2
0.55
0.5
0.45
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-25000 -20000 -15000 -10000 -5000 0 5000 10000 15000 20000 25000 30000 35000 40000 45000 50000 55000


Estrategia 3
55%
50%
45%
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
-25000 -20000 -15000 -10000 -5000 0 5000 10000 15000 20000 25000 30000 35000 40000 45000 50000 55000


Estrategia 4
55%
50%
45%
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
-25000 -20000 -15000 -10000 -5000 0 5000 10000 15000 20000 25000 30000 35000 40000 45000 50000 55000


Estrategia 5
55%
50%
45%
40%
35%
30%
25%
20%
5%
0%
-25000 -20000 -15000 -10000 -5000 0 5000 10000 15000 20000 25000 30000 35000 40000 45000 50000 55000


Estrategia 6
55%
50%
45%
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
-25000 -20000 -15000 -10000 -5000 0 5000 10000 15000 20000 25000 30000 35000 40000 45000 50000 55000

Con este Modelo de Generación de Escenarios se controlan las variaciones producidas en las rentabilidades de los Activos y las Obligaciones en el horizonte temporal prefijado y con ellas y su probabilidad de ocurrencia. Se han calculado diversas medidas que valoran el riesgo de cada una de esas variaciones. El riesgo que se controla con estos escenarios es el riesgo de mercado.

Hay modelos que generan comportamiento de factores que influyen no solo en el riesgo de mercado sino también en el riesgo de crédito y en el de liquidez. Los escenarios generados con estos modelos definen de forma conjunta la evolución de factores de riesgo de mercado, de crédito y de liquidez.

Los factores de riesgo de crédito informan sobre la solvencia del deudor, de cuestiones como son el país, la región y el sector al que pertenece ese deudor. En Iscoe et al.(1999) se trabaja en un modelo de escenarios que integra factores de riesgo de mercado y de riesgo de crédito.

El riesgo de liquidez se puede modelar obteniendo información sobre factores como el volumen de negociación y la frecuencia de los impagos de los Activos en los que se invierte. En Yung (1999a) se trabaja en un modelo de escenarios que integra factores de riesgo de mercado y de liquidez.

Introducimos estos modelos como posibles investigaciones futuras sobre modelos de generación de escenarios para otras aplicaciones de gestión diferentes a la de Activos y Pasivos, donde como hemos señalado, la principal preocupación es el riesgo de mercado.

Con la información obtenida sobre el riesgo inherente a cada una de las estrategias de inversión se puede decidir qué estrategia es la que le interesa al gestor en función de sus necesidades.

No obstante, si se quieren tomar decisiones entre todas las estrategias posibles (y no únicamente 25) es necesario recurrir a la técnica de la optimización. Con modelos de selección de inversiones se puede determinar la cartera óptima entre distintos proyectos de inversión. En la parte segunda de este trabajo se lleva a cabo un análisis de diversos modelos de selección de cartera aplicados a la Gestión de Activos y Pasivos.

MENÚ SALIR

Capítulo 6.
PASADO Y FUTURO DE LOS ACTIVOS Y PASIVOS DE UN FONDO DE PENSIONES EN ESPAÑA

6.1. Introducción
6.2. Metodología
6.3. Objetivos y resultados

MENÚ SALIR

6.1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se pretende obtener información, del comportamiento futuro de los parámetros que influyen en el desarrollo de los Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones, con el fin de llevar a cabo la toma de decisiones, respecto a las inversiones a realizar, con el mínimo riesgo e incertidumbre.

En los capítulos anteriores se han utilizado técnicas estadísticas y econométricas para encontrar el modelo que mejor refleje el comportamiento de los parámetros objeto de análisis y se han realizado predicciones de los valores futuros de los mismos. Aún cuando estas técnicas parten de metodología que trata de minimizar las desviaciones de los valores estimados respecto a los reales, no hay que olvidar que estas estimaciones pueden resultar sesgadas. Si importante es para nosotros trabajar con modelos matemáticos y hacer uso de técnicas estadísticas, también consideramos elementales las expectativas, que tienen los expertos del sector, sobre el comportamiento de los parámetros. Por ello nos planteamos la necesidad de incluir en nuestro análisis la opinión que el sector tiene sobre los previsibles cambios en las condiciones económicas y como afecta éste entorno cambiante en la decisión de inversión del Gestor. Por todo ello se ha elaborado una encuesta de opinión que hemos realizado a los Gestores de los Fondos de Pensiones con el objetivo de obtener información sobre sus expectativas de futuro y sus inversiones, pasadas y futuras.

A continuación se expone, en primer lugar, la metodología llevada a cabo en la encuesta así como los objetivos que se persiguen con la realización de la misma junto con los resultados obtenidos y, por último, las conclusiones a las que se ha llegado. En el Anexo VIII se recoge la encuesta realizada.

6.2. METODOLOGÍA

La metodología que se ha llevado a cabo en la realización de la encuesta ha sido la siguiente:

Universo

La encuesta se ha realizado a un total de 150 Gestoras de Fondos de Pensiones. Estas Gestoras son las que están inscritas en el Registro de Entidades, a 31 de diciembre de 1998, que publica la Dirección General de Seguros, perteneciente al Ministerio de Economía y Hacienda.

Técnica de recogida de datos

La encuesta se ha enviado en el mes de febrero del 2000 por correo ordinario a la dirección que se recoge en el registro mencionado, acompañada de una carta de presentación.

Con la encuesta y la carta de presentación se adjunta un sobre, para que la Gestora envíe la encuesta contestada, donde aparece impresa tanto la dirección de envío como la del remitente. De esta forma se obtiene, indirectamente, información de quién contesta la encuesta y se facilita el envío de la misma a los encuestados.

En la identificación de las personas que realizan la encuesta se proporciona un número de fax y una dirección de correo electrónico, de los encuestadores, por si los Gestores requieren ponerse en contacto con ellos o quieren enviar la encuesta contestada por alguno de estos dos medios.

Respuesta al cuestionario

Del total de 150 encuestas enviadas a las Gestoras de Fondos de Pensiones han respondido, tras tres meses desde la fecha de envío, un total de 23 Gestoras, lo que supone una respuesta del 16% del total de encuestas enviadas. En el siguiente cuadro se presenta la información sobre estas 19 encuestas, si han sido consideradas aptas o no, así como la vía por la que han contestado a la encuesta.

	Número	**%**	**Envío**
Aptas	18	78 %	Correo
Aptas	2	8,5%	Fax
No apta.[1]	1	5%	Correo
No apta.[1]	2	8,5%	Teléfono

[1]Razón: no gestionan Fondos de Pensiones en el momento de realización de la encuesta

Del total de encuestas recibidas, un 82% se recibió durante los dos meses posteriores al envío de la encuesta. El resto se ha obtenido tras realizar un seguimiento de la misma, consistente en llamar por teléfono a las Gestoras y volver a enviar la encuesta en aquellos casos que así fuera requerido. Aún cuando esto ha supuesto un importante esfuerzo adicional, el resultado ha sido modesto pues únicamente un 18% de las encuestas recibidas se han obtenido por esta segunda vía.

6.3. OBJETIVOS Y RESULTADOS

Los objetivos que se persiguen con la realización de la encuesta son los siguientes:

1. Conocer la estructura de las inversiones y de las obligaciones de la Gestora[1] así como la actitud inversora de la misma hasta el momento actual.
2. Tener información sobre las expectativas de cambios que prevee el gestor y como influyen estas en sus decisiones futuras de inversión.

Para el logro del primer objetivo se plantean las preguntas 1-10. Veamos el desarrollo de las mismas:

En primer lugar se solicita información sobre la situación de la Gestora, en relación al número de Fondos que administra y de qué tipo son estos. También se requiere conocer el volumen de negocio que pertenece a cada uno de ellos. Los resultados obtenidos nos indican la gran proporción de Fondos que gestionan Planes de Aportación Definida, un total del 85% aún cuando de forma exclusiva lo hacen el 65% puesto que el resto se combinan con otras modalidades de Planes.

De aquellos Fondos que, conjuntamente, gestionan Planes de Aportación y Prestación Definida, estos últimos suponen el 36% del total mientras que gestionan un 67,5% del volumen de negocio, con un ratio de

[1]Los resultados de la encuesta son referidos a los cinco últimos años y hasta el momento actual. Las conclusiones aquí obtenidas son completadas con los datos reflejados en la Memoria Estadística de Planes y Fondos de Pensiones de 1998.

volumen de negocio por número de Fondos de 19.28 frente al 5.4 de los de Aportación Definida.

Estos resultados son obtenidos de la pregunta 1, cuyos datos son resumidos en la tabla 6.1.

Tabla 6.1.

	Planes de Prestación Definida	Planes de Aportación Definida	Planes Mixtos
TOTAL PLANES	10%	85%	5%
Exclusivamente	7%	65%	8%
Conjuntamente		10%	
	10%		
Volumen de Negocio			
Prestación/ Aportación	70%	30%	
Aportación/ Planes Mixtos		50%	50%

Porcentaje de Planes según su modalidad y volumen de negocio de los mismos.

En segundo lugar se quiere obtener información sobre la estructura de las obligaciones del Fondo de Pensiones. Esta información es de gran interés para la gestión del Fondo de Pensiones. Esta importancia la corrobora el hecho de que la Orden de 12 de marzo de 1996[2], incluye dentro de la información requerida a las Entidades Gestoras un nuevo modelo destinado a recoger la evolución del colectivo de partícipes y beneficiarios de los principales Planes de Pensiones, así como la distribución por edades de los derechos consolidados acumulados (modelo 0601).

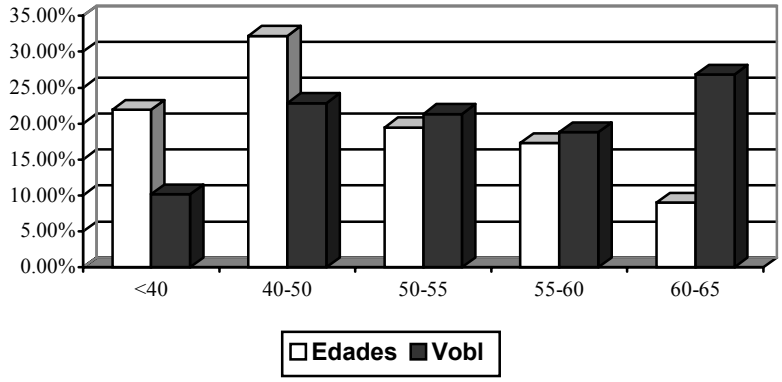
[2] Orden de 12 de marzo de 1996 por la que se regula la información de carácter estadístico y contable que los Fondos de Pensiones y sus Entidades Gestoras han de presentar ante la Dirección General de Seguros con referencia al cierre de cada ejercicio

Para tener conocimiento de la estructura de la cartera de obligaciones del Fondo de Pensiones se realizan las preguntas 2 y 3, relativas a las edades de los partícipes del Fondo y al Valor Actual Actuarial de las obligaciones para cada una de éstas. Se ha tomado como edad media de devengo de la prestación de jubilación los 65 años de edad. Los intervalos de las edades considerados han sido de cinco años, para edades comprendidas entre los 50 y 60, agrupando en un intervalo de diez años las edades entre 40 y 50 y a los menores de 40 años en un solo intervalo.

Se ha optado por preguntar la información acumulada para ambos sexos, sin hacer por tanto distinción entre ellos. Los resultados obtenidos nos indican que la edad media de los colectivos es de 47,69 años, el 45,72% de los partícipes tiene más de 50 años, mientras que un 32,3% se encuentra entre los 40 y 50 años. En cuanto a la información respecto al Valor Actual Actuarial de las Obligaciones (en adelante V_{OBL}); en torno al 25% de éste será exigible en un plazo inferior a cinco años. La edad media, teniendo en cuenta el número de partícipes es de 47,69 años, siendo entre las edades de 50 y 65 años entre las que se encuentra el 67% del V_{OBL}. Esto es debido a un mayor nivel de acumulación de los derechos de los partícipes en las edades más altas, hasta los 65 años.

Los resultados se presentan en el siguiente gráfico, junto con el ratio medio de Valor Actual Actuarial de las Obligaciones por número de individuos en cada edad.

GRÁFICO 6. 1.



<40	40-50	50-55	55-60	60-65
0.8483	0.8242	1.0314	1.1626	2.5837

Ratio medio de las V_{OBL}, por número de individuos y edad

Si bien es de nuestro interés conocer las características cuantitativas de las Gestoras, con relación al número de Fondos que administran y al volumen de negocio que cada uno de ellos supone, así como la estructura de sus obligaciones, también lo son las características cualitativas que nos indican la actitud inversora de la Gestora y la estructura de sus inversiones hasta el momento presente. Estas últimas se recogen en las preguntas de la 4 a la 10.

Primeramente se realizan cuestiones en relación a la actitud inversora frente al riesgo, tanto de la Gestora como sobre lo que para ellos implican estas actitudes.

Se pide que encuadren su política inversora en relación a los porcentajes de inversión que dediquen a Renta Variable y a Renta Fija y en

función a la duración de su cartera a tenor de las definiciones utilizadas por la Institución de Inversiones Colectivas (INVERCO). El 60% se identifica como de Renta Fija Mixta, el 25% en Renta Fija a Largo Plazo, el 10% en Renta Variable Mixta, y el resto en Renta Variable. En esta última Gestora se da la circunstancia de que el 68% de su colectivo es menor de 50 años y solamente el 4% entre 60 y 64 años. La estructura de la cartera de Obligaciones, donde mas de la mitad del colectivo es, a nuestro juicio, el motivo de que más del 75% de sus Inversiones Financieras se destina a Renta Variable.

Las preguntas 5 y 6 cuestionan sobre la actitud inversora, resultando que el 85% de las Gestoras se consideran conservadoras y el resto muy conservadora. Difícil es definir que se considera arriesgado o conservador, por lo cual se solicita a los gestores que, según su criterio, y al objeto de definir el concepto de actitud arriesgada, determinen un orden de preferencia ante diferentes definiciones, utilizando una escala del 1 al 3, siendo aquellas actitudes valoradas con 1 las mas arriesgada y con 3 las menos arriesgada. Las conclusiones obtenidas en esta pregunta no resultan homogéneas, en el sentido de que el mismo comportamiento para algunos gestores supone una situación muy arriesgada mientras que para otros no lo es tanto. Esto corrobora la idea de la subjetividad del riesgo, en la medida en que hay diferente apreciación por parte del inversor, en términos de riesgo, ante una misma situación. No obstante, un 65% considera como muy arriesgado invertir en Activos en los que no resulte fácil hacer líquida la inversión y un 25% como menos arriesgado el no disponer de una estructura de cobertura frente a los riesgos que afecten a los Activos. En esta pregunta se admite la posibilidad de incluir otras actitudes arriesgadas. Los encuestados han añadido el invertir en Activos que se vean influenciados por la inflación, el riesgo de crédito y la gestión pasiva, esta última definida como aquella gestión que supone llevar a cabo estrategias que no están basadas en las expectativas sobre movimientos futuros de los tipos de interés, sino que están diseñadas para alcanzar una

MENÚ SALIR

serie de objetivos, sea cual sea la evolución de aquéllos. Los resultados de la pregunta 6 aparecen en la tabla 6.2.

Tabla 6.2. Actitudes arriesgadas y ponderaciones asignadas por las gestoras de Fondos

	Ponderaciones		
	1	2	3
No disponer de una estrategia de cobertura frente a los riesgos que afectan a los distintos Activos	40%	35%	25%
Asignar un elevado porcentaje a los Activos de Renta Variable frente a los de Renta Fija	30%	55%	15%
Invertir en Activos en los que no resulte fácil hacer líquida la inversión	65%	15%	20%
Otros: Inflación, riesgo de crédito, gestión pasiva.			

Las preguntas comprendidas entre la 7 y la 10 están destinadas a informar sobre la estructura de las inversiones. Para el planteamiento de esta cuestión nos hemos atenido a la estructura de los Balances presentados en los Informes anuales sobre Planes y Fondos de Pensiones que publica la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones.

A tenor de los resultados de la encuesta se puede afirmar que las Inversiones Materiales, dentro del Activo de los Fondos de Pensiones, representan un 0.1%. Según la Memoria Estadística de Planes y Fondos de Pensiones de 1998, estas inversiones representan un 0.4% en 1997 mientras que es un 0.37% en 1998. Por tanto, se puede afirmar que se mantiene la tendencia de estas inversiones, con muy poco peso dentro del Activo total.

Dentro del Activo total de los Fondos de Pensiones las Inversiones Financieras representan el 88% frente al 73.8% y al 79.81% de 1997 y 1998 respectivamente, lo que pone de manifiesto un incremento paulatino del peso

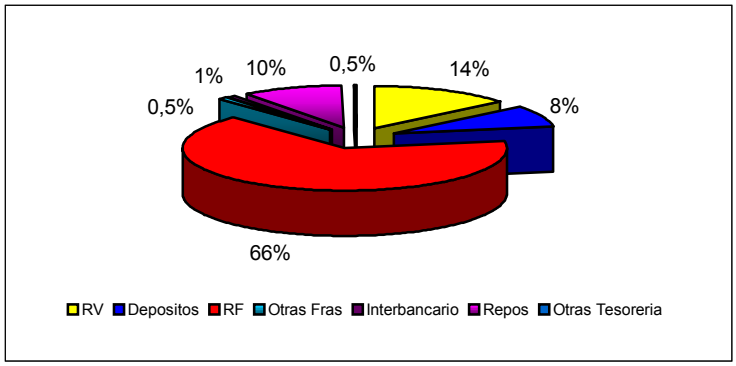
específico de las Inversiones Financieras dentro del total de las inversiones. Las Inversiones Financieras más importantes se producen en la Renta Fija con un 65% del total de inversiones, y la Renta Variable con el 14%, siendo los Depósitos en bancos y otros establecimientos de crédito el 7.8% del total.

En cuanto a Tesorería, el importe de esta representa el 11% del Activo total de los Fondos de Pensiones, siendo el 13.8% y el 9.6% en 1997 y 1998 respectivamente, cifras muy superiores al 1 por ciento mínimo de liquidez que exige la legislación de Planes y Fondos de Pensiones. En la Memoria Estadística de 1998 se indica que este peso, de la Tesorería en el total de Activos, puede deberse a que en los últimos días del año los partícipes efectúan importantes cantidades de aportaciones que permanecen depositadas en bancos o invertidos en Activos del mercado monetario. Dentro de la Tesorería la mayor importancia la tienen las adquisiciones temporales de deuda o repos que suponen un 10% del Activo total.

Del resto de partidas del Activo total de los Fondos de Pensiones los encuestados han señalado el crédito ante la Hacienda Pública, deudores varios. Estas partidas, encuadradas en Otros, suponen un 0.9% del total del Activo habiendo sido del 1.7% y del 1.24% en 1997 y 1998.

La distribución de los distintos epígrafes del Activo de los Fondos de Pensiones encuestados se muestra en el siguiente gráfico:

Gráfico 6.1. Distribución del Activo de los Fondos de Pensiones



Esta es la información obtenida con las 10 primeras cuestiones de la encuesta. Con ellas se ha pretendido obtener un conocimiento sobre la estructura de las inversiones y las obligaciones de la Gestora, así como su actitud ante el riesgo.

El hecho de que haya un entorno económico cada vez mas cambiante nos lleva a perseguir el segundo objetivo planteado, tener información sobre las expectativas de cambio que prevee el gestor y como influirán éstas en las decisiones de inversión futuras.

Las cuestiones 11 y 12 preguntan a las Gestoras si opinan que la estructura de sus inversiones se verá modificada significativamente en los dos próximos años y sobre cuál consideran que serán los cambios que provoque, esa modificación, en la estructura de sus inversiones.

El 80% afirma que se van a producir cambios significativos en la estructura de las inversiones. Aquellos que consideran que no habrá cambios justifican esta respuesta por un lado, en sus resultados pasados, suponiendo

por tanto que estos han sido buenos y con ello no resulta necesario realizar cambios en la política de inversión, y por otro lado porque indican que van a crear nuevos Planes y estos ya seguirán políticas de inversión diferentes.

Las razones de los cambios, que se han planteado en la encuesta, son las que se presentan en la siguiente tabla, con el porcentaje de Gestoras que afirman cuales son, a su juicio, las razones de los cambios.

Tabla 6.3.

Razones de cambios en las políticas de inversión	**Porcentaje de Gestoras**		
Expectativas en el comportamiento de los factores en base a opiniones intuitivas	30%	15%	
Resultados obtenidos en períodos anteriores tras la aplicación de políticas de inversión en vigor hasta el momento	25%		30%
Expectativas en el comportamiento de los factores tras la aplicación de algún modelo estadístico	0%	0%	

Aquellos que consideran la posibilidad de cambios en las políticas de inversión han señalado otras razones de estos cambios como son: la mayor internacionalización, la modificación de la legislación, las tendencias del mercado, la globalización.

Dentro de nuestro segundo objetivo se encuentra el determinar cual será el comportamiento en el futuro de ciertos parámetros económicos, determinantes en la gestión de cartera. Los parámetros, objeto de nuestro análisis, son[3]:

- Índice de Precios al Consumo (IPC).
- Tipo de interés a corto plazo (CP).
- Tipo de interés a largo plazo (LP).
- Tipo de interés de los créditos hipotecarios (CH).
- Rentabilidad de la Renta Variable (RV).

Con la pregunta 13 se pretende conseguir información sobre las expectativas de comportamiento de estas variables. Avalado por análisis de las series temporales de estos parámetros, que se presentan en el capítulo 3, se determinan relaciones de causalidad entre los parámetros y se observa como el IPC es un parámetro que influye en todos los demás[4]. En la pregunta 13 se pide a las Gestoras que indiquen la reacción, de subida o bajada, que, a su juicio, tendrán los parámetros ante una subida en el IPC. Esta pregunta puede adolecer de generalidad, debido al hecho de que no se cuantifica la cuantía de esta subida o bajada, puesto lo que se pretende es conocer la tendencia de estos parámetros ante cambios en el IPC. Así mismo, una vez que se ha tenido información de cual es el sentido de la relación entre los parámetros analizamos las previsiones sobre el comportamiento de estos. Pediremos a las Gestoras, en un segundo apartado de la pregunta 13, que nos informen de la probabilidad que, desde su punto de vista, existe de las subidas y bajadas de valor en el IPC, que se considera factor de influencia.

[3] En el Capítulo 2 se lleva a cabo un análisis detallado de estos parámetros.
[4] Mulvey (1994) y Wilkie (1986, 1995) confirman esta relación de influencia del IPC sobre todos los demás en sus trabajos

Ante una subida del IPC el 100% de las Gestoras encuestadas considera que se producirá una subida en los tipos de interés a corto plazo y el interés de los créditos hipotecarios. El 95% considera que se producirá una subida en los tipos de interés a largo plazo y un 85% afirma que existe una relación inversa entre el IPC y la Rentabilidad de la Renta Variable.

Una vez establecido el sentido de la relación entre el IPC y los diferentes parámetros, se pretende conocer el comportamiento del IPC y, de esta forma, indirectamente, el del resto de parámetros. Se plantean diferentes combinaciones de bajadas y subidas de valor del IPC. Los resultados indican que el 100% de las Gestoras, en el momento actual, asignan mas del 75% de su probabilidad a hecho de que el IPC tenga una subida en el siguiente año, siendo este porcentaje del 30% para el caso de que el incremento se mantenga en el segundo año.

En cuanto a la posibilidad de bajada en los dos periodos, ninguna de las gestoras considera este hecho probable. En torno al 25% de las gestoras afirman que, una bajada del IPC para luego experimentar una subida, tiene una probabilidad de ocurrencia del 10 %, aproximadamente. En cuanto al hecho de que el IPC se mantenga constante el 75% de la Gestoras le asigna una probabilidad nula. Estos resultados quedan reflejados en las tablas 6.4 y 6.5.

Tabla 6. 4.

SUBIDA DEL IPC	Tipo de interés a corto plazo	Subida	100%
		Bajada	0%
	Tipo de interés a largo plazo	Subida	95%
		Bajada	5%
	Rentabilidad de la Renta Variable	Subida	20%
		Bajada	80%
	Interés de los Créditos hipotecarios	Subida	100%
		Bajada	0%

Tabla 6.5.

Subida/subida							
Probabilidad de ocurrencia	100%	80%	70%	60%	50%	25%	0%
Proporción de Fondos	15%	10%	10%	20%	25%	15%	5%
Subida /bajada							
Probabilidad de ocurrencia	50%		30%		20%		0%
Proporción de Fondos	30%		20%		20%		30%
Bajada /bajada							
Probabilidad de ocurrencia	0%						
Proporción de Fondos	100%						
Bajada /subida							
Probabilidad de ocurrencia	50%		25%		10%		0%
Proporción de Fondos	5%		15%		25%		55%
Constante/constante							
Probabilidad de ocurrencia	25%		10%		3%		0%
Proporción de Fondos	5%		15%		5%		75%

Como indicaban los resultados de la pregunta 12 el 80% de las Gestoras consideran que habrá cambios en los factores de que influyen en el desarrollo de los parámetros de una cartera de pensiones. Esto conllevará cambios en la estructura de sus inversiones. Por ello en las cuestiones 14 a la 17 se pregunta a la Gestora cuál será, a su juicio, el porcentaje, en término medio, asignado a las diferentes partidas del Activo del Fondo de Pensiones.

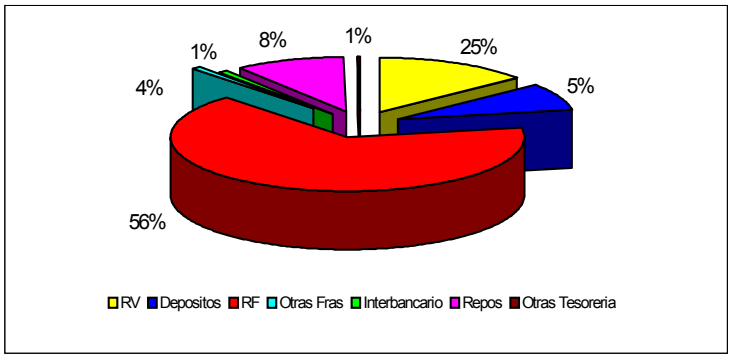
En cuanto a las tres grandes partidas del Activo, esto es Inversiones Materiales, Financieras y Tesorería, hay que destacar que el porcentaje asignado a esta última refleja una reducción debido a la canalización de la Tesorería hacia Activos más rentables. No obstante, aún cuando el porcentaje asignado a esta partida ha disminuido, todavía se encuentra muy por encima del 1% mínimo de liquidez requerido.

Relativo a las Inversiones Materiales, el porcentaje del Activo total que se asigna a esta partida se mantiene en términos similares a los de períodos anteriores.

En cuanto a las Inversiones Financieras se estima un cambio en la distribución de las mismas, con un incremento en la asignación a la Renta Variable, que se sitúa en el 25% en detrimento de la Renta Fija que pasa a ocupar un 56% de total de los Activos. Disminuye el porcentaje asignado a Depósitos incrementándose el de los Créditos Hipotecarios y a Partícipes.

Los resultados se representan en el siguiente gráfico:

Gráfico 6.3. Distribución estimada del Activo de los Fondos de Pensiones



Con las cuestiones analizadas hasta el momento se conoce la estructura de las inversiones de las Gestoras en el pasado, así como las expectativas de comportamiento de ciertos parámetros y como resultarán modificadas las inversiones en base a estos cambios.

Por último se plantea a las Gestoras si en la toma de decisiones, sobre sus inversiones, se trabaja con algún programa de optimización. El 75% nos indica que no. Este dato es cuanto menos sorprendente, a nuestro juicio, pero reafirma el interés de la realización de la encuesta en aras de conocer la opinión e intuición del sector y así complementar esta información con los modelos econométricos y matemáticos con que trabajamos.

Nuestro objetivo es interrelacionar la información obtenida con la encuesta y con nuestro modelo de previsión. En ambos casos se trabaja con los mismos parámetros. Algunas de las cuestiones planteadas en la encuesta se basan en resultados obtenidos tras un análisis econométrico de los parámetros. Mientras que en otros, como en el Capítulo 5, se utilizan para el análisis de riesgo, las previsiones de cambios en las inversiones obtenidas en la encuesta.

MENÚ SALIR

PARTE SEGUNDA

GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS

MENÚ SALIR

Capítulo 7.
INTRODUCCIÓN

7.1. Objetivos
7.2. Modelos de Selección para la Gestión de Activos y Pasivos
7.3. Métodos para la Gestión de Activos y Pasivos

MENÚ SALIR

MENÚ SALIR

7.1. OBJETIVOS

Un Fondo de Pensiones puede operar de forma más sólida y rentable si coordina adecuadamente su Gestión de Activos y Pasivos. En el Capítulo 5 se ha realizado un análisis del riesgo teniendo en cuenta el comportamiento aleatorio de los parámetros y factores que influyen en los Activos y Pasivos que componen la cartera de un Fondo de Pensiones. Este es un análisis a posteriori puesto que se obtiene una medida del riesgo que se acomete con determinadas decisiones de inversión. Lo cual nos ayuda a tomar una decisión de inversión de entre varias alternativas puntuales pero no a seleccionar la alternativa óptima dentro del conjunto total de inversiones. Para ello necesitamos hacer uso de técnicas de optimización.

En este Capítulo abordamos la Gestión de Activos y Pasivos desde un análisis a priori, como un proceso para seleccionar, con técnicas de optimización, una cartera de Activos que compensará o cubrirá un conjunto de Pasivos, sin olvidar que ambos se caracterizan por tener un comportamiento aleatorio. Si la selección que llevamos a cabo es la selección óptima estaremos desarrollando una óptima coordinación de Activos y Pasivos y con ella la Gestión Óptima de los mismos.

Si bien la literatura sobre modelos de gestión de cartera es abundante, la referente a ALM aplicada, tanto a Compañía de Seguros como a Fondos de Pensiones, es más reducida. No obstante en este Capítulo se exponen diferentes modelos de optimización para la Gestión de Activos y Pasivos que nos hacen tener una visión general del ALM aplicado a Fondos de Pensiones y a Seguros, en el entorno nacional e internacional.

Los modelos tradicionales de gestión de cartera han trabajado con horizontes temporales uniperiódicos y únicamente con asignación de Activos.

Los modelos de Gestión de Activos y Pasivos han de tener en cuenta no solo la asignación de Activos sino también las relaciones de éstos con los Pasivos, y el horizonte temporal debe considerarse multiperiódico.

Para tener una perspectiva de los modelos de Gestión desarrollados en el mundo tomamos como literatura fundamental la publicación editada por Ziemba y Mulvey (1998) “Worldwide Asset and Liability Modeling” donde se presentan diversas aproximaciones y se exponen diferentes técnicas para la Gestión de Activos y Pasivos. Entre otros destacar los modelos de media-varianza para un único período, modelos multiperiódicos que utilizan la programación estocástica con y sin reglas específicas de decisión, modelos de programación dinámica y de programación estocástica dinámica así como técnicas de simulación. En esta publicación se recogen tanto los modelos usados, en el pasado y en la actualidad en la Gestión de Activos y Pasivos, como el futuro desarrollo de los mismos. Además de esta recopilación también nos basamos en el trabajo presentado por Dert (1995) sobre los modelos ALM aplicados a la Gestión de un Fondo de Pensiones.

Los objetivos que se persiguen con el desarrollo de la Parte II de este trabajo son:

- En primer lugar, realizar una recopilación y análisis de todos los modelos de selección aplicados a la Gestión de Activos y Pasivos que se han desarrollado hasta la actualidad.

- Posteriormente, analizando tanto el entorno actual como la normativa vigente española, desarrollar el modelo de selección de Gestión de Activos y de Pasivos de un Fondo de Pensiones que mejor se ajuste a estas dos circunstancias.

7.2. MODELOS DE SELECCIÓN PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS

En el campo de la programación estocástica se han desarrollado diversas técnicas para modelar y resolver problemas en los que la información de naturaleza aleatoria juega un papel preponderante. Por lo tanto se pueden clasificar los modelos de ALM en función de la literatura sobre programación estocástica. La característica principal de la programación estocástica es que los coeficientes, tanto de la Función Objetivo, como de las restricciones y los términos independientes son parámetros no ciertos. La incertidumbre prevalece en todos los períodos que componen el horizonte temporal. Como distingue Wets (1989a) se pueden clasificar en dos tipos de modelos: los Modelos Anticipativos y los Modelos Recursivos, y dentro de cada uno de ellos analizaremos algunos de los más significativos.

- Modelos Anticipativos.
  - Modelos de Media-Varianza.
  - Modelos de Restricciones Aleatorias.

- Modelos Recursivos.
  - Modelo de Mulvey.
  - Modelo aplicado por RYK.

Exponemos a continuación diversos modelos encuadrados en función de las dos clasificaciones realizadas.

7.2.1 Modelos Anticipativos

Son aquellos modelos en los cuales las decisiones son tomadas con la información disponible en el momento actual y no tienen en cuenta las posibles modificaciones en el comportamiento de los parámetros en el futuro. Estos son conocidos como modelos estáticos.

7.2.1.1.Modelos de Media-Varianza.

Una gran parte de las publicaciones de ALM están basadas en análisis de media-varianza. Esta aproximación fue introducida por Markowitz (1952), quien consideraba el problema de formar una cartera de inversiones en la cual la rentabilidad esperada de la cartera fuera óptima, dado determinado nivel de riesgo. Riesgo, en esta aproximación, es definido como la varianza de la rentabilidad sobre la media. Cuando la teoría tradicional se centra en un problema de selección de una cartera de Activos comercializables, ALM considera una cartera con dos componentes: una cartera de Activos comercializables y una cartera dada de Obligaciones. La rentabilidad esperada de la cartera de ALM es igual a la rentabilidad esperada de las inversiones menos el crecimiento esperado de las Obligaciones. La diferencia principal entre una decisión de inversión tradicional y la de un modelo de ALM es que la varianza de la rentabilidad en ALM es parcialmente determinada por la covarianza entre la rentabilidad de la cartera de Activos y el crecimiento de la cartera de Pasivos. Tanto los rendimientos como las desviaciones y covarianzas son calculados en función de la información de los parámetros en el pasado y se trabaja con sus valores medios.

Diversos autores han introducido esta aproximación en sus trabajos (Elton y Gruber (1998), Sherris (1992), Sharpe y Tint (1990)).

Uno de los principales inconvenientes de este modelo es que utiliza la desviación estándar como medida de riesgo. Sortino y Van der Meer (1991) han mostrado porqué la desviación estándar es una medida inapropiada para medir el riesgo de las inversiones, puesto que no distingue entre aquellas rentabilidades que están por encima o por debajo de la media. Y es obvio que para cualquier inversor esta diferencia es, cuanto menos, significativa.

También hay que tener en cuenta que en estos modelos el horizonte temporal es uniperiódico y como se señaló anteriormente el modelo de Gestión de Activos y Pasivos óptimo, a nuestro juicio, ha de tener en cuenta diferentes períodos de tiempo.

Como principal ventaja señalar la sencillez de la implementación y la práctica generalizada del mismo, lo cual nos permite encontrar paquetes informáticos que estén programados para realizar esta optimización.

Los modelos de media-varianza se han extendido en diferentes direcciones: Konno and Yamazaki (1991), Pliska and Suzuki (1993), Markowitz y otros (1993) han propuesto una Función Objetivo modificada en las cuales el riesgo es definido diferenciando entre los resultados adversos y los beneficiosos, a través de la desviación absoluta. Otras ideas tienden a penalizar la desviación absoluta en relación al objetivo de riqueza, Konno, Shirakawa and Yamazaki (1993).

Frente a estos modelos de media-varianza se encuentran los modelos de maximización de la utilidad esperada de la riqueza, que constituyen un referente teórico de la elección racional con incertidumbre. La hipótesis básica es que el inversor tiene preferencias racionales representables mediante una función de utilidad al estilo Von Neumann y Morgenstern que depende de la riqueza terminal.

Otra línea argumental trata de refrendar el modelo media-varianza como aproximación lineal /cuadrática a funciones de utilidad (Levy y Markowitz (1979)). En todo caso el modelo media-varianza es una aproximación razonable de segundo orden para carteras bien diversificadas si el rendimiento total esperado de la cartera es conocido y la variación, del rendimiento total respecto del esperado, es baja. Para distribuciones asimétricas ni el modelo media-varianza ni el modelo media-desviación absoluta resultan consistentes con la maximización de la utilidad esperada. No obstante, el planteamiento de un modelo de rentabilidad-riesgo es aceptable si se consideran las medidas asimétricas del riesgo como aproximaciones locales de segundo orden de la función de utilidad.

7.2.1.2. Modelos de restricciones aleatorias.

La programación con restricciones aleatorias ofrece una alternativa a la cuantificación del riesgo por medio de la desviación estándar. En estos modelos se define la probabilidad, de que un cierto acontecimiento suceda, como función de las variables del modelo de decisión. Por lo tanto, la probabilidad de que una situación no deseable ocurra puede ser limitada por incluir restricciones sobre el valor de los estadísticos asociados a ella.

Si se asume que la rentabilidad de todos los Activos y la cartera de Pasivos están normalmente distribuidos con un conocido vector de medias y una matriz de covarianzas, entonces se puede afirmar que el nivel del Fondo al final del horizonte temporal es también normalmente distribuido (3º Teorema Central del Límite). Varios autores, tales como Wilkie (1985) han utilizado este Teorema para formular restricciones aleatorias de insolvencia, en las que se limita la probabilidad de que el valor esperado de los Activos sea inferior al valor esperado de las Obligaciones.

Este tipo de restricciones aleatorias fueron, en primer lugar, presentadas por Charnes and Cooper (1959). Aunque la filosofía de los modelos de media-varianza difiere considerablemente de la de los modelos de restricciones aleatorias, bajo el supuesto de distribución normal de las rentabilidades, una solución óptima en un modelo de media-varianza puede ser considerada como solución óptima en un modelo de restricciones aleatorias. La diferencia entre ambos modelos se encuentra en cómo se entiende el riesgo. Los modelos de media-varianza lo identifican con la varianza del Fondo Generado, mientras que los de restricciones aleatorias lo hacen con la probabilidad de insolvencia. Debido, como se señaló anteriormente, a que la desviación típica no distingue entre el hecho de que la rentabilidad se encuentre por encima o en un nivel inferior a la media, la probabilidad de insolvencia aparece como mejor medida de riesgo. Los modelos de restricciones aleatorias utilizan probabilidades de insolvencia bajo el supuesto de que las rentabilidades tienen una distribución normal. Debido a la simetría de la función de densidad de la distribución normal respecto al valor medio, la probabilidad de que los valores de las rentabilidades se encuentren por debajo del valor medio es la misma de que estén por encima de la media. El modelo de restricciones aleatorias distingue de la misma forma que los de media-varianza la probabilidad de resultados positivos y adversos. Además, en ambos modelos se trabaja con información histórica, suponiendo que el comportamiento de los parámetros se va a mantener constante, e igual al pasado, en el futuro. Así mismo, como ocurría en los modelos de media-varianza, el horizonte temporal con el que se trabaja en estos modelos es uniperiódico.

7.2.2. Modelos Recursivos

Estos modelos tienen en cuenta diferentes decisiones para distintos períodos de tiempo, las cuales son contingentes con las diferentes trayectorias de comportamiento de los parámetros, en el momento de la toma de decisiones. Las decisiones tomadas con estos modelos se denominan políticas dinámicas. Decisiones que tienen en cuenta, simultáneamente, las acciones presentes y las futuras trayectorias, permiten una interconexión entre los efectos en el largo y en el corto plazo. Con los Modelos Recursivos se pretende que las decisiones no solo maximizen los beneficios en el corto plazo, sino que permitan dar respuesta a los diferentes comportamientos de los parámetros en el futuro. Las decisiones que se tomen en el presente para el primer período no tienen porque mantenerse en el resto de períodos, sino que se modificarán en función de las circunstancias.

Ziemba y Vickson (1975) presentan modelos dinámicos para aplicaciones financieras. La necesidad de modelos dinámicos para ALM es reconocida por diversos autores, aún así son pocas las publicaciones de modelos de este tipo que se han realizado. Esto se debe a nuestro juicio a dos causas, una de ellas a la comercialización privada que puede realizarse de estos modelos, puesto que preocupan mucho al gestor, y otra la dificultad computacional de desarrollo de los mismos que los hace difícilmente implementables.

Kusy and Ziemba (1986) trabajan en un Modelo Recursivo de ALM para la gestión de bancos que aplican a Vancouver City Savings Credit Union (VCS). Golub y otros (1993) y Holmer y otros (1993) presentan un modelo de programación estocástica para inversiones de rendimiento fijo.

Mulvey (1994) desarrolla un modelo para integrar los Activos y Obligaciones en las decisiones de una gran entidad financiera, banco, compañía aseguradora o Fondo de Pensión. Cariño y otros (1994) desarrollan un modelo para la Gestión de Activos y Pasivos de la empresa japonesa Russel Yasuda Kasai (RYK).

7.2.2.1. Modelo desarrollado por Mulvey (1994)

Propone un modelo multiperiódico de programación estocástica suponiendo dos discretizaciones. En primer lugar se divide el horizonte temporal en un número finito de estados $"j" \ \forall j = \{1,2,....n\}$ en los cuales las decisiones de inversión son llevadas a cabo al final de cada período de tiempo. En segundo lugar los parámetros aleatorios son estimados por medio de un modesto número de trayectorias bajo el horizonte temporal que se denominan escenarios $"s" \ \forall s = \{1,2,....S\}$ cada uno de ellos con una probabilidad de ocurrencia $"p^s"$.

Hay que tener en cuenta que en este modelo, el comportamiento futuro de los parámetros influye en las decisiones actuales y es proyectado e introducido en el modelo a través de los escenarios.

El principal inconveniente es que su resolución resulta muy compleja y para llevarla a cabo es necesario disponer de un potente software. En este modelo el riesgo es cuantificado a través de la incertidumbre, que es modelada por la Generación de Escenarios.

7.2.2.2. Modelo RYK (1994)

Cariño y otros (1994) muestran el modelo que desarrollaron para la Gestión de Activos y Pasivos de la empresa japonesa Russel Yasuda Kasai (RYK). Este proyecto recibió el segundo premio en la 1993 Edelman Competición por la mejor aplicación en Management Science. Para un mejor entendimiento de este complejo modelo hay que tener en cuenta que la legislación japonesa soporta una estricta y compleja regulación en materia de dividendos e impuestos. Estas reglas proporcionan muchas de las restricciones de este modelo. La Función Objetivo combina beneficios esperados con ecuaciones lineales que penalizan el no obtener determinados objetivos, hecho que tiene una determinada probabilidad de ocurrencia. Este modelo se aplica para un horizonte temporal de cinco períodos para el cual se generan un conjunto de "s" escenarios. El mayor problema, que llega a desarrollar, trabaja con 2.048 escenarios, mientras que el software que publican lo hace con 256 escenarios.

Este modelo se centra en la componente de rentabilidad, puesto que maximiza el crecimiento esperado de los Activos. El componente de riesgo no está explícitamente incluido en el modelo. Ni la magnitud del pago necesario para los requerimientos de fondo, ni la volatilidad de esos pagos o la probabilidad de grandes déficits están restringidos de forma directa. El riesgo está entendido por la variedad de futuros desarrollos sobre los cuales la esperanza de la Función Objetivo es considerada.

En el siguiente cuadro quedan recogidas las características de los modelos expuestos:

MENÚ SALIR

Cuadro. 7.1.

	Modelos Anticipativos		Modelos Recursivos	
	Media-Varianza	Restricciones aleatorias	Mulvey (1994)	RYK (1994)
Horizonte temporal	Uniperiódico		Multiperiódico	
Aleatoriedad	Valores medios		Escenarios	
Riesgo	Varianza del Fondo Generado	Probabilidad de insolvencia	Variedad de los desarrollos futuros y probabilidad de cada escenario	

En ambos modelos, Anticipativos y Recursivos, se tienen en cuenta las interrelaciones entre las partes y la naturaleza estocástica de los factores que influyen en los resultados. Los Modelos Recursivos examinan además todas las posibles situaciones a lo largo del tiempo, y como se señala en Elton y Gruber (1988) el gestor no debería únicamente preocuparse de la situación del Fondo al final de período, sino que la decisión que se tome ha de tener en cuenta tanto los requerimientos intertemporales como los del final del período. Por tanto, a nuestro juicio, es mejor plantear la Gestión de Activos y Pasivos desde un Modelo Recursivo que desde uno Anticipativo.

El concepto de riesgo es una de las mayores preocupaciones de los modelos ALM y debe estar reflejado en el modelo. Sortino y Van der Meer (1991) han argumentado que las características necesarias de cualquier medida de riesgo en las estrategias de inversión han de ser:

- Que tenga en cuenta las metas u objetivos implícitos del inversor.

- Que se distinga entre el riesgo real (incertidumbre asociada a resultados indeseables) y la incertidumbre (la cual puede implicar resultados por encima de lo esperado).

- Que considere tanto los cambios como la magnitud de los mismos.

- Que sea intuitivamente atrayente. Este último requerimiento quizás sea el menos entendible. Pero lo que indica es que hay que obtener tanto un modelo de gestión como una medida de riesgo que no sea excesivamente técnica y que esté en consonancia con las necesidades e inquietudes del gestor.

La consideración de escenarios que se desarrolla en los Modelos Recursivos se encuentra en mayor sintonía con este concepto de riesgo que la varianza.

Alternativas a los modelos citados son: los modelos borrosos, que requieren medidas borrosas a partir de datos históricos y la experiencia de gestores expertos (Tanaka y Guo (1999)); así como la consideración de escenarios y su aplicación en Optimización Robusta, con bases en la programación por objetivos y la consideración de restricciones débiles (Mulvey, Vanderbei y Zenios (1995)). El uso de Optimización Robusta en la toma de decisiones permite considerar directamente la aversión al riesgo (Bai, Carpenter y Mulvey (1997)), siendo esta una de sus ventajas frente a la programación estocástica con escenarios. Veamos a continuación con mayor detalle estos últimos.

7.2.3. Modelos de Optimización Robusta

Tratar distintos escenarios ha sido tradicional en la gestión científico-empresarial, y aunque la idea ya estaba presente en los estados de la naturaleza de la Teoría de la Utilidad de Von Neuman y Morgenster, en selección de cartera no tuvieron su impulso hasta el modelo de escenarios y factores de Markowitz y Perold (1981) y ejemplos de ello han sido los dos modelos expuestos con anterioridad.

En la aplicación a la planificación y gestión financiera de modelos de Optimización Robusta cabe mencionar, entre otros:

- El modelo de inmunización robusta por escenarios de Dembo (1991,1993) que es un caso particular de Optimización Robusta.

- El modelo de Escudero (1995) sobre carteras de Activos con respaldo hipotecario.

- El modelo de gestión de tesorería de Golub y otros (1994).

- El modelo de carteras “callable bond” de Vassiadou-Zeniou y Zenios (1996).

Como ya se ha señalado, en los problemas de ALM se producen cambios en los datos que intervienen en el modelo. Para no tener que resolver un nuevo problema cada vez que se produce un cambio en los datos o saber hasta que punto es fiable una decisión obtenida a partir de datos estimados, se han desarrollado, además de técnicas como el análisis de sensibilidad (análisis a posteriori) y la programación estocástica (análisis a priori) otra técnica a priori que palia estos inconvenientes que es la Optimización Robusta; una

integración de la programación por objetivos con una descripción de los datos del problema basados en escenarios posibles. Con esto se generan una serie de soluciones que progresivamente se convierten en menos sensibles a las posibles realizaciones de los diferentes escenarios.

La Optimización Robusta presenta más ventajas de aplicabilidad que la programación lineal estocástica y, aunque puede resultar más compleja y más cara desde el punto de vista computacional, sus soluciones presentan mejores garantías.

Para poder llegar a definir un problema de Optimización Robusta, debemos introducir un conjunto de "s" escenarios. Cada uno de ellos tiene asociada una probabilidad de ocurrencia "p^s". Para cada escenario particular se tiene un subproblema determinista, en donde basta con sustituir cada uno de los parámetros inciertos por sus correspondientes valores para cada uno de los escenarios.

El término robusto lo podemos emplear en dos acepciones: respecto a la optimalidad y respecto a la factibilidad. La solución óptima es robusta respecto a la optimalidad si se mantiene “cerrada” en el óptimo, es decir, si varía muy poco la solución óptima, para la realización de cualquier escenario. En este caso se dice que el problema tiene una solución robusta. En el caso de que se mantenga factible para cualquier realización, se dice que el modelo es robusto.

No es frecuente que cualquier solución del problema se mantenga tanto óptima como factible para todos los escenarios. Por ello es necesario medir la desviación entre la robusted de la solución y el modelo. El modelo de Optimización Robusta presenta la siguiente formulación o procedimiento:

En primer lugar el modelo se resuelve para cada uno de los escenarios, y posteriormente, se combinan las soluciones obtenidas para cada uno de ellos dando lugar a una única solución. El modelo consta, por tanto, de dos partes:

1. Se procede a la resolución del modelo para cada uno de los escenarios y por tanto deben resolverse tantos modelos de programación como escenarios se consideren.

$$\begin{aligned} &Maximizar: z^s = C^{sT} X^s_{I,j} \\ &\quad sujeto\ a: \\ &A^s_{1,j} X^s_{I,j} = b^s_j; \forall s \in S \\ &A_{2,j} X^s_{I,j} = b_j; \forall s \in S \\ &\quad X^s_{I,j} > 0 \end{aligned}$$

siendo:

$A^s_{1,j}$: matriz de las restricciones estocásticas para el período *"j"* bajo el escenario *"s".*

$A_{2,j}$: matriz de restricciones deterministas para el período *"j"*

$X^s_{I,j}$: vector de las variables que reflejan la cuantía de inversión en el activo *"I"* para el período *"j"* bajo el escenario *"s".*

b_j : vector de los términos independientes para el período *"j".*

b^s_j : vector de los términos independiente inciertos para el período *"j"* bajo el escenario *"s".*

La matriz de las restricciones estar compuesta de los coeficientes de los parámetros para cada una de las restricciones legales, presupuestarias, de cobertura de pensiones y técnicas con las que se trabaje. En la resolución de

cada uno de ellos se obtiene una solución óptima "$x^{s}_{I,j}$" y un valor de la Función Objetivo "z^{s}", al que se le asocia una ponderación "p^{s}".

2. Se combinan todas las soluciones "$x^{s}_{I,j}$" de manera que se obtenga una única solución "$x_{I,j}$", representativa de todos los escenarios "s".

Para calcular una única solución proponemos combinar toda la información obtenida de cada uno de los expertos en un único Modelo Coordinado o "Tracking Model". En este Modelo Coordinado el objetivo es minimizar las desviaciones respecto de la optimalidad y la factibilidad.

La Función Objetivo viene representada como una Función Objetivo determinista que adopta la siguiente expresión:

$$Minimizar: z = \sum_{s=1}^{S} p^{s}((w^{s+}) + e^{T}(y^{s+}_{r,j} + y^{s-}_{r,j}))$$

donde $e = (1,1,....1)^{T}$ y el primer término de la Función Objetivo es lo que se denomina función agregada y mide las desviaciones respecto a la solución óptima de cada escenario, por lo tanto penaliza la optimalidad. Solo se reconocen las desviaciones negativas, aquellas que suponen que el resultado de un escenario es inferior al que se obtiene con la solución robusta obtenida de este modelo. Esto se debe a que desde el punto de vista económico, los errores coordinados no positivos son incluso deseables por el inversor, con lo cual no tiene sentido minimizarlos. El significado de estas desviaciones se recoge en la restricción $[2]$.

El segundo término es una función de penalización de factibilidad. Se usa para penalizar las violaciones de las restricciones "r" bajo de los diferentes escenarios "s". Esta función es la que distingue a la Optimización Robusta de otros procedimientos de datos inexactos. El modelo reconoce que no es posible encontrar soluciones factibles bajo todos los escenarios y genera soluciones que, analizadas por el decisor, pueden presentar el menor número de infactibilidades. El significado de estas desviaciones se representan en la restricción $[3]$.

Las restricciones son, por tanto:

$$[1]\ A_{1,j} X^s_{I,j} = b_j$$
$$[2]\ c^{sT} X^s_{I,j} - z^s - (w^{s+} - w^{s-}) = 0; \forall s \in S$$
$$[3]\ A^s_{2,j} X^s_{I,j} - b^s_j - (y^{s+}_{r,j} - y^{s-}_{r,j}) = 0; \forall s \in S$$

Con el Modelo Coordinado se obtiene, por un lado una solución óptima y factible y por lo tanto robusta, pero también información sobre el riesgo en que incurre el Fondo llevando a cabo la decisión de inversión que aconseja el resultado del modelo. Analicemos más detenidamente este concepto.

Al resolver el modelo obtenemos dos informaciones sobre el riesgo. La primera de ellas relativa al riesgo global, en el sentido de que nos indica la diferencia de valor existente entre el Fondo resultante al aplicar la política de inversión obtenida con el modelo de Optimización Robusta y el Fondo que se hubiera obtenido si con certeza se conociera que iba a ocurrir el escenario "s". Esto se puede entender como una pérdida potencial respecto a lo que habría resultado en caso de disponer de información cierta sobre el comportamiento de los parámetros.

De la resolución de este modelo se obtiene, además, información más detallada relativa al riesgo en cada período, que la que resultante de la varianza y con la restricción de insolvencia de los Modelos Anticipativos y los Modelos Recursivos donde no se cuantificaba de forma expresa el riesgo. Como se ha indicado anteriormente, cualquiera de los modelos analizados están sometidos a una serie de restricciones de tipo legal, presupuestario y de cobertura de pensiones. Las desviaciones "$y_{r,j}^{s+}, y_{r,j}^{s-}$" nos informan sobre la falta de cumplimiento en el período *"j"* de estas restricciones "r" si se toma la decisión de invertir el Activo del Fondo en función a los resultados del Modelo de Coordinación. De estas dos desviaciones, para cada restricción, únicamente una de ellas toma valor bien por exceso o por defecto. Ambas, dependiendo de la restricción, pueden resultar negativas y constituir un riesgo para el gestor, de ahí que sean incluidas las dos en la Función Objetivo, como ya se vio anteriormente.

De esta forma con este modelo se obtienen diferentes medidas de riesgo, una en sentido global la "w^{s-}" y otras en sentido específico "$y_{r,j}^{s+}, y_{r,j}^{s-}$". Esta información, enriquece el modelo considerablemente y cumple los requisitos que prefijaban Sortino y Van der Meer (1991) puesto que:

- Tienen en cuenta las metas y objetivos del inversor ya que la solución obtenida se basa en un modelo que inicialmente maximiza el Fondo y además tiene en cuenta todo tipo de restricciones que se quieran considerar.

- Cuantifica el riesgo al informar sobre los resultados producidos por debajo de los valores deseados.

- Proporciona información tanto sobre las desviaciones negativas que se producen como sobre la pérdida, respecto al Fondo que se podría haber generado, o a la restricción no cumplida, que supone.

- Es una medida fácilmente interpretable y muy en consonancia con las preocupaciones de cualquier gestor.

El que las desviaciones obtenidas cumplan los requisitos de una medida de riesgo, además de la flexibilidad de este modelo y de tener en cuenta la situación financiera del Fondo a lo largo del tiempo, nos hacen concluir que un Modelo de Optimización Robusta que utiliza un Modelo Coordinado es el más adecuado para llevar a cabo la Gestión de Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones. Aún cuando en los planteamientos iniciales de la Optimización Robusta se trabaja para un único período, en Bosch (1997) se desarrolla un Modelo Coordinado para la selección de cartera de un Fondo de Pensiones en un horizonte temporal multiperiódico. En esta tesis, en base a las conclusiones obtenidas en este último trabajo, se utiliza la Optimización Robusta Multiperiódica.

Un Modelo Coordinado Multiperiódico capacita al gestor a evaluar las repercusiones de los diferentes escenarios y a estimar como cambiarán sus perspectivas en respuesta a diferentes movimientos estratégicos, lo que le llevará a obtener la decisión óptima que mejor se ajuste a las posibles circunstancias futuras.

Tanto los Modelos Recursivos como los Modelos de Optimización Robusta se encuadran dentro de lo que se denomina Análisis Financiero Dinámico que ha sido definido como D´Arcy y otros (1997):

"Proceso que examina la situación financiera de una aseguradora a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta las interrelaciones entre las distintas partes y la naturaleza estocástica de los factores que pueden influir sobre los resultados".

Los modelos de Análisis Financiero Dinámico constan de cinco componentes principales como desarrolla Philbrick, (1999):

1. Condiciones iniciales.
2. Generador de escenarios.
3. Calculadora financiera.
4. Optimizador.
5. Resultados.

Las tres primeras fases resultan coincidentes para los Modelos Recursivos y los de Optimización Robusta Multiperiódica, puesto que en ambos se analizan las condiciones iniciales e históricas de los factores para posteriormente llevar a cabo la obtención de un generador de escenarios que proporcione una serie de escenarios plausibles para condiciones económicas generales y para los Activos y Pasivos de la empresa que, posteriormente y a través de la calculadora financiera, se convierten en resultados financieros. Es en la fase 4 y 5 donde se producen diferencias y mejoras del Modelo de Optimización Robusta respecto a los Recursivos puesto que el optimizador empleado en el caso de la Optimización Robusta Multiperiódica proporciona una solución óptima y factible, y los resultados obtenidos con este último modelo proporcionan más información y unas medidas, las desviaciones, que cuantifican tanto el riesgo global como el de cada restricción incumplida y el período en que se produce ese incumplimiento.

Con todo lo expuesto, a nuestro juicio la Gestión de Activos y Pasivos ha de llevar a cabo la selección óptima de la cartera de Activos para dar cobertura al cumplimiento de las Obligaciones, y para ello el instrumento más adecuado es utilizar un Modelo Coordinado Multiperiódico, que tiene en cuenta el comportamiento aleatorio de Activos y Pasivos durante un horizonte temporal multiperiódico y proporciona una medida de riesgo adecuada.

En los siguientes epígrafes se exponen diferentes aplicaciones de la Optimización Robusta Multiperiódica para llevar a cabo la Gestión de Activos y Pasivos.

7.3. MÉTODOS DE GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS

En los epígrafes anteriores, tras analizar diferentes modelos, se ha concluido que para llevar a cabo una adecuada y óptima coordinación de Activos y Pasivos recurrir al instrumento de la Optimización Robusta Multi-periódica nos lleva a obtener una decisión óptima de inversión que tiene en cuenta el comportamiento futuro de los parámetros que influyen en los Activos y Pasivos.

Vamos a llevar a cabo la Gestión de Activos y Pasivos en el mercado español y por lo tanto hemos de tener en cuenta el entorno legal en el que el Fondo de Pensiones o la Compañía de Seguros se encuentran. Dentro de este entorno hemos de tener en cuenta, dos regulaciones:

- Entorno legal en relación al tipo de valoración actuarial.
- Entorno legal en materia de inversión.

* Entorno legal en relación al tipo de valoración actuarial. Existen las siguientes posibilidades:

1. Regla general que fija los tipos de interés máximos.

En el caso de los Planes de Pensiones el tipo máximo aplicable es el 4% según la Disposición adicional única del Real Decreto 1589/1999 de 15 de octubre por el que se modifica el Reglamento de Planes y Fondos de Pensiones.

En el caso de los Seguros de Vida el tipo máximo será el resultado de aplicar un porcentaje del 60% a la media aritmética ponderada de los tipos de interés medio históricos de los últimos tres años de los Bonos y Obligaciones

MENÚ SALIR

del Estado a cinco o más años, determinada y publicada por la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones. Estas ponderaciones, en virtud del artículo 33.1.a. del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados, son del 50, 30 y 20% respectivamente.

La utilización de dicha regla general deja el cálculo de las provisiones técnicas en cada momento al resultado que cada año alcance dicho tipo de interés técnico. No obstante, si el rendimiento real de las pólizas fuera inferior al mencionado, deberán calcularse las provisiones técnicas de acuerdo con un tipo de interés igual al del rendimiento real obtenido, salvo que ante la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones se demuestre que dicho rendimiento será superior en el ejercicio corriente y en los sucesivos.

2. Regla especial. Se permite utilizar un tipo de interés superior al anterior siempre que se asignen inversiones específicas a las pólizas y éstas cumplan una serie de requisitos. La regulación que permite trabajar con unos tipos de interés superiores es específica de los Seguros, pero en este trabajo extendemos esta legislación al ámbito de los Planes y Fondos de Pensiones.

La Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, autoriza dos métodos para la utilización de un tipo de interés superior al de la regla general. El primero se refiere a la adecuación suficiente entre los flujos de ingresos y pagos, “Criterio de armonización del flujo de caja” o “Método de Cash-Flow Matching”, y el segundo se refiere a la adecuación suficiente, en distintos momentos de la vida de la póliza, entre el valor actual de las obligaciones y las prestaciones, “Método de inmunización por duraciones”[1]. Para la aplicación de estos criterios o métodos únicamente son considerados aptos algunos Activos,

[1] El método de inmunización por duraciones, de acuerdo con el artículo 33.2 del Real Decreto 1588/1999, queda excluido para las pólizas que contemplen compromisos por pensiones en tanto que el Ministerio de Economía y Hacienda no considere oportuno dictar las normás que permitan su utilización específica para los contratos de esta naturaleza.

estos aparecen, junto con la totalidad de inversiones posibles, recogidos en el cuadro 7.2.

No obstante, aún cuando se fije la hipótesis del tipo de interés máximo en el caso de los Planes de Pensiones, vamos a utilizar la normativa referida a los Seguros para el tipo de interés, debido a dos motivos, fundamentalmente:

* Por un lado, al hecho de que el Plan de Pensiones puede estar asegurado en su totalidad. En el artículo 8.2 de la ley de Planes y Fondos de Pensiones se afirma que

" el Plan podrá prever la contratación de seguros, avales y otras garantías con las correspondientes Entidades financieras para la cobertura de riesgos determinados o el aseguramiento o garantía de las prestaciones".

* Por otro, a la historia legislativa española, la cual nos indica que, generalmente, las normas que inicialmente se aplican para los Seguros de Vida, posteriormente se traspasan a la normativa de Fondos de Pensiones.

Además de estas justificaciones, también señalar que se pretende obtener un Modelo de Gestión que tenga en cuenta todas las alternativas e innovaciones legislativas. Y por lo tanto se hace necesario incluir en el mismo la regulación existente en materia de Seguros de Vida que es la única en España que admite cambios en el tipo de valoración actuarial, siempre que se garantice una adecuada gestión del conjunto de Activos y Pasivos. A nuestro juicio y por analogía, el 4% fijado para la valoración de los Planes de Pensiones podría ser incrementado si existiese una garantía de rentabilidad y liquidez por parte de las inversiones que avalan la cobertura del pago de las pensiones.

* Entorno legal en materia de inversión.

Realizamos una recopilación de la regulación existente en España en materia de inversión de los Seguros y Fondos de Pensiones.

El Real Decreto 1307/1988 de 30 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento de Planes y Fondos de Pensiones indica, en el artículo 34.1, que la inversión de los recursos del Fondo de Pensiones se condiciona legalmente a los criterios de seguridad, rentabilidad, diversificación y congruencia. El texto reglamentario se ha limitado a desarrollar de forma flexible los requerimientos legales, huyendo de posiciones más intervencionistas y promulgando una libertad de inversiones. No obstante y en base a la regulación existente en relación a las limitaciones en ciertos Activos se puede determinar el grupo de Activos entre los que invertir, los cuales se recogen en el cuadro 7.2.

La Disposición Adicional Primera de la Ley 30/1995, de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados (en adelante, LOSSP), en la redacción dada por la Ley 66/1997, exige que se individualicen las inversiones correspondientes a cada póliza en las condiciones que se fijen reglamentariamente. En desarrollo de lo anterior, el Real Decreto 2486/1998 de 20 de noviembre por el que se desarrolla el Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados en el artículo 50 establece los Activos y sus normas de valoración.

No obstante lo anterior, no todas las inversiones son consideran aptas para cumplir los requisitos de armonización del flujo de caja o de inmunización por duraciones.

Los Activos aptos, en función de cada una de las regulaciones, quedan recogidos en el siguiente cuadro:

Cuadro 7.2.

Fondos de Pensiones Real Decreto 1307/1988		Seguros Real Decreto 2486/1988
Depósitos a la vista y letras con vencimiento inferior a tres meses		Depósitos a la vista y letras con vencimiento inferior a tres meses
Depósitos a plazo		Depósitos a plazo
Renta fija		Renta fija[2]
Renta variable		Renta variable[3]
Créditos con garantía hipotecaria		Crédito con garantía hipotecaria
Inmuebles		Créditos garantizados varios
		Letras de cambio y pagarés liberados
		Inmuebles
		Derivados
Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998		
MÉTODOS	Armonización del Flujo de Caja	Depósitos a la vista y letras con vencimiento inferior a tres meses*
		Depósitos a plazo*
		Renta Fija*
		Derivados (como instrumento de cobertura)
	Inmunización por duraciones	Depósitos a la vista y letras con vencimiento inferior a tres meses*
		Depósitos a plazo*
		Renta Fija*
		Renta Variable

*Son aptos los valores del más alto rating (desde AAA a BBB)

[2] Valores de renta fija y financiaciones concedidas al Estados, Comunidades Autónomas, Corporaciones Locales, sociedades estatales o a entidades públicas.

[3] Acciones y participaciones en instituciones de inversión colectiva y participaciones en fondos de titulización de activos, acciones de entidades de créditos, sociedades y agencias de valores y entidades aseguradoras y reaseguradoras, acciones nominativas y participaciones de sociedades.

Además el Real Decreto 1588/1999 establece las siguientes reglas:

1. Identificación, dentro del conjunto de Activos de la Compañía de Seguros, de las inversiones correspondientes a cada póliza, que instrumente compromisos por pensiones. Dada la dificultad práctica que dicha identificación puede suponer, se admite la agrupación de carteras de inversión para varias pólizas, para ello dichas pólizas agrupadas deben contemplar contingencias similares y la duración ha de ser similar.

2. Gestión colectiva de las inversiones de cada contrato, sin posibilidad de asignación o afectación individual de Activos a asegurados o beneficiarios. Esto se denomina principio de no individualización de Activos.

3. Cumplimiento de la normativa reguladora de Activos aptos para la inversión de provisiones técnicas y de la normativa sobre valoración de dichos Activos.

En cuanto a lo primero, debe atenderse al artículo 50 del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados aprobado por el Real Decreto 2486/1988, de 20 de noviembre.

Una vez definido el entorno legal en el que se encuadra la Gestión de Activos y Pasivos en España se ha de determinar el método a desarrollar para llevar a cabo esta gestión.

Ateniéndonos a los requerimientos legales que han de cumplirse para poder utilizar un tipo de interés técnico superior al determinado, bien por la Disposición Adicional Única del RD. 1589/1999 en el caso de los Fondos de

Pensiones o al artículo 33.1.a. del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados, podemos afirmar que esta regulación implica llevar a cabo ciertos métodos de gestión: armonización e inmunización, desde la óptica de un análisis a posteriori de las inversiones realizadas. Si las inversiones obtenidas tras aplicar estos métodos cumplen los requisitos, bien del artículo 2 o del artículo 3 de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, se permite a la entidad o al Fondo utilizar el tipo de valoración actuarial acorde con sus inversiones y obligaciones. De esta forma aún cuando se disponga únicamente de información de un solo período sobre los Activos y Pasivos, si las relaciones entre ellos cumplen los requisitos estipulados, la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones permitiría utilizar un tipo de interés técnico mayor.

No obstante, y en base a las argumentaciones anteriores, a nuestro juicio resulta necesario, en aras de una adecuada gestión, realizar cualquier análisis que suponga la coordinación de Activos y Pasivos a través de la utilización de técnicas de optimización, de forma multiperiódica y teniendo en cuenta el comportamiento aleatorio de los parámetros en ese horizonte temporal. Por todo ello en este trabajo se llevará a cabo el desarrollo de estos criterios o métodos, el de la armonización del flujo de caja y de inmunización, desde una óptica de optimización multiperiódica y a priori puesto que se introducirán como restricciones de la decisión, el cumplimiento de casamiento de flujos o de valores actuales, en función de cada método, y por tanto la selección óptima que se obtenga tendrá en cuenta el cumplimiento de estos requerimientos legales.

A continuación se exponen de forma teórica estos métodos junto con otro que, sin tener en cuenta estos requerimientos, también puede llevarnos a una adecuada y óptima coordinación de Activos y Pasivos.

7.3.1. MÉTODO DE ARMONIZACIÓN DEL FLUJO DE CAJA

Las estrategias de armonización del flujo de caja consisten, básicamente, en la creación de una cartera que genere una corriente de ingresos que "case" perfectamente con la estructura de la corriente de pagos a la que se pretende hacer frente. Por lo tanto hay que determinar la inversión inicial necesaria para que la corriente de ingresos, generada por esa inversión inicial, sea suficiente para atender a una serie de pagos futuros conocidos dentro de un horizonte temporal. Trabajos como el de Alsina (1998) introducen mecanismos de optimización multiperiódica para obtener una cartera cuyos flujos casen con los pagos que han de realizarse, pero en este trabajo, realizado para el caso de un seguro a prima única, se supone la inexistencia de reinversión de los Activos y se establece el supuesto de mantener las inversiones constantes durante todo el horizonte temporal. Dembo (1993) presenta un Modelo Coordinado para el caso de la armonización del flujo de caja realizando el desarrollo para un único período. Mocholi, Sala y Sanchis (1997) abordan el problema de casamiento de flujos a partir de un Modelo Coordinado para un único período.

Nuestra aportación consiste en desarrollar un modelo que tenga en cuenta los requerimientos del casamiento de flujos en un horizonte multiperiódico, donde en cada período se realizan nuevas aportaciones al Fondo, las cuales junto con los cobros procedentes de los cupones y las desinversiones que se decidan realizar, han de ser suficientes para dar cobertura a las prestaciones siendo, los excesos, invertidos a las condiciones de mercado de cada período.

Si se aplica este método, la determinación del tipo de interés técnico es función de la tasa interna de rentabilidad de las inversiones afectadas y de la calificación crediticia de dichas inversiones, condicionándose la utilización de

este método, de determinación del tipo de interés, a que el saldo financiero al final de la operación sea mayor que cero y, además, se cumpla al menos algunas condiciones relativas a los flujos de plazos inferiores al anual, y que analizaremos con mayor detalle en el siguiente Capítulo.

Estas estrategias presentan las siguientes ventajas (Douglas 1990):

- El concepto de armonización o casamiento de flujos es fácil de entender.

- El casamiento de Pasivos elimina tanto el riesgo de mercado como el de reinversión puesto que, aunque se trabaje con un horizonte multiperiódico, para cualquier período se hace frente a las obligaciones de ese momento con los flujos procedentes de las inversiones anteriores, que estén coordinadas con esos pagos, siendo las nuevas aportaciones, junto con los excesos procedentes de los cobros una vez cubiertos los pagos, las que han de destinarse a invertir en los Activos en ese período.

No obstante y aunque la armonización de flujos de caja puede eliminar el riesgo de interés, este método resulta poco práctico por diversos motivos, como se indica en el Informe nº6/2000 de la Reaseguradora Suiza:

- Incertidumbre de los flujos de caja. Uno de los obstáculos principales para la armonización de los flujos de caja radica en la incertidumbre inherente a la estructura temporal de los Pasivos. En los Seguros de Vida, y en los Planes de Pensiones en casos especiales, los tomadores de la póliza o beneficiarios del plan pueden ejercitar diversas opciones (de rescate, de liquidación, de

préstamo sobre póliza, de "over depositing")[4], cuyo ejercicio imprevisible puede alterar el patrón de los futuros flujos de caja. Estas opciones son de uso frecuente en el caso de los Seguros de Vida estando condicionadas a ciertos acontecimientos, como una situación de desempleo de larga duración o de invalidez, en el caso de los Planes de Pensiones. Los cambios en los factores exógenos tales como las tasas de mortalidad, conllevan una mayor incertidumbre en cuanto a la estructura temporal y a la magnitud de los futuros pagos de las obligaciones.

- La armonización reduce la flexibilidad. La obligación de armonizar totalmente los flujos de caja del Activo y del Pasivo puede obligar a un asegurador o gestor a aceptar un rendimiento de las obligaciones inferior al que podría obtener si se permitiera un ligero desequilibrio. El limitarse a la compra de determinados títulos puede costar a un gestor oportunidades que están abiertas a competidores más ágiles dispuestos a aceptar un desajuste prudente entre Activos y Pasivos.

- Las perspectivas del mercado. Algunos gestores pueden preferir no armonizar el flujo de caja por tener claras expectativas respecto a los futuros tipos de interés. Si el gestor cuenta con un descenso de los tipos de interés intentará lograr un equilibrio total entre sus Activos y Pasivos, cuestión que será menos preferente en el caso de que las expectativas sean ascendentes.

- Limitación de los Activos aptos para aplicar este método. Si bien no como norma genérica de la armonización de flujos de caja, en base a la Orden Ministerial de 23 de diciembre, y como hemos detallado anteriormente, hay

[4] Opción de rescate: permite al asegurado interrumpir el contrato de seguro antes de la fecha de vencimiento y dejar de pagar las primas. Opción de liquidación: permite al beneficiario elegir la forma del pago de la prestación. Opción de préstamo sobre póliza: permite al asegurado pedir un préstamo a condiciones específicas sobre el valor acumulado de su póliza de seguro. Opción "over depositing": permite al asegurado para primas más elevadas que las exigidas.

Activos que quedan excluidos de la aplicación de este método, lo cual limita la gestión financiera pues si bien con estas limitaciones se persigue garantizar las inversiones en Activos con alta liquidez, éstos no tienen porqué ser siempre los más rentables.

Por último indicar que el papel que juega la gestora en el caso de aplicar este método se limita a “pasar” el capital de los inversores a los mercados financieros, comprando Activos que puedan armonizarse del todo con los Pasivos, arriesgándose con ello a que otras instituciones que desempeñen una gestión más eficaz los releguen a un segundo plano.

7.3.2. MÉTODO DE INMUNIZACIÓN POR DURACIONES

Como exponen Fisher y Weil (1971): “Una cartera de valores compuesta por bonos está inmunizada para un determinado período de tiempo, si su valor al final de dicho período de tiempo es, necesariamente y con independencia de cual sea la evolución de los tipos de interés durante el mismo, como mínimo, el que tendría si la función de los tipos de interés permanece constante a lo largo de dicho período de tiempo”. Esto sería la definición de “inmunización simple” pero cuando se gestionan Activos y Pasivos se está ante la “inmunización múltiple” la cual fue desarrollada con anterioridad al concepto de inmunización simple. Fue precisamente el actuario de seguros Redington (1952) quien acuñó el término de inmunización para designar las técnicas destinadas a proteger a una entidad aseguradora de los posibles efectos negativos de las variaciones de los tipos de interés.

Las condiciones que planteó Redington para indicar que una cartera de Activos y Pasivos se encuentra inmunizada son:

- El valor actual de los Activos ha de ser igual o superior al valor actual de las Obligaciones.

- El período medio de los cobros debe igualar al período medio de pagos, lo cual es equivalente a exigir que la duración de los Activos de la entidad sea igual a la de los Pasivos.

- La dispersión del vencimiento de los cobros alrededor del período medio debe ser mayor que la dispersión de los vencimientos de los pagos.

Dembo (1991, 1992) utilizó un Modelo Coordinado para llevar a cabo la inmunización de una cartera de bonos para un único período. Nuestra aportación, en este trabajo, consiste en desarrollar un modelo que tenga en cuenta los requerimientos de la inmunización por duración en un horizonte temporal multiperiódico, donde en cada período se realizan aportaciones al Fondo, las cuales junto con los cupones, dividendos[5] y desinversiones que se decida realizar, han de ser suficientes para dar cobertura a las prestaciones y los excesos se han de reinvertir a las condiciones de mercado de cada período.

La determinación del tipo de interés será función de la tasa interna de rentabilidad de las inversiones afectas, de la calificación crediticia de estas y de los cobros procedentes de los valores en cartera ajustándose, la utilización de este método, a las condiciones generales de inmunización expuestas, y que quedan recogidas en el artículo 3 de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, las cuales veremos con mayor detalle en el siguiente Capítulo.

La inmunización, o lo que es lo mismo crear un equilibrio entre las susceptibilidades a los cambios de los tipos de interés de Activos y Pasivos, resulta más flexible que la armonización del flujo de caja. Se trata, con esta idea, de “inmunizar” al gestor contra los cambios en los tipos de interés. Esto se logra estructurando una cartera de tal forma que el impacto de un cambio de los tipos de interés sobre el valor de los Pasivos neutralice el efecto correspondiente sobre el valor de los Activos.

El principio fundamental de la estrategia de inmunización, como se ha señalado anteriormente, es ajustar la duración de los Activos y Pasivos. A pesar de la utilidad que implica armonizar las duraciones, el enfoque de inmunización presenta las siguientes limitaciones:

---

[5] En el método de inmunización por duraciones, regulado en la OM de 23 de diciembre, se permite realizar inversiones en Renta Variable.

- Algunos Pasivos tienen flujos de caja muy inciertos, lo que dificulta la estimación de sus duraciones.

- Otra limitación es relativa a la variabilidad de la corriente de pagos a la que hay que hacer frente. Cuando los Pasivos vencen en fechas distintas a las previstas, esta estrategia protege el valor neto de la entidad, pero es posible que el rendimiento de los Activos utilizados para cubrir el Pasivo no sea el previsto.

- Si el horizonte de planificación es muy largo, será difícil construir una cartera de bonos con una duración lo suficientemente grande.

- El análisis de la duración no basta para guiar en situaciones en las que la diferencia entre los rendimientos de las obligaciones a corto y a largo plazo varía.

- En el caso de la aplicación de inmunización, basándose en la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, hay limitaciones de Activos y además se establecen reglas en cuanto a la cuantía invertida en activos de Renta Variable así como en la temporalidad de las mismas. Estas se constituyen, a nuestro juicio, como una limitación que empobrece la gestión.

7.3.3. MÉTODO DE MÁXIMO RENDIMIENTO

Este método supone plantear el objetivo de obtener el máximo rendimiento del Fondo o el mínimo coste de la inversión teniendo en cuenta que las prestaciones han de pagarse, las provisiones han de estar dotadas, sin tener en cuenta restricciones en cuanto a los plazos y a las duraciones. Esto, que puede suponer flexibilidad o ligereza en relación a los modelos anteriores, nos lleva a obtener un resultado óptimo que garantice el pago de las pensiones.

Al no ser necesaria la información relativa a plazos y vencimientos de los Activos, no es necesario disponer de información detallada de cada título y se trabaja con rentabilidades de las subcarteras, que son obte-nidas a través de los índices de rendimiento expuestos en el Capítulo 3.

Las estrategias desarrolladas por los métodos anteriores son exigidas para poder garantizar un tipo de interés, de cálculo de la provisión matemática, mayor al estipulado anual. Este incremento en el tipo de valoración actuarial permite a las Compañías y a los Fondos calcular aportaciones menores para dar cobertura a la misma prestación.

Ahora bien, habrá gestores que estarán dispuestos a asumir determinados niveles de riesgo así como desajustes prudentes entre los Activos y Pasivos y no encorsetar su gestión en función de estas dos regulaciones, que limitan tanto los Activos en qué invertir como la temporalidad de los mismos, si ello supone un aumento en el rendimiento esperado de la cartera. De esta forma los Fondos así gestionados no podrán utilizar un tipo de valoración actuarial superior al 4% pero, si generan mayor rendimiento con sus estrategias de inversión, podrán revertir este mayor rendimiento en más derecho consolidado con la misma aportación.

Nosotros proponemos este método que, al igual que los métodos basados en la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, intenta maximizar el Fondo al final del horizonte temporal teniendo en cuenta los riesgos en que pueda incurrir y sin basarse en ninguna regla de decisión prefijada. Con este método no queremos acotar la gestión a un procedimiento que limite por un lado los tipos de Activos en que invertir, reduciendo las inversiones a tres activos Tesorería, Depósitos y Renta Fija, y por otro, cuando permite invertir en Renta Variable fijar una regla de decisión, condicionando tanto el porcentaje de asignación como la temporalidad de la misma.

Con el método de máximo rendimiento se pretende garantizar, además, que no únicamente estén cubiertas, casadas e inmunizadas las pensiones a pagar sino también las provisiones matemáticas que han de estar dotadas. Con esto se garantiza que las inversiones seleccionadas con la resolución de este modelo son las más rentables puesto que han de dar cobertura al Pasivo (pensiones y provisiones) del Fondo. Esta es la justificación de la denominación utilizada para describir el método.

Uno de los inconvenientes del mismo es que al trabajar con subcarteras y con índices, que reflejan el comportamiento de las mismas, al dirigirnos al mercado para realizar las inversiones, en función de la decisión obtenida por este método, puede que no haya posibilidad de adquirir los títulos que se ajusten a estas subcarteras.

Como conclusión tras la exposición teórica de los métodos, que en el siguiente Capítulo serán implementados, indicar que si bien cada uno de los métodos expuestos goza de sus ventajas y padece sus inconvenientes no se puede afirmar, de forma genérica, que uno sea mejor que otro puesto que ha de ser el gestor el que determine si su política de inversiones se adecua a alguno de los dos métodos propuestos por la Orden Ministerial de 23 de di-

ciembre de 1998, o si con perjuicio de poder garantizar menor tipo de interés plantea el otro modelo de optimización y gestión presentado. A continuación se presenta un cuadro resumen que recoge las principales características de las tres técnicas expuestas.

Cuadro 7.3.

Método	*Armonización del Flujo de Caja*	*Inmunización por Duraciones*	*Máximo Rendimiento*
Activos aptos	Tesorería, Depósitos, Renta Fija	Tesorería, Depósitos, Renta Fija y Renta Variable	Todos
Limitación en las inversiones	Flujo de Activos = Flujo de Pasivos	Valor Actual Activos = Valor Actual Pasivos	Sin limitación

Capítulo 8.

VARIABLES Y PARÁMETROS PARA UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN ROBUSTA MULTIPERIÓDICA APLICADO A LA GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS

8.1. Introducción

8.2. Variables del Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado a la Gestión de Activos y Pasivos

8.3. Parámetros del Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado a la Gestión de Activos y Pasivos

MENÚ SALIR

8.1. INTRODUCCIÓN

En este Capítulo se presentan las variables de decisión y los parámetros con los que se ha de trabajar a la hora de desarrollar un Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado a la Gestión de Activos y Pasivos.

Una vez definidos cada uno de ellos hemos de tener en cuenta que según el método de Gestión que se aplique, para desarrollar este Modelo, las necesidades de información que se requieren son diferentes en función del mismo, puesto que en algunos es necesario obtener información sobre los precios de determinados Activos mientras que en otros resulta suficiente con conocer la rentabilidad de las carteras que recogen la información global sobre un Activo.

Por otra parte no hemos de dejar a un lado el que éstos parámetros se caracterizan por tener un comportamiento aleatorio, el cual será modelado a través de un Modelo de Generación de Escenarios como el expuesto en la Parte Primera de esta tesis o en función de modelos de comportamiento prefijados.

La información obtenida en el Capítulo 4 sobre los valores que tomarán los parámetros en el futuro, en función al Modelo de Generación de Escenarios obtenido, se utilizará, en algunos casos en su totalidad y en otros de forma parcial, en el Modelo de Gestión de Activos y Pasivos. Asimismo en el Capítulo 5 se realiza un caso práctico, con esta información, y se exponen los cálculos actuariales necesarios para llevar a cabo la Gestión de Activos y Pasivos. En ambos Capítulos, debido fundamentalmente a la periodicidad de los datos obtenidos del Modelo de Generación de Escenarios (información anual de periodicidad mensual) y, al objeto de simplificar la realización del análisis, se han realizado los cálculos para una frecuencia mensual. No obstante, y debido a que en este Capítulo se pretende llevar a cabo una aplicación genérica de los

Modelos de Gestión de Activos y Pasivos, se va a trabajar con parámetros anuales señalando que el planteamiento sería el mismo para cálculos y datos mensuales. Únicamente señalar la diferencia de nomenclatura, consistente en que los parámetros que recogen información fraccionada tienen un superíndice "m" que indica el "$m-ésimo$" en que se fracciona el año, mientras que ese superíndice se considera nulo en el caso de trabajar con información anual. Para representar el tiempo, al igual que en epígrafes anteriores, se representa por el subíndice "j" la información relativa al año.

8.2. VARIABLES DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN ROBUSTA MULTI-PERIÓDICA APLICADO A LA GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS

Cuando se lleva a cabo la Gestión de Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones nos encontramos con Activos de entre los que hay que tomar la decisión de invertir y desinvertir en cada período. Las cuantías de inversión-desinversión que se dediquen a cada uno de ellos es lo que denominamos variables de decisión del Modelo. Estas son diferentes para cada uno de los Activos.

8.2.1. Tesorería, Depósitos y Créditos Hipotecarios.
8.2.2. Renta Fija.
8.2.3. Renta Variable.
8.2.4. Obligaciones.

8.2.1. Tesorería, Depósitos y Créditos Hipotecarios.

x_{I_j} : Cuantía, en unidades monetarias que se destina a invertir en la alternativa $"I";\forall I = T,D,CH$ al inicio del año $"j"$. Estas variables son las que deben determinarse en la resolución del Modelo. Toman siempre valores positivos o nulos y recogen el importe global destinado a cada subcartera.

8.2.2. Renta Fija.

En algunos de los métodos de Gestión de Activos y Pasivos se hace necesario tener información de la composición de las subcarteras. Al aplicar la Armonización del Flujo de Caja se requiere información sobre la subcartera de Renta Fija. Por lo tanto en parámetros como la Renta Fija nos encontramos con

otras dos variables, el número de títulos y el número de acciones, respectivamente. Distinguiremos, en el caso de la Renta Fija, la siguiente información.

* Cuantía total invertida hasta el año "j" en los Activos de Renta Fija, valorada el final del año "j".

$$x_{RF,j} = \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=1}^{B} Pr_{b,j+1} * xu_{b,t}$$

$\forall b = \{j.....B\}; \forall xu_{b,j} \in Z$
siendo :
B : *número de bonos de Renta Fija en los que invertir.*
$x_{RF,j}$: *cuantía invertida en Renta Fija al inicio del año "j"*
$Pr_{b,j+1}$: *precio del bono "b" al final del año "j"*
$xu_{b,j}$: *número de títulos del bono "b" adquiridos al inicio del año "j"*

* Cuantía adquirida en el año "j" en los Activos de Renta Fija

$$xc_{RF,j} = \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j} xu_{b,j}$$

$\forall b = \{j.....B\}; \forall xu_{b,j} \in Z$
siendo :
B : *número de bonos de Renta Fija en los que invertir.*
$xc_{RF,j}$: *cuantía adquirida de Renta Fija al inicio del año "j"*
$Pr_{b,j}$: *precio del bono "b" al inicio del año" j"*
$xu_{b,j}$: *número de títulos del bono "b" adquiridos al inicio del año "j"*

* Cuantía enajenada en el año “j” de los Activos de Renta Fija

$$xv_{RF,j} = \sum_{b=1}^{B} Pr_{b,j+1} * xv_{b,j}$$

$\forall b = \{j.....B\}; \forall xv_{b,j} \in Z$
siendo :
B : *número de bonos de Renta Fija en los que invertir*.
$xv_{RF,j}$: *cuantía vendida de Renta Fija al final del año "j"*
$Pr_{b,j+1}$: *precio del bono "b" al final del año "j"*
$xv_{b,j}$: *número de títulos del bono "b" vendidos al final del año "j"*

8.2.3. Renta Variable

En algunos de los métodos de Gestión de Activos y Pasivos se hace necesario tener información de la composición de las subcarteras de Renta Variable, como es el caso de aplicar la Inmunización por Duraciones donde se requiere información sobre la composición de la subcartera de Renta Fija y Renta Variable. Distinguiremos, en el caso de la Renta Variable, la siguiente información.

* Cuantía total invertida hasta el año “j” en los Activos de Renta Variable, valorada al final del año “j”.

$$x_{RV,j} = \sum_{t=1}^{j} \sum_{a=1}^{Ac} Pr_{a,j+1} \left[\left\{ xu_{a,t} - xv_{a,t} \right\} + xu_{a,j} \right]$$

$\forall a = \{1,.....Ac\}; \forall xu_{a,j}, xv_{a,j} \in Z$
siendo :
Ac : *número total de acciones en las que invertir*.
$x_{RV,j}$: *cuantía invertida en Renta Variable al inicio del año "j"*
$Pr_{a,j+1}$: *precio de la acción "a" al final del año "j"*
$xu_{a,j}$: *número de valores de la acción "a" adquiridos al inicio del año "j"*
$xv_{a,j}$: *número de valores de la acción "a" enajenados al final del año "j"*

* Cuantía adquirida en el año “j” en los Activos de Renta Variable.

$$xc_{RV,j} = \sum_{a=1}^{Ac} Pr_{a,j} xu_{a,j}$$

$\forall a = \{1,.....Ac\}; \forall xu_{a,j} \in Z$
siendo :
Ac : *número total de acciones en las que invertir*.
$xc_{RV,j}$: *cuantía adquirida en Renta Variable al inicio del año "j"*
$Pr_{a,j}$: *precio de la acción "a" al inicio del año "j"*
$xu_{a,j}$: *número de valores de la acción "a" adquiridos al inicio del año "j"*

* Cuantía enajenada en el año “j” de los Activos de Renta Variable

$$xv_{RV,j} = \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,j+1}\, xv_{a,j}$$

$\forall a = 1.....Ac; \forall xv_{a,j} \in Z$
siendo :
Ac : *número de valores de Renta Variable en los que invertir*
$xv_{RV,j}$: *cuantía vendida de Renta Variable al final del año "j"*
$Pr_{a,j+1}$: *precio de la acción "a"al final del año" j"*
$xv_{a,j}$: *número de valores de la acción "a"enajenados al final del año "j"*

8.2.4. Obligaciones.

Las obligaciones a las que ha de hacer frente el Fondo de Pensiones son aquellas que vienen recogidas en la certificación actuarial. No obstante, a la hora de aplicar el método de Inmunización por Duraciones, la Administración impone unas limitaciones en cuanto a los Activos que cubren cada una de las obligaciones. Del total de obligaciones se ha de decidir cuales de ellas son garantizadas con Activos de Renta Variable y cuales lo son con Tesorería, Depósitos, y Renta Fija. El total de obligaciones conocidas es repartido en función de la siguiente formulación.

$$Obl_j + c_j = \sum_{I = T, D, RF, RV} \left[Obl_j(I) + c_j(I) \right]$$

siendo :
Obl_j *:pensiones a pagar en el período "j"*
c_j *:gastos a pagar en el período "j"*
$Obl_j(I)$: *pensiones a cubrir con la inversión "I"*
$c_j(I)$: *gastos a cubrir con la inversión "I"*

8.3. PARÁMETROS DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN ROBUSTA MULTI-PERIÓDICA APLICADO A LA GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS

En cuanto a los parámetros relativos a las pensiones a pagar, a la provisión matemática que debería estar dotada y a la aportación anual que debe hacerse efectiva[1], así como los rendimientos y los costes de los distintos proyectos de inversión a lo largo del horizonte temporal analizado se caracterizan, como ya se ha indicado en repetidas ocasiones durante este trabajo, por tener un comportamiento aleatorio. A continuación definimos cada uno de ellos:

1. i_v: tipo de interés usado en la valoración de las Obligaciones determinadas en el dictamen actuarial.

2. A: aportación prevista al inicio de cada período, suponiendo que las hipótesis de valoración se cumplen. El actuario establece la aportación inicial y las aportaciones que deberían realizarse sucesivamente, si se cumplieran las hipótesis de valoración. La legislación actual establece un límite en las aportaciones de 1.200.000 pesetas por partícipe y año, pudiendo superarse estos límites, en función del artículo 13 del Reglamento de Planes y Fondos de Pensiones, para aquellos sujetos de edad superior a los 52 años hasta un límite de 2.200.000 pesetas para aquellos mayores de 65 años.

La Orden de 21 de julio de 1990 establece:

" 1. La aportación anual al Plan de Pensiones vendrá determinada por la suma de las siguientes magnitudes según proceda:

[1] En el Capítulo 5 de este trabajo se exponen los cálculos actuariales necesarios para obtener estos valores.

a) Las contribuciones correspondientes a cualquiera contingencia respecto de las que no esté definida la prestación.

b) El coste normal y suplementario, en su caso, correspondiente a las prestaciones definidas de jubilación.

c) El coste anual correspondiente a la cobertura de cada una de las contingencias en que esté definida la prestación.

d) La dotación a reservas patrimoniales destinadas a la cobertura del margen de solvencia.

e) La dotación destinada a la atención de los gastos institucionales imputables al Plan.

2. Necesariamente se tendrá en cuenta el límite financiero que, establecido legalmente, condiciona las aportaciones anuales correspondientes a cada partícipe y, en su caso, se atenderá al límite fiscal si así lo estipula el propio Plan."

El coste normal y coste suplementario, que incorpora el coste por servicios pasados, siguiendo con el apartado 5 de dicha Orden, se definen como:

1. "Coste normal: Es el coste resultante para cada año de funcionamiento del Plan de Pensiones según el método de valoración actuarial fijado en dicho Plan y de acuerdo con las hipótesis económicas, financieras y demográficas, previstas en el mismo.

2. Coste suplementario: Es el coste anual adicional al coste normal correspondiente a: i) La cuota de amortización del coste por servicios pasados y ii) Las

desviaciones negativas en el comportamiento real de las variables económicas, financieras y demográficas con respecto al previsto.

3. Coste por servicios pasados: Es el coste determinado de acuerdo con el método de valoración actuarial, correspondiente a los derechos reconocidos explícitamente a los partícipes por períodos anteriores a la implantación de un Plan de Pensiones o resultantes de la incorporación de mejoras en las prestaciones del Plan."

Las aportaciones necesarias son aquellas que permiten disponer de un Activo necesario para que, llegado el momento en que se produzcan las contingencias cubiertas, se pueda hacer frente a las mismas.

3. Obl : cuantía, en unidades monetarias, que debe ser pagada al final de cada período en concepto de pensiones.

4. PM : cuantía, en unidades monetarias, que debe estar dotada al final de cada período para hacer frente a las Obligaciones de la cartera con el colectivo de asegurados y con el colectivo de pensionistas. Está formada por la suma de las provisiones matemáticas y de las reservas patrimoniales.

Los artículos 18 y 19 del Real Decreto 1307/1988 establecen:

" Artículo 18. Provisiones matemáticas:

Se constituirán las correspondientes provisiones matemáticas cuando el Plan de Pensiones asuma la cobertura de un riesgo derivado de las contingencias previstas en el mismo. Cuando dicha provisión se calcule con anterioridad al acontecimiento de la contingencia estará constituida por la cifra que represente el exceso del valor actual de las prestaciones futuras contempladas en el Plan, sobre el valor actual de las aportaciones que, en su caso, corresponda a cada miembro del colectivo. Cuando la

provisión matemática se calcule una vez devengada la prestación, por consistir esta en una renta, su importe coincidirá con el valor actual actuarial de los pagos futuros que completen la misma.

Tanto el coste de cobertura de un riesgo como el cálculo de las provisiones matemáticas se realizarán en base a las tablas de supervivencia, mortalidad o invalidez y a los tipos de interés especificados en el Plan de Pensiones y ajustados a los criterios fijados por el Ministerio de Economía y Hacienda.

Artículo 19. Reservas patrimoniales y margen de solvencia.

1. Los Planes de Pensiones, que asuman la cobertura de un riesgo, deberán constituir reservas patrimoniales, que se destinarán a la cobertura del margen de solvencia en la cuantía exigida por este Reglamento. De esta misma normativa se derivan los criterios de valoración aplicables a la cuantificación de tales reservas.

El margen de solvencia de cada Plan será independiente del que corresponda a los demás Planes integrados en un mismo Fondo de Pensiones.

2. La cuantía mínima del margen de solvencia será la suma de los importes que resulten de los apartados siguientes:

a) El 4 por 100 de las provisiones matemáticas derivadas de las operaciones en las que el Plan asuma un riesgo.

b) El 4 por 100 del fondo de capitalización correspondiente a las operaciones en que el Plan garantice un interés mínimo de capitalización de las aportaciones.

c) El 0,3 por 100 de los capitales en riesgo asociado a las operaciones en que el Plan cubra las contingencias de invalidez o de fallecimiento, estando definida la prestación, siempre que dichos capitales de riesgo sean positivos.

El coeficiente anterior ser deducirá al 0,1 por 100 cuando la cobertura de las contingencias citadas se defina para un período no superior a tres años y al 0,15 por 100 cuando dicho período sea de Duración superior a tres e inferior a cinco años.

3. No será exigible el margen de solvencia cuando el Plan esté totalmente asegurado. Si el aseguramiento fuera parcial, las provisiones matemáticas se calcularán en función del riesgo asumido por el Plan, reduciéndose el coeficiente a que se refiere el apartado c) del número anterior en función del grado y modalidad de dicho aseguramiento, de acuerdo con lo que establece el Ministerio de Economía y Hacienda.

Tampoco resultará precisa la constitución del margen de solvencia al que se refiere el apartado b) del número anterior, cuando la garantía de interés por parte del Plan se encuentre asegurada o garantizada por una Entidad Financiera, aseguradora o de depósito.

4. La cuantía mínima del margen de solvencia establecida en el presente artículo no podrá ser inferior a 37.500.000 pesetas.

No obstante puede periodificarse la cobertura de ese mínimo absoluto durante los cinco primeros años del Plan, de forma lineal, salvo que se exija una mayor cuantía en cada uno de esos ejercicios por aplicación del número 2 de este artículo.

5. Cada Plan de Pensiones especificará la forma en que han de realizarse las aportaciones necesarias para la constitución de reservas patrimoniales exigibles por esta normativa, así como la reposición de las disminuciones que se produzcan en tales reservas, sobre el mínimo exigido.

En su caso se indicará la reducción a practicar en la parte alícuota del margen de solvencia que pudiera corresponder a un partícipe en el momento de hacer efectivos sus derechos consolidados".

Además, la Orden, de 21 de julio de 1990, establece:

"Séptimo. Cálculo de las provisiones.

1. Para la determinación de las provisiones matemáticas a que se refiere el artículo 18 del Reglamento se tendrán en cuenta las normas siguientes:

a) Se ajustarán a la base técnica del Plan de Pensiones utilizando las mismas hipótesis que hayan servido de base para la valoración y cálculo del coste del Plan.

b) Estará constituida por la cifra que represente el exceso del valor actual de las prestaciones futuras contempladas en el Plan sobre el valor actual de las aportaciones futuras. Cuando la provisión matemática se calcule una vez devengada la prestación, por consistir ésta en una renta su importe, coincidirá con el valor actual actuarial de los pagos futuros que contemplen la misma.

c) Incluirá la provisión para riesgo en curso correspondiente.

d) Se determinarán para cada miembro del colectivo.

2. Para aquellas contingencias, distintas de la jubilación, en las que de acuerdo con lo dispuesto en las especificaciones del Plan de Pensiones, debido a las características del período de cobertura, no se constituyan las provisiones matemáticas en la forma establecida en el artículo 18 del Reglamento, se periodificará la parte de la aportación correspondiente a estas coberturas, destinada al cumplimiento de Obligaciones futuras, no extinguidas al cierre del ejercicio corriente. Dicha periodificación se

realizará, para cada contingencia, partícipe a partícipe o aplicando criterios de distribución uniforme generalmente aceptados."

5. PM^0 : cuantía, en unidades monetarias, que debería estar dotada el inicio de cada período para hacer frente a las Obligaciones de la cartera con el colectivo de asegurados PM^{A0} y con el colectivo de pensionistas PM^{P0} .

La relación existente entre la provisión calculada al final de un año "j" y la calculada al inicio del siguiente "$j+1$" es, de forma general:

$$PM^0_{j+1} = PM_j + A_{j+1}$$

es decir, la cuantía que ha de estar dotada al inicio de un año ha de ser, la que estaba dotada en el año anterior mas la aportación realizada en el año vigente.

Para el cálculo de los mencionados parámetros actuariales, el actuario hace uso de tablas de supervivencia, de mortalidad y/o de invalidez en función de las prestaciones que se contemplen en el Plan de Pensiones.

Asimismo, es interesante anotar que el límite fijado en las aportaciones da origen a un recorte en la cuantía de las pensiones y en las provisiones que deberían estar constituidas. La prestación definida a través del Plan de Pensiones implica llevar a cabo unas aportaciones a lo largo del horizonte temporal. Dichas aportaciones capitalizadas constituyen el capital que debe estar dotado en el momento de producirse la contingencia. Si las aportaciones, por imperativo legal, deben ser recortadas, también deberán serlo las prestaciones, para que se mantenga el equilibrio financiero-actuarial. Igualmente, como conse-

cuencia del recorte en las prestaciones, se produce el correspondiente recorte en la provisión matemática, que viene recogido en la certificación actuarial.

6.c : cuantía, en unidades monetarias, de los costes a pagar a la Entidad Gestora y a la Entidad Depositaria.

El artículo 43 del Real Decreto 1307/1988 fija un límite en las retribuciones de la Entidad Gestora y la Entidad Depositaria. En este trabajo se supone que el coste anual por los servicios las mencionadas entidades, es el máximo fijado legalmente:

" Artículo 43. Retribuciones.

1. Las Sociedades Gestoras percibirán por la realización de las funciones contempladas en esta regulación una comisión de gestión de acuerdo con lo previsto en las normas de funcionamiento del Fondo. La totalidad de esta comisión no podrá superar anualmente el 2 por 100 del patrimonio del Fondo de Pensiones. En ningún caso resultarán admisibles comisiones en función de los resultados.

2. En remuneración de sus servicios, los Depositarios percibirán de los Fondos las retribuciones que libremente pacten con las Entidades Gestoras, con la previa conformidad de la Comisión de Control del Fondo, sin que pueda rebasar el 0,6 por 100 anual del valor nominal del patrimonio custodiado, sin perjuicio de la aplicación de las tarifas bancarias por la prestación de servicios no previsto en el artículo 41 de esta norma."

En estas comisiones se incluyen los costes de transacción ocasionados por la compra y venta de activos. Se incluyen también los gastos ocasionados por la subrogación de créditos hipotecarios y por la cancelación anticipada de depósitos a plazo.

En un segundo grupo de parámetros se incluyen los rendimientos de las distintas alternativas de inversión, así como los precios y las duraciones de algunos de ellos.

En la Parte Primera de esta tesis se ha trabajado con un Modelo de Generación de Escenarios que analiza, entre otros, el comportamiento de dos Índices que miden el rendimiento de las carteras de Renta Fija y de Renta Variable.

El Índice de rendimiento de la Renta Fija recoge información sobre varios títulos de Renta Fija y mide el rendimiento del mercado en su conjunto. Este valor proporciona una base de referencia con la que comparar una cartera, siendo asimismo una herramienta muy conveniente en el análisis del riesgo. Este indicador es válido en métodos como el de Máximo Rendimiento pero en el caso del método de Armonización del Flujo de Caja y en el de Inmunización se necesita información concreta de los títulos que componen la subcartera de Renta Fija y tomar, por tanto, decisiones de inversión sobre ellos. El Índice General de la Bolsa de Madrid es un indicador de la marcha diaria de las cotizaciones, expresivo de los movimientos producidos en un conjunto seleccionado de títulos. Supone un resumen del comportamiento del mercado y sirve de base para llevar a cabo diferentes estrategias de inversión y análisis de riesgo. También resulta de interés en métodos como el de Máximo Rendimiento pero en el caso del método de Inmunización por Duraciones es necesario tener información concreta de los títulos que componen la subcartera de Renta Variable.

La clasificación de los proyectos de inversión y la nomenclatura de los parámetros asociados a cada uno de ellos aparece recogida en el cuadro 8.1 y es explicada a continuación. Según el Modelo de Gestión que se aplique se utilizan unos u otros o bien todos ellos.

Cuadro 8.1.

Tipo de inversión	Rendimiento	Precio	Duración	Convexidad
Tesorería	T_j		$D_{T,j}$	$Conv_{T,j}$
Depósitos a la vista y letras con vencimiento < 3 meses	D_j		$D_{D,j}$	$Conv_{D,j}$
Cartera de Renta Fija				
*Índice de Rendimiento de una cartera de Deuda Pública	$RF_j = \frac{IDPbca_j - IDPbca_{j-1}}{IDPbca_{j-1}}$	$IDPbca_j$	$D_{RF,j}$	$Conv_{RF,j}$
*Bono "b"	$TIR_{b,j}$	$Pr_{b,j}$	$D_{b,j}$	$Conv_{b,j}$
Cartera de Renta Variable				
*Índice de la Bolsa de Madrid	$RV_j = \frac{IGBM_j - IGBM_{j-1}}{IGBM_{j-1}}$	$IGBM_j$		
*Acción "a"	$\frac{Pr_{a,j}(1+\delta) - Pr_{a,j-1}}{Pr_{a,j-1}}$	$Pr_{a,j}$		
*Crédito con garantía hipotecaria	CH_j		$D_{CH,j}$	$Conv_{CH,j}$

Veamos a continuación como se obtienen cada uno de ellos.

8.3.1. Rendimientos.

8.3.2. Precios.

8.3.3. Duración y Convexidad.

8.3.1. Rendimientos

Como se explicó detalladamente en el Capítulo 2 de este trabajo los rendimientos de las inversiones son obtenidos a través de los siguientes indicadores:

Tesorería (T): tipo del mercado interbancario día a día.

Depósitos (D): tipo del mercado interbancario a tres meses.

Créditos hipotecarios (CH): tipo medio de los préstamos hipotecarios a más de tres años.

Renta Fija (RF): diferencia entre los Índices de rendimiento de una cartera de Deuda Pública en dos períodos de tiempo.

Renta Variable (RV): diferencia entre el Índice General de la Bolsa de Madrid en dos períodos de tiempo.

En el caso de los Depósitos nos interesa disponer del rendimiento anual de los mismos. El tipo de interés del mercado interbancario a tres meses obtenido del Modelo de Generación de Escenarios, $D_{i,j}$, informa de la rentabilidad anual obtenida en el período comprendido entre el mes "i" y el mes "$i+3$" del año "j" si se mantiene la cuantía invertida en el Depósito durante ese período. El tipo de interés equivalente trimestral es $D_{i,j}^{(4)}$. En este Modelo se va a trabajar con una periodicidad anual y por tanto es necesario conocer el rendimiento de los Depósitos durante el año "j"; D_j, que es obtenido con la siguiente formulación.

$$D_j = \left\{(1+D_{1,j}^{(4)})(1+D_{2,j}^{(4)})(1+D_{3,j}^{(4)})(1+D_{4,j}^{(4)})\right\}-1$$

En el caso de la Tesorería se sigue la misma metodología, resultando que:

$$T_j = \left\{(1+T_{1,j}^{(360)})(1+T_{2,j}^{(360)}).....(1+T_{360,j}^{(360)})\right\}-1$$

Los dos últimos parámetros, Renta Fija y Renta Variable, son indicadores, a través de sus índices, de la rentabilidad de una cartera de Renta Fija y de Renta Variable, respectivamente. La rentabilidad de cada una de ellas se obtiene al calcular el cociente entre la diferencia de los mismos en dos períodos de tiempo y el valor del índice en el momento de referencia.

Para la aplicación de determinados modelos de gestión es necesario conocer la composición de estas carteras y se requiere tener información de los diferentes títulos o valores que se emiten en el mercado así como obtener el rendimiento de cada uno de ellos, de forma individualizada.

En el caso de un título de Renta Fija se utiliza la Tasa Interna de Rendimiento que es el tanto medio efectivo que iguala el valor actual de la corriente de pagos, generada por un título, con el precio del mismo.

En el caso de una cartera de valores de Renta Variable, si en las acciones se obtiene dividendo, la rentabilidad de la acción se calcula como el cociente entre la diferencia existente entre el valor de la acción al final del período, más los dividendos y el valor de la acción al inicio, todo ello en relación a este último valor. En el caso de que el precio de la acción viniera ajustado por dividendos la diferencia se obtendría entre el valor de la acción al final del período por el valor de la misma al inicio.

8.3.2. Precios. El precio es el valor por el que se adquieren las inversiones. Los calcularemos para cada uno de los Activos de forma diferente, resultando:

8.3.2.1. Precios de la Tesorería, Depósitos y Créditos Hipotecarios.
8.3.2.2. Precios de los títulos de Renta Fija.
8.3.2.3. Precios de los títulos de Renta Variable.

8.3.2.1. Precios de la Tesorería, Depósitos y Créditos Hipotecarios.

En el caso de la Tesorería, Depósitos o Créditos Hipotecarios no se puede disponer de esta información puesto que no se adquieren títulos de los mismos sino únicamente se hace referencia a la cuantía invertida en ellos.

8.3.2.2. Precios de los títulos de Renta Fija.

En el caso de la Renta Fija si trabajamos con la totalidad de la cartera, el Índice de Rendimiento es el precio de la cartera de Renta Fija. Si lo hacemos con un bono “b”, hemos de tener en cuenta que en momento de la emisión del mismo el precio de adquisición coincide con el precio de emisión. Si con posterioridad se quiere conocer el precio de mercado del bono “b” es necesario tener información de los flujos que en cada período va a generar ese activo. El precio, en el momento “j” de un bono “b” con pago periódico de cupones $C_{b,j}$, amortizable, dentro de T períodos, por su valor nominal, $N_{b,j}$, viene determinado por la siguiente expresión:

$$Pr_{b,j} = \frac{C_{b,j+1}}{(1+TIR_{b,j})} + \frac{C_{b,j+2}}{(1+TIR_{b,j})^2} + \ldots\ldots\ldots + \frac{C_{b,j+T} + N_{b,T}}{(1+TIR_{b,j})^T} =$$

$$= \frac{C_{b,j+1}}{(1+i_{j,j+1})} + \frac{C_{b,j+2}}{(1+i_{j,j+1})(1+i_{j+1,j+2})} + \ldots\ldots\ldots + \frac{C_{b,j+T} + N_{b,T}}{(1+i_{j,j+1})\ldots\ldots\ldots(1+i_{j+T-1,j+T})}$$

siendo:

C : cupón pagado por período

N : valor nominal del título

T : número de períodos hasta la amortización

$i_{j,j+\Delta j}$: tipo de interés correspondiente al plazo $(j, j+\Delta j)$

$Pr_{b,j}$: precio del bono "b" en el año "j"

$TIR_{b,j}$: tasa interna de rentabilidad del bono "b" en el año "j"

Para obtener el precio del bono "b" en cualquier período "j" es necesario tener información no sólo de los flujos que genere el bono sino también de los tipos de interés a plazo. Estos tipos se caracterizan por tener un comportamiento aleatorio y para obtener información de su comportamiento en el futuro tenemos varias posibilidades.

1. Analizar históricamente los tipos de interés a diferentes plazos a través del estudio de los tipos al contado, al igual que se hizo en el Capítulo 4 donde se trabajó con el tipo de interés de los bonos a cinco años. Siguiendo el procedimiento expuesto en ese Capítulo se estudia la estructura de la serie temporal de los tipos, objeto de análisis, para posteriormente encontrar la expresión que mejor se ajuste al comportamiento de cada uno de ellos y obtener, con ella, los valores de estos tipos de interés en el futuro.

Los resultados expuestos en el Capítulo 3 indican la existencia de una relación de Vector Autorregresivo y de relaciones de cointegración, entre parámetros, como el Índice de Rentabilidad de la Renta Fija, el Índice de la Bolsa de Madrid, los tipos de interés de los bonos a cinco años, los tipos de interés del mercado interbancario, los tipos de interés de los créditos hipotecarios y el Indice de Precios al Consumo. Estos resultados nos hacen intuir una relación de dependencia entre estos parámetros y los precios de los bonos, los cuales se calculan, en base a la formulación anterior, en función de los tipos a plazo. Si esta relación se contrasta con datos históricos se obtienen los valores de los tipos a plazo para cada uno de los escenarios, como se expuso en el Capítulo 4. De esta forma se tendría un valor de cada uno de ellos e indirectamente se calcularía un precio de los bonos para cada escenario y todo ello que una probabilidad de ocurrencia.

2. Otra posibilidad es trabajar con modelos prefijados que establecen, basándose en determinados supuestos, el comportamiento de los tipos al contado y con ellos poder obtener los tipos a plazo. Estos modelos son aquellos que analizan la estructura temporal de los tipos de interés, es decir la relación funcional que informa, para un momento y mercado dados, de los diferentes tipos de interés al contado y el plazo al cuál se refieren. Una de las áreas de investigación más importante en materia financiera es la relativa a los modelos que analizan la estructura de los tipos de interés. Resulta difícil resumir los principales modelos de estructura de tipos de interés, y en este apartado no pretendemos describir todos y cada uno de ellos sino reflejar las principales características de aquellos más importantes tanto por su valor científico como por su aplicación posterior. Para realizar esta breve descripción nos hemos basado en los trabajos desarrollados por Galisteo (2000), Moreno (1997), Morini (1998), Nave (1998), Nuñez (1995).

Los modelos que explican la relación existente entre tipos de interés y plazo, se agrupan en dos bloques bien diferenciados:

a.) Modelos estáticos, son modelos de ajuste a través de los cuales y para un instante determinado, se estima la relación tipo de interés plazo. Siguiendo a Morini (1998) se propone la siguiente clasificación:

* Modelos no econométricos, que extraen tipos implícitos en precios de activos financieros a partir de técnicas recursivas.

* Modelos de rendimientos, que parten de la curva de la tasa interna de rentabilidad.

* Modelos de precios, que derivan los tipos de interés al contado a partir de los precios de los títulos de renta fija.

b.) Modelos dinámicos o modelos que incorporan la componente momento de valoración de la estructura temporal y que analizan, para un horizonte temporal determinado, la evolución de la relación tipo de interés y plazo. Estos a su vez pueden agruparse en función de dos metodologías:

* Modelos consistentes, los cuales describen la dinámica de la estructura temporal incorporando información de toda la curva de tipos, de manera que replican de forma perfecta la estructura de tipos actual. Ho y Lee (1986) pioneros de este enfoque, toman exógenamente como dados los precios y procesos de las obligaciones actuales, de manera que modelizan la evolución de la estructura temporal a través de un modelo que permite un ajuste a la curva de tipos inicial. Como aplicaciones de estos modelos destacan los trabajos de Heath, Jarrow y Morton (1992), Hull y White (1990, 1993), Black, Derman y Toy (1990). Estos métodos tienen la ventaja de replicar

perfectamente la estructura temporal de tipos de interés inicial, lo cual también puede convertirse en una desventaja cuando se considera que la estructura temporal actual debe ser estimada, ya que no se posee información de todos los tipos de interés de todos los vencimientos y se requieren métodos de interpolación para estimar rendimientos de bonos que no se negocian en el mercado.

* Modelos no consistentes o factoriales. Estos modelos describen los movimientos de la curva incorporando sólo información puntual de la misma, a partir de la especificación de variables exógenas, denominadas variables de estado. Estos a su vez se clasifican en modelos unifactoriales y modelos multifactoriales.

Los modelos unifactoriales, como su propio nombre indica, son aquellos que sólo emplean una variable de estado, generalmente el tipo de interés instantáneo libre de riesgo, en la modelización de la dinámica de la estructura temporal de tipos de interés. Los principales modelos unifactoriales son desarrollados por Merton (1973), Vasicek (1977), Dothan (1978), Constatinides-Ingersoll (1984), Cox-Ingersoll-Ross (1985).

Los modelos multifactoriales. Algunos autores proponen modelos que consideran dos variables de estado, los cuales explican un mayor porcentaje de la variación de los tipos de interés al contado. Los principales modelos bifactoriales son desarrollados por Richard (1978), Brennan-Schwartz (1979), Boyle (1980), Schaefer-Schwartz (1984). Por otra parte también se han desarrollado modelos que consideran tres variables de estado, los cuales permiten obtener una mayor variedad de formas para la curva de tipos al contado. Entre estos modelos trifactoriales destacan Kraus y Smith (1993), Chen (1996), Singh (1995), Galisteo, (2000). En otra línea Langetieg (1980)

desarrolla un modelo multifactorial en el que el tanto de interés instantáneo es combinación lineal de “n” factores.

Estos son los modelos de estructura temporal de tipos más importantes que podrían utilizarse para obtener los tipos a plazo que son necesarios para calcular el precio de los activos de Renta Fija, conociendo los flujos que estos generan. En nuestro caso el modelo con el que se trabajaría, debido al planteamiento multiperiódico que realizamos, tendría de estar encuadrado dentro de los modelos dinámicos, puesto que nos interesa tener información de los tipos de interés en diferentes momentos de tiempo. No obstante en este epígrafe únicamente se pretende realizar, de forma teórica, una exposición de las diferentes posibilidades a la hora de buscar información sobre la estructura tipos de interés para con ellos, posteriormente, predecir los precios de los bonos en el futuro.

8.3.2.3. Precios de los títulos de Renta Variable.

En el caso de la Renta Variable, si trabajamos con la totalidad de la cartera, el Índice de la Bolsa de Madrid sería el precio de la cartera de Renta Variable. En el caso de los títulos de Renta Variable, hay diferentes metodologías para obtener el precio de la acción. Como se expone en Devolder(1993) la clasificación de estas puede ser resumida en los siguiente términos:

1. Modelos deterministas.
2. Modelos estocásticos.

1. Modelos deterministas entre los que destacan:

* Modelo de Gordon-Shapiro, el cual supone que los dividendos no son constantes en el tiempo sino que tienen una tasa de crecimiento, y el precio, en el momento presente, es obtenido como resultado de actualizar estos flujos crecientes.

* Modelo de capitalización, el cual obtiene los precios de los títulos en el futuro como resultado de capitalizar los precios al tipo de interés, que en algunos modelos se considera constante, mientras que en otro es variable. Esta capitalización es expuesta para los casos de capitalización compuesta y continua.

* Modelo a través de su distribución, el cual considera que los precios aumentan de un período a otro en función de la tasa de rendimiento del título, la cual a su vez es divisible en dos partes, el obtenido como rendimiento de capital y como rendimiento de la renta o dividendo.

2. Modelos estocásticos, entre los que destacan.

* Modelo binomial, el cual utiliza un modelo de recurrencia, similar al utilizado en el caso discreto, introduciendo la aleatoriedad en el comportamiento de los tipos de interés a los que actualiza, puesto que supone la existencia de riesgo financiero y que estos varían siguiendo una distribución binomial.

* Modelo de Poisson, el cual considera que la evolución de los precios a lo largo del tiempo tiene un comportamiento continuo y sigue un proceso de Poisson.

* Modelo browniano aditivo. El primer modelo continuo de evolución de precios de un título fue presentado en 1900 por Bachelier. El precio de la acción a lo largo del tiempo es función del precio en el momento inicial más la varianza, que se supone constante, del precio de la acción multiplicada por un movimiento browniano estándar.

*Modelo browniano geométrico. Este modelo, que fue planteado inicialmente por Samuelson (1973), supone la existencia de un comportamiento aleatorio, que puede ser tratado como un proceso browniano, de los rendimientos de los precios que son planteados como una ecuación diferencial estocástica.

* Modelo de Merton (1976). El modelo browniano geométrico supone que los rendimientos de los títulos siguen una ley normal, el hecho de observar que ciertos rendimientos tienen unas colas superiores a las de la distribución normal lleva a suponer que estos desajustes son debidos a los saltos producidos en la bolsa. Por ello en este modelo se propone que el rendimiento de los títulos puede descomponerse en una componente que sigue la distribución de Poisson y que modela el comportamiento imprevisible y otra componente brouniana que recoge la tendencia general de los títulos.

* Modelos de volatidades no constante. En los modelos anteriores se ha supuesto que la varianza de los precios es constante a lo largo del tiempo. Hay otros autores, Cox y Ross (1976), Scott (1987), Johnson and Shanno (1987), Hull y White (1985) que trabajan con la hipótesis de que el parámetro de volatilidad puede ser igualmente modelado a lo largo del tiempo, puesto que su comportamiento no es constante.

8.3.3. Duración y convexidad.

La Duración de Macaulay, en sentido estricto, se puede definir como una media ponderada de todos los plazos hasta cada uno de los flujos a recibir, en la que las ponderaciones son el valor actual del importe de dichos flujos.

En el caso de la Tesorería, los Depósitos y los Créditos Hipotecarios, dado que no se perciben flujos, la duración coincide con el vencimiento de cada uno de estos parámetros.

En el caso de un Activo de Renta Fija “b” que genera la siguiente corriente de pago

$$\{(C_{b,1},1),(C_{b,2},2),.....,(C_{b,T},T)\}$$

en el momento, “j”, viene dada por la expresión:

$$D_{b,j}=\left[\sum_{t=j}^{T} t\left(\frac{C_{b,t}/(1+TIR_{b,j})^{t}}{Pr_{b,j}}\right)\right]$$

siendo:

t : vencimiento del t-ésimo pago generado por el título.

$C_{b,t}$: cuantía del t-ésimo pago generado por el bono ”b”.

$TIR_{b,j}$: tasa Interna de Rentabilidad del bono ”b” en el período “j”.

$Pr_{b,j}$: precio del bono “b” en el momento “j”.

$D_{b,j}$: duración del bono “b” en el momento “j”.

Para la aplicación de los Modelos de Gestión de Activos y Pasivos con los que trabajamos es necesario, únicamente en algunos de ellos, el cálculo de la duración de los Activos de Renta Fija.

El concepto de duración no es aplicable a los Activos de Renta Variable.

Además de la Duración existen otros estadísticos como son la Sensibilidad, la Variabilidad y la Convexidad, que son medidas directas del riesgo de un Activo de Renta Fija puesto que son aproximaciones a variaciones relativas y absolutas en los precios ante variaciones en los tipos de interés.

- La variabilidad es la variación absoluta del precio ante una variación absoluta infinitesimal en la Tasa Interna de Rentabilidad, en puntos porcentuales:

$$V_{b,j} = \frac{dPr_{b,j}}{dTIR_{b,j}}$$

- La sensibilidad (de Hicks) es la variación relativa del precio ante una variación absoluta infinitesimal de la Tasa Interna de Rentabilidad, en tanto por ciento.

$$S_{b,j} = \left(\frac{dPr_{b,j}}{dTIR_{b,j}}\right)\left(\frac{100}{Pr_{b,j}}\right)$$

- La convexidad valora la diferencia entre la variación real y la variación estimada del precio del título al usar la Duración como medida de valoración de la magnitud de la variación de los tipos de interés. En el caso de un Activo de Renta Fija “b” que genera la siguiente corriente de pago;

$$\{(C_{b,1},1),(C_{b,2},2),.....,(C_{b,T},T)\}$$

la fórmula de la convexidad es:

$$Conv_{b,j} = \frac{1}{2} * \frac{d^2 Pr_{b,j}}{dTIR_{b,j}{}^2} * \frac{1}{Pr_{b,j}} = \frac{1}{2}\left[\frac{\sum_{t=j}^{T} t*(t+1)*C_{b,t}/(1+TIR_{b,j})^t}{\sum_{t=1}^{T} C_{b,t}/(1+TIR_{b,j})^t}\right]$$

Capítulo 9.
MODELO DE OPTIMIZACIÓN ROBUSTA MULTI-PERIÓDICA PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS

9.1. Introducción

9.2. Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado a la Armonización del Flujo de Caja

9.3. Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado a la Inmunización por Duraciones

9.4. Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado al método de Máximo Rendimiento

MENÚ SALIR

9.1. INTRODUCCIÓN

En este Capítulo presentamos una aplicación práctica de tres Modelos de Gestión de Activos y Pasivos basándonos en la técnica de Optimización Robusta Multiperiódica y en los métodos de Armonización de Flujos de Caja, la Inmunización por Duraciones y el método de Máximo Rendimiento, expuestos en el Capítulo anterior.

Cualquiera de los Modelos se aborda a partir del planteamiento de un Modelo de optimización robusta y multiobjetivo que trata de minimizar la desviación respecto a la optimalidad y factibilidad de cada uno de los diferentes escenarios generados y que ha sido desarrollado en el Capítulo 7 de este trabajo. Dembo (1991,1992) aplica la Optimización Robusta a un Modelo de Armonización de Flujo de Caja y un Modelo de Inmunización para un único período. Para el planteamiento de este Capítulo hemos seguido los Modelos que se presentan en estos trabajos pero desde una óptica multiperiódica, lo que constituye la principal aportación en relación a los modelos citados y permite llevar a cabo una reestructuración continua de la cartera de Activos y Pasivos a lo largo de todo el horizonte temporal.

El objetivo de este Capítulo es desarrollar, matemáticamente, diversos Modelos de optimización en función de la normativa vigente en materia de Activos y Pasivos y en función del criterio de Máximo Rendimiento. Se plantearán los tres Modelos señalados con el objetivo de que sea el gestor, en función de sus necesidades, el que seleccione el Modelo que mejor se ajuste a sus requerimientos.

Vamos a definir, a continuación y de forma teórica la Función Objetivo y restricciones aplicadas en cada uno de los Modelos.

9.2. MODELO DE OPTIMIZACIÓN ROBUSTA MULTIPERIÓDICA APLICADO A LA ARMONIZACIÓN DEL FLUJO DE CAJA

En este Modelo el objetivo es que "casen" los flujos de los Activos con los de los Pasivos. En referencia a los Activos de Renta Fija, puesto que es necesario conocer los flujos y los plazos generados por ellas, se requiere información detallada de cada una de las inversiones. Se van a plantear los siguientes supuestos e hipótesis para la implementación de este Modelo.

- El horizonte temporal es de "n" años, por lo tanto $j = \{1,2,.....n\}$.
- Los Activos de Renta Fija de los que se dispone en el mercado en el momento actual, tienen las siguientes características:

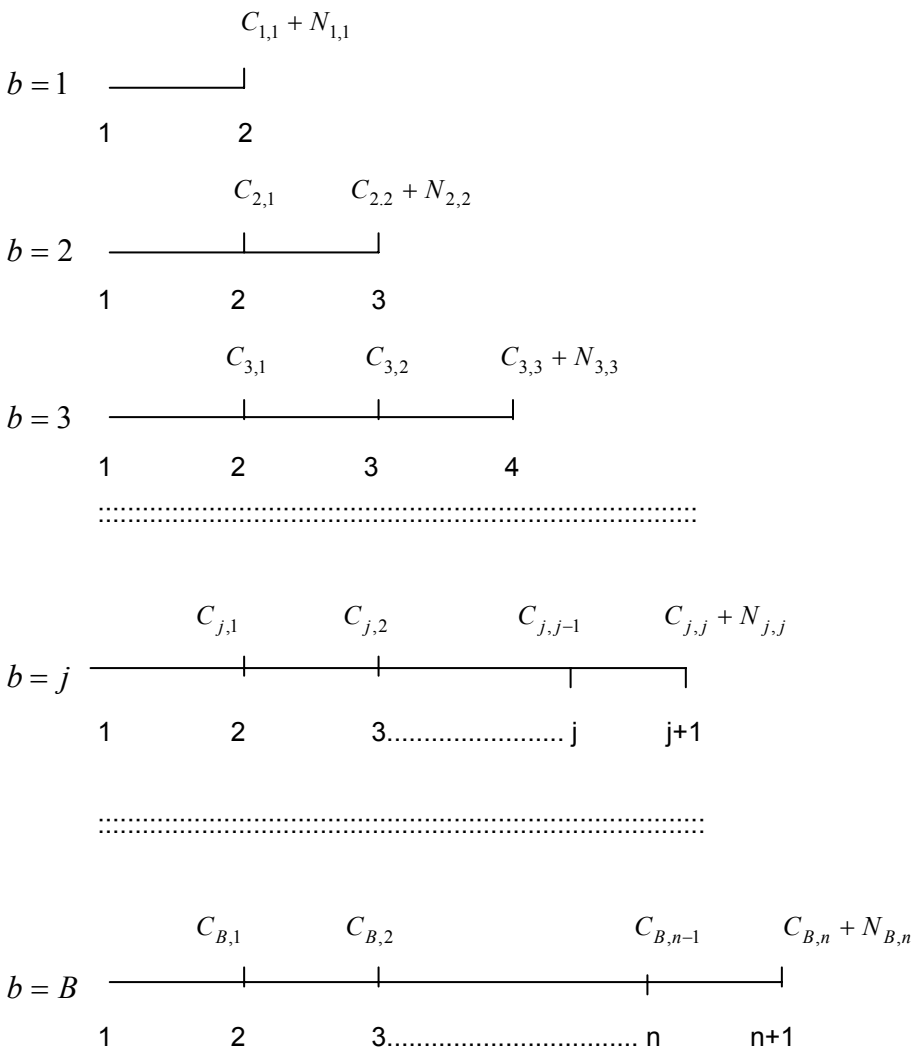
Bono 1: Cupón cero con vencimiento anual.
Bono 2: Cupón anual y amortización en dos años.
Bono 3: Cupón anual y amortización en tres años.
.....
Bono B-1: Cupón anual y amortización en "n-1" años.
Bono B: Cupón anual y amortización en "n" años.

En todos ellos el valor de amortización es el nominal, siendo este de 1.000 euros para el caso español. Teniendo en cuenta la siguiente nomenclatura, gráficamente la estructura de los bonos es la siguiente:

$C_{b,j}$: cupón pagado en el año "j" por el bono "b".

$N_{b,j}$: nominal en el año "j" por el bono "b".

$\forall b = \{1,2,.....,B\}$;



En el momento actual, inicio del año 1, hay que decidir las inversiones a llevar a cabo en los diferentes períodos del horizonte temporal. Transcurrido el primer período se producirán una serie de flujos tanto por las inversiones realizadas como por las aportaciones que se realizan al Fondo. Estos flujos han de destinarse:

- En primer lugar a cubrir las prestaciones generadas en el período.

- Una vez realizados estos pagos, si el saldo entre los Activos y los Pasivos es positivo hay que invertir esa cuantía entre las alternativas existentes en el mercado, que en nuestro caso y en función de las restricciones legales son: Tesorería, Depósitos y Activos de Renta Fija. Se ha realizado los siguientes supuestos:

a.) Cuando un bono se extingue no se genera otro de las mismas características en el mercado, por lo tanto a medida que transcurren los períodos de tiempo las alternativas de inversión en bonos de Renta Fija se ven reducidas. Transcurrido el primer período, los bonos entre los que invertir quedan reducidos a "B - 1"; $b = \{2,3,.....B\}$

b.) La cuantía invertida inicialmente en un bono se mantiene hasta el vencimiento del mismo.

La información que se requiere, para llevar a cabo el Modelo de Optimización Multiperiódico aplicado a la Armonización del Flujo de Caja, es la que se recoge en el siguiente cuadro.

Cuadro 9.1.

	$j=1$	$j=2$	.....	$j=n-1$	$j=n$
ACTIVO					
Aportaciones	A_1	A_2	.....	A_{n-1}	A_n
Tesorería	T_1	T_2	.....	T_{n-1}	T_n
Depósitos	D_1	D_2	.....	D_{n-1}	D_n
Bonos					
$b=1$	$Pr_{1,1}$		.....		
	$C_{1,1}+N_{1,1}$				
$b=2$	$Pr_{2,1}$	$Pr_{2,2}$	.....		
	$C_{2,1}$	$C_{2,2}+N_{2,2}$	.....		
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
$b=B$	$Pr_{B,1}$	$Pr_{B,2}$	.....	$Pr_{B,n-1}$	
	$C_{B,1}$	$C_{B,2}$	.....	$C_{B,n-1}$	$C_{B,n}+N_{B,n}$
PASIVO					
Obligaciones	Obl_1	Obl_2	.....	Obl_{n-1}	Obl_n
Gastos	c_1	c_2	.....	c_{n-1}	c_n

9.2.1. Función Objetivo

La Función Objetivo, basándonos en la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, donde se indica que este método únicamente es válido para tres tipos de activos: Tesorería, Depósitos y Renta Fija, es la siguiente:

$$Maximizar: F(x) = \sum_{I=T,D}(1+I_n)x_{I,n} + (C_{B,n} + N_{B,n})\sum_{j=1}^{n} xu_{B,j} - Obl_n - c_n$$

Se pretende maximizar el rendimiento de la cartera al final del horizonte temporal, esto es al final del "n-ésimo" año, teniendo en cuenta que se haya cubierto la dotación de las provisiones técnicas. En el último período, debido a los supuestos planteados de que el horizonte temporal finaliza en el período "n", no se producen ni aportaciones ni prestaciones después de este período. Por lo tanto la reserva coincide con el pago de las pensiones y las comisiones a pagar a la Entidad Gestora o Depositaria en el período "n".

En el año "n" se dispone de:

- La cuantía invertida en al inicio del año "n" en Tesorería y en Depósitos y la rentabilidad generada en ese período por esas inversiones.

- Los flujos percibidos por las cantidades invertidas durante todo el horizonte temporal en el bono "B", que es el único que no se ha amortizado con anterioridad a este período y que por tanto se encuentra activo hasta este momento.

9.2.2. Restricciones

9.2.2.1. Restricciones presupuestarias

Estas restricciones aseguran que el Activo del Fondo al inicio de cada ejercicio, quede totalmente invertido entre las distintas alternativas de inversión.

El Activo del Fondo al inicio del primer período F_1^0 está compuesto, únicamente, por la aportación de la que se informa en la certificación actuarial A_1. Dicha cuantía se distribuye entre las distintas alternativas de inversión en ese período (Tesorería, Depósitos y "B" bonos de Renta Fija), tal como se refleja en la siguiente restricción presupuestaria.

$$F_1^0 = \sum_{I=T,D} x_{I,1} + \sum_{b=1}^{B} \mathrm{Pr}_{b,1}\, xu_{b,1} = A_1$$

El Activo del Fondo al final de primer período F_1 está formado por el Fondo al inicio del primer período exceptuando aquellos títulos que se amorticen ese mismo momento:

$$\sum_{I=T,DF} x_{I,1} + \sum_{b=2}^{B} \mathrm{Pr}_{b,1}\, xu_{b,1}$$

y la rentabilidad obtenida a lo largo del período, en el caso de la Tesorería y los Depósitos, junto con los cupones los bonos en los que se ha invertido así como las amortizaciones de los que llegan a su vencimiento, esto es:

$$\sum_{I=T,D} I_1 x_{I,1} + \sum_{b=1}^{B} C_{b,1} xu_{b,1} + N_{1,1} xu_{1,1}$$

La mencionada cuantía se ve disminuida por el pago de las pensiones devengadas Obl_1.

$$F_1 = \sum_{I=T,D} (1+I_1) x_{I,1} + \sum_{b=2}^{B} \Pr_{b,1} xu_{b,1} + \sum_{b=1}^{B} C_{b,1} xu_{b,1} + N_{1,1} xu_{1,1} - Obl_1$$

Asimismo, al finalizar el período, debe hacerse frente al pago de las comisiones generadas por los servicios realizados por las Entidades Gestoras y Depositarias "c_1". La expresión de la comisión anual, a pagar a la Entidad Gestora, al final de período es un porcentaje τ_g del Fondo patrimonial:

$$c_1 = \tau_g(F_1) =$$
$$= \tau_g \left[\sum_{I=T,D} (1+I_1) x_{I,1} + \sum_{b=2}^{B} \Pr_{b,1} xu_{b,1} + \sum_{b=1}^{B} C_{b,1} xu_{b,1} + N_{1,1} xu_{1,1} - Obl_1 \right]$$

La comisión anual a pagar a la Entidad Depositaria al final de primer período se define como un porcentaje del valor nominal del patrimonio custodiado. En general, dicho valor es inferior al valor patrimonial del Fondo, sin embargo, resulta imposible determinarlo en este trabajo, al no efectuarse un análisis de la composición interna de cada alternativa de inversión. Con la finalidad de simplificar el Modelo se introduce, exclusivamente, la comisión a pagar a la Entidad Gestora. De esta forma el Activo del Fondo al final del primer período es:

$$F_1 =$$
$$= (1-t_g)\left[\sum_{I=T,D}(1+I_1)x_{I,1} + \sum_{b=2}^{B}\Pr_{b,1}\, xu_{b,1} + \sum_{b=1}^{B}C_{b,1}xu_{b,1} + N_{1,1}xu_{1,1} - Obl_1\right]$$

El Fondo, al inicio del segundo período F_2^0, está formado por el Fondo al final del primer período F_1 más la aportación realizada en el segundo período A_2. Este Fondo ha de invertirse entre las distintas alternativas: Tesorería, Depósitos y los bonos $\{2,3,....B\}$. Asimismo hay que mantener la inversión en los bonos $\{2,3,....B\}$ que se realizó en el primer período, las cuales han de estar valoradas a precio de mercado. Por lo tanto, la restricción presupuestaria para el segundo período es:

$$F_2^0 = F_1 + A_2 = \sum_{I=T,D} x_{I,2} + \sum_{b=2}^{B}\Pr_{b,2}\, xu_{b,1} + \sum_{b=2}^{B}\Pr_{b,2}\, xu_{b,2}$$

sustituyendo el valor del Fondo del primer período en la expresión anterior, resulta:

$$\sum_{I=T,D} x_{I,2} + \sum_{b=2}^{B}\Pr_{b,2}\, xu_{b,1} + \sum_{b=2}^{B}\Pr_{b,2}\, xu_{b,2} =$$
$$= (1-\tau_g)\left[\sum_{I=T,D}(1+I_1)x_{I,1} + \sum_{b=2}^{B}\Pr_{b,1}\, xu_{b,1} + \sum_{b=1}^{B}C_{b,1}xu_{b,1} + N_{1,1}xu_{1,1} - Obl_1\right] +$$
$$+ A_2$$

El Activo del Fondo al final del segundo período F_2 está formado por el Activo del Fondo al inicio del período que no hayan sido amortizados:

$$\sum_{I=T,D} x_{I,2} + \sum_{b=3}^{B} \Pr_{b,2}\, xu_{b,1} + \sum_{b=3}^{B} \Pr_{b,2}\, xu_{b,2}$$

y la rentabilidad obtenida a lo largo del período con las inversiones en Tesorería y Depósitos, además de los cupones que se cobran y las amortizaciones de los bonos que se producen en ese período.

$$\sum_{I=T,D} I_2 x_{I,2} + \sum_{b=2}^{B} C_{b,2} xu_{b,1} + \sum_{b=2}^{B} C_{b,2} xu_{b,2} + N_{2,2}(xu_{2,1} + xu_{2,2})$$

La cuantía obtenida se ve disminuida por el pago de las pensiones devengadas Obl_2.

$$F_2 = \sum_{I=T,D} x_{I,2} + \sum_{b=3}^{B} \Pr_{b,2}\, xu_{b,1} + \sum_{b=3}^{B} \Pr_{b,2}\, xu_{b,2} + \sum_{I=T,D} I_2 x_{I,2} + \sum_{b=2}^{B} C_{b,2} xu_{b,1} +$$
$$+ \sum_{b=2}^{B} C_{b,2} xu_{b,2} + N_{2,2}(xu_{2,1} + xu_{2,2}) - Obl_2$$

La expresión de la comisión anual a pagar a la Entidad Gestora al final del segundo período c_2 es:

$$c_2 = \tau_g(F_2) = \tau_g\left[\sum_{I=T,D} x_{I,2} + \sum_{b=3}^{B} \Pr_{b,2}\, xu_{b,1} + \sum_{b=3}^{B} \Pr_{b,2}\, xu_{b,2} + \sum_{I=T,D} I_2 x_{I,2} + \right.$$
$$\left. \sum_{b=2}^{B} C_{b,2} xu_{b,1} + \sum_{b=2}^{B} C_{b,2} xu_{b,2} + N_{2,2}(xu_{2,1} + xu_{2,2}) - Obl_2 \right]$$

Si a F_2 se incorporan las comisiones, la nueva expresión es:

$$F_2 = (1-\tau_g)\Big[\sum_{I=T,D} x_{I,2} + \sum_{b=3}^{B} \mathrm{Pr}_{b,2}\, xu_{b,1} + \sum_{b=3}^{B} \mathrm{Pr}_{b,2}\, xu_{b,2} + \sum_{I=T,D} I_2 x_{I,2} + \\ + \sum_{b=2}^{B} C_{b,2} xu_{b,1} + \sum_{b=2}^{B} C_{b,2} xu_{b,2} + N_{2,2}(xu_{2,1} + xu_{2,2}) - Obl_2 \Big]$$

Si se aplica el mismo mecanismo en períodos sucesivos y se generaliza para un período cualquiera "j", el Activo del Fondo al inicio del período F_j^0 está compuesto por $F_{j-1} + A_j$. La restricción presupuestaria del período "j", donde quedan $B - j$ bonos en vigor, sobre la base del supuesto de que hay tantos bonos como períodos, y en cada período de tiempo se amortiza uno de ellos, se generaliza en:

$$F_j^0 = \sum_{I=T,D} x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B} Pr_{b,j}\, xu_{b,t} = (1-\tau_g)\Big[\sum_{I=T,D}(1+I_{j-1})x_{I,j-1} + \\ + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B} \mathrm{Pr}_{b,j-1}\, xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu_{b,t} + N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1} xu_{j-1,t} - Obl_{j-1}\Big] + A_j$$

El Activo del Fondo al final del período F_j está formado por el Fondo al inicio del período y la rentabilidad obtenida a lo largo del período así como los cupones percibidos en el mismo, junto con los nominales percibidos por el bono que se amortiza en el período, esto es el bono "j". La cuantía así obtenida se ve disminuida por el pago de las pensiones devengadas Obl_j.

$$F_j = \sum_{I=T,D}(1+I_j)x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j+1}^{B} \mathrm{Pr}_{b,j-1}\, xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B} C_{b,t} xu_{b,t} + N_{j,j}\sum_{t=1}^{j} xu_{j,t} - Obl_j$$

La expresión de la comisión a pagar a la Entidad Gestora al final del período c_j es:

$$c_j = \tau_g(F_j) = \tau_g\Big[\sum_{I=T,D}(1+I_j)x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j+1}^{B}\mathrm{Pr}_{b,j}\,xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}C_{b,t}xu_{b,t} + \\ + N_{j,j}\sum_{t=1}^{j}xu_{j,t} - Obl_j\Big]$$

Si al Fondo se incorporan las comisiones, la fórmula es:

$$F_j = (1-\tau_g)\Big[\sum_{I=T,D}(1+I_j)x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j+1}^{B}\mathrm{Pr}_{b,j}\,xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}C_{b,t}xu_{b,t} + \\ + N_{j,j}\sum_{t=1}^{j}xu_{j,t} - Obl_j\Big]$$

Con todo ello, la expresión genérica de las restricciones presupuestarias, es:

$$\begin{cases} j = 1;\ b = \{1,2,.....B\} \\ \sum_{I=T,D}x_{I,1} + \sum_{b=1}^{B}\mathrm{Pr}_{b,1}\,xu_{b,1} = F_1^0 = A_1 \\ \\ j = \{2,.....,n\};\ b = \{j,.....B\} \\ \sum_{I=T,D}x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}Pr_{b,j}xu_{b,t} = (1-\tau_g)\Big[\sum_{I=T,D}(1+I_{j-1})x_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B}\mathrm{Pr}_{b,j-1}\,xu_{b,t} \\ \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B}C_{b,j-1}xu_{b,t} + + N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1}xu_{j-1,t} - Obl_{j-1}\Big] + A_j \end{cases}$$

9.2.2.2. Restricciones legales

Estas restricciones son de dos tipos:

9.2.2.2.1. Restricciones legales basadas en la Ley 8/1987 y el Real Decreto 1307/1988.

9.2.2.2.2. Restricciones legales en función de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998.

9.2.2.2.1. En cuanto a las restricciones basadas en la Ley 8/1987 y en el Real Decreto 1307/1988, indicar que:

La Ley 8/1987 especifica:

"Reglamentariamente se establecerá el límite mínimo, no inferior al 75 por 100 que se invertirá en Activos financieros contratados en mercados organizados reconocidos oficialmente y de funcionamiento regular abierto al público o, al menos, a la Entidades financieras, en depósitos bancarios, en créditos con garantía hipotecaria y en inmuebles"

Por su parte el Reglamento, en el artículo 34, especifica:

"Necesariamente, el 90 por 100 de este Activo se invertirá en Activos financieros contratados en mercados organizados reconocidos oficialmente y de funcionamiento regular abierto o, al menos a las Entidades Financieras, en depósitos bancarios, en créditos con garantía hipotecaria y en inmuebles.

Dentro de este porcentaje, la inversión en depósitos bancarios no podrá superar el 15 por 100 del Activo del Fondo.

Se fija un coeficiente mínimo de liquidez del 1 por 100 del Activo del Fondo de Pensiones, que deberá mantenerse en depósitos a la vista y en Activos del mercado monetario con vencimiento no superior a tres meses.....”

Si los límites fijados en los párrafos anteriores se recogen mediante restricciones, en primer lugar se debe tener en cuenta que el 90 por 100 está invertido en Activos financieros contratados en mercados organizados y depósitos. Puesto que, debido a las restricciones de la Orden Ministerial de 23 de diciembre, los Activos tales como créditos con garantía hipotecaria o inmuebles no son aptos, la restricción legal es:

$$\begin{cases} j = 1; b = \{1,2,.....B\} \\ x_{D,1} + \sum_{b=1}^{B} Pr_{b,1} xu_{b,1} \geq 0.9 * A_1 \\ \\ j = \{2,3,.....n\}; b = \{j,.....B\} \\ x_{D,j} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j}\, xu_{b,t} \geq 0.9 * \Big\{ (1-\tau_g) \Big[\sum_{I=T,D} (1+I_{j-1}) x_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1}\, xu_{b,t} + \\ + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu_{b,t} + N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu_{j-1,t} - Obl_{j-1} \Big] + A_j \Big\} \end{cases}$$

Además el porcentaje de Depósitos bancarios, expresados mediante (D y T) no ha de superar el 15 por 100 del Activo del Fondo.

$$\begin{cases} j=1 \\ \sum_{I=T,D} x_{I,1} \le 0.15 * A_1 \\ \\ j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,\ j+1,.....B\} \\ \sum_{I=T,D} x_{I,j} \le 0.15 * \left\{ (1-\tau_g) \left[\sum_{I=T,D} (1+I_{j-1}) x_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j}^{B} \mathrm{Pr}_{b,j-1}\ xu_{b,t} + \right. \right. \\ \left. \left. + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu_{b,t} + N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu_{j-1,t} - Obl_{j-1} \right] + A_j \right\} \end{cases}$$

Finalmente, se exige al Activo del Fondo un coeficiente mínimo de liquidez del 1 por 100 que debe estar invertido en depósitos a la vista y en Activos del mercado monetario con vencimiento no superior a tres meses y expresado por T .

$$\begin{cases} j=1 \\ x_{T,j} \ge 0.01 * A_1 \\ \\ j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,\ j+1,.....B\} \\ x_{I,j} \ge 0.01 * \left\{ (1-\tau_g) \left[\sum_{I=T,D} (1+I_{j-1}) x_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j}^{B} \mathrm{Pr}_{b,j-1}\ xu_{b,t} + \right. \right. \\ \left. \left. + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu_{b,t} + N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu_{j-1,t} - Obl_{j-1} \right] + A_j \right\} \end{cases}$$

9.2.2.2.2. En cuanto a las restricciones basadas en la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, hemos de tener en cuenta que los Activos aptos para la adecuación de las inversiones a determinadas operaciones de seguro, en función de importes y vencimientos de los flujos de cobro y de las Obligaciones, son únicamente la Tesorería, los Depósitos y la Renta Fija. Se indica en el artículo 2, de esta Orden Ministerial, que

"Se entenderá que los flujos de cobro procedentes del Activo o conjunto de Activos, asignados al cumplimiento de las Obligaciones derivadas de una póliza, coinciden suficientemente en el tiempo y cuantía con el régimen de flujos de pago de prestaciones y gastos siempre que el saldo financiero al final de la operación sea mayor o igual a cero, y que en todos y cada uno de los meses se cumpla alguno de los siguientes requisitos:

a) Que los flujos de cobros y pagos coincidan perfectamente en tiempo y cuantía, o bien que aquéllos sean anteriores en tiempo e iguales o superiores a éstos en cuantía.

b) Que el saldo financiero obtenido al final de cada mes, resultante de capitalizar al tipo de reinversión los cobros y los pagos diarios que se hayan producido en ese mes y en los anteriores, resulte positivo en todo y cada uno de los meses. A estos efectos, podrá utilizarse la simplificación de considerar que todos los pagos efectuados en cada mes lo han sido el día 15 del mismo y que todos los cobros efectuados en dicho mes lo han sido el último día del mismo.

c) Que, no resultando positivo alguno de los saldos mensuales calculados conforme a la letra anterior, el saldo negativo no supere el total de pagos correspondientes al mes en cuestión y a lo dos precedentes. Además, el saldo negativo en cualquier 31 de diciembre de la operación no podrá superar el 12,5 por 100 de los pagos totales por prestaciones del año natural respectivo. A estos efectos, los saldos

financieros negativos que se produzcan se capitalizarán al tipo de reinversión que corresponda en cada momento incrementado en un 50 por 100.

El tipo de reinversión a utilizar será el que resulte en cada momento de la aplicación de lo dispuesto en el apartado 1 del artículo 33 del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados."

Por lo tanto esta normativa conlleva a una restricción general de coincidencia en tiempo y cuantía.

Los flujos de cobro procedentes del Activo son en el caso de la Tesorería y los Depósitos al final de cada período se percibe la cuantía invertida en los mismos mas la rentabilidad generada con esa inversión y en el caso de los bonos los cupones y las amortizaciones que se realicen en cada período.

Las prestaciones a cubrir son las pensiones a pagar mientras que los gastos son las comisiones a pagar a la Entidad Gestora

La restricción general es la siguiente:

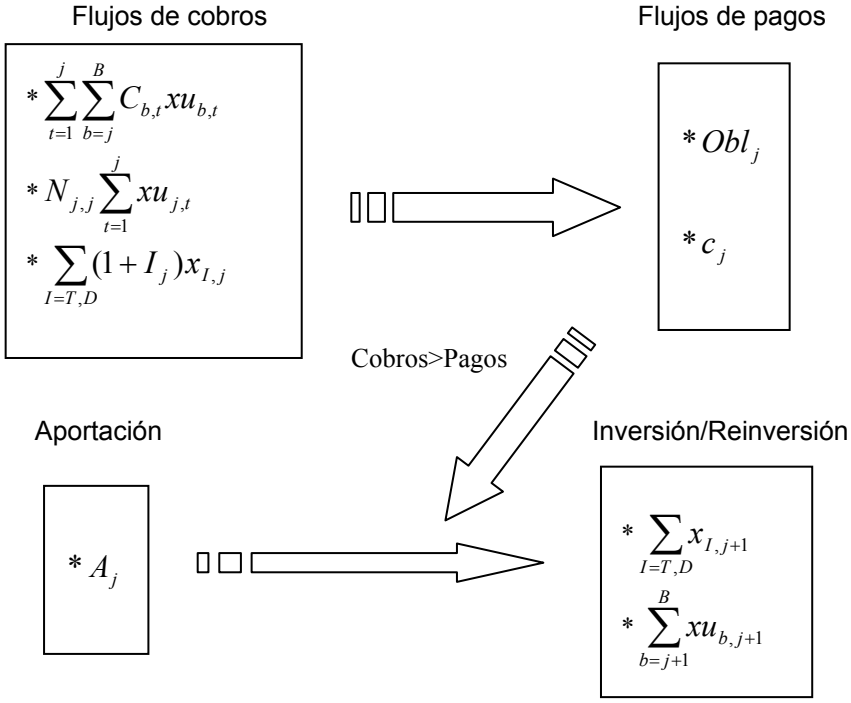
$$j = \{1,2,.....n\}$$

$$\sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B} C_{b,t}xu_{b,t} + N_{j,j}\sum_{t=1}^{j} xu_{b,t} + \sum_{I=T,D}(1+I_j)x_{I,j} \geq Obl_j +$$

$$+\tau_g\left[\sum_{I=T,D}(1+I_j)x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j+1}^{B}\mathrm{Pr}_{b,j}\,xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B} C_{b,t}xu_{b,t} + N_{j,j}\sum_{t=1}^{j} xu_{j,t} - Obl_j\right]$$

Esto supone que las pensiones y los gastos han de ser pagados únicamente por los cobros percibidos de los Activos, sin poder utilizar la partida de aportaciones en ese pago. Si el saldo de los cobros y los pagos resulta positivo, estas cuantías, junto con las aportaciones del período, son las destinadas a reinvertir en los Activos disponibles en el mercado ese período. En el siguiente esquema se representa, para un año "j" el procedimiento que ha de cumplir el casamiento de flujos.

Esquema 9.1.



En cuanto a las restricciones específicas de periodicidad mensual, no se aplican en este trabajo, puesto que los flujos, tanto de cobros como de pagos, con los que se está trabajando, tienen periodicidad anual y por lo tanto, al no producirse ninguno en cada uno de los meses, no resulta necesario someter al Modelo a las restricciones de este tipo.

9.2.2.3. Restricciones técnicas

Las restricciones técnicas implican que las variables a determinar no sean negativas: la cuantía, en unidades monetarias, que se destina a cada uno de los proyectos de inversión debe ser positiva o bien nula, mientras que el número de títulos invertidos en Renta Fija ha de ser un número entero.

$$j = \{1,2,.....n\}$$
$$x_{I\,j} \geq 0; \forall\ I = T, D, RF; \forall\ xu_{b,j} \in Z$$

siendo :

$$x_{RF,j} = \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} Pr_{b,j+1} * xu_{b,t}$$
$$\forall b = \{j,.....B\}$$

9.2.3. Resolución del Modelo de Optimización Robusta Multi-periódica aplicado a la Armonización del Flujo de Caja

La resolución del Modelo, tal y como explicamos en la sección 7.2.3, se basa en una primera fase, donde se resuelven tantos modelos de optimización como escenarios.

El Modelo a resolver para cada escenario "s" es el siguiente:

$$Maximizar: z^s = \sum_{I=T,D}(1+I_n^s)x^s{}_{I,n} + (C_{B,n} + N_{B,n})\sum_{j=1}^{n} xu^s{}_{B,j} - Obl^s{}_n - c^s{}_n$$

$sujeto\ a$:

1)

$$\begin{cases} j=1; b=\{1,2,.....B\} \\ \sum_{I=T,D} x^s{}_{I,1} + \sum_{b=1}^{B} \Pr^s{}_{b,1}\, xu^s{}_{b,1} = F_1^{s,0} = A^s{}_1 \\ \\ j=\{2,.....,n\}; b=\{j,.....B\}; \\ \sum_{I=T,D} x^s{}_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B} Pr^s{}_{b,j}\, xu^s{}_{b,t} = (1-\tau_g)\left[\sum_{I=T,D}(1+I^s{}_{j-1})x^s{}_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j-1}\, xu^s{}_{b,t} + \right. \\ \left. + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu^s{}_{b,t} + N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1} xu^s{}_{j-1,t} - Obl^s{}_{j-1}\right] + A^s{}_j \end{cases}$$

2)

$$\begin{cases} j=1; b=\{1,2,.....B\} \\ x^s{}_{D,1} + \sum_{b=1}^{B} Pr^s{}_{b,1} xu^s{}_{b,1} \geq 0.9 * A^s{}_1 \\ \\ j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\} \\ x^s{}_{D,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B} \Pr^s{}_{b,j}\ xu^s{}_{b,t} \geq 0.9 * \Big\{(1-\tau_g)\Big[\sum_{I=T,D}(1+I^s{}_{j-1})x^s{}_{I,j-1} + \\ + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1}\ xu_{\ b,t} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu_{\ b,t} + N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1} xu^s{}_{j-1,t} - Obl^s{}_{j-1}\Big] + A^s{}_j\Big\} \end{cases}$$

3)

$$\begin{cases} j=1 \\ \sum_{I=T,D} x^s{}_{I,1} \leq 0.15 * A^s{}_1 \\ \\ j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\} \\ \sum_{I=T,D} x^s{}_{I,j} \leq 0.15 * \Big\{(1-\tau_g)\Big[\sum_{I=T,D}(1+I^s{}_{j-1})x^s{}_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1}\ xu^s{}_{b,t} + \\ + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu^s{}_{b,t} + N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1} xu^s{}_{j-1,t} - Obl^s{}_{j-1}\Big] + A^s{}_j\Big\} \end{cases}$$

4)

$$\begin{cases} j=1 \\ x^{s}{}_{T,1} \geq 0.01 * A^{s}{}_{1} \\ \\ j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\} \\ x^{s}{}_{T,j} \geq 0.01 * \left\{ (1-\tau_g) \left[\sum_{I=T,D} (1+I^{s}{}_{j-1}) x^{s}{}_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1} \, xu^{s}{}_{b,t} + \right. \right. \\ \left. \left. + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu^{s}{}_{b,t} + N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu^{s}{}_{j-1,t} - Obl^{s}{}_{j-1} \right] + A^{s}{}_{j} \right\} \end{cases}$$

5)

$$\begin{cases} j=\{1,2,.....n\} \\ \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} C_{b,j} xu^{s}{}_{b,t} + N_{j,j} \sum_{t=1}^{j} xu^{s}{}_{b,t} + \sum_{I=T,D} (1+I^{s}{}_{j}) x^{s}{}_{I,j} \geq Obl^{s}{}_{j} + \\ + \tau_g \left[\sum_{I=T,D} (1+I^{s}{}_{j}) x^{s}{}_{I,j} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j+1}^{B} \Pr{}^{s}{}_{b,j} \, xu^{s}{}_{b,t} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} C_{b,j} xu^{s}{}_{b,t} + \right. \\ \left. + N_{j,j} \sum_{t=1}^{j} xu^{s}{}_{j,t} - Obl^{s}{}_{j} \right] \end{cases}$$

6)

$$\begin{cases} j=\{1,2,.....n\} \\ x_{I,j} \geq 0; \forall \; I=T,D,RF; \forall xu_{b,j} \in Z \end{cases}$$

siendo:

$$x_{RF,j} = \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} Pr_{b,j+1} * xu_{b,t}$$

$$\forall b = \{j,.....B\}$$

De esta forma se obtienen las cuantías de las inversiones óptima para cada uno de los escenarios, así como el Fondo obtenido al final de horizonte temporal como resultado de llevar a cabo estas inversiones. Puesto que el objetivo es obtener información sobre una única inversión óptima para cualquier escenario que ocurra finalmente, se ha de buscar el Modelo Coordinado Multiperiódico que tenga en cuenta todas las posibles soluciones y proporcione aquella que menos se desvíe de todas ellas.

La Función Objetivo del Modelo Coordinado Multiperiódico minimiza, por un lado las desviaciones del defecto, "w^{S-}", entre el Fondo acumulado al final del período, que resulta de invertir el Activo en función de los resultados del Modelo Coordinado"z", y el obtenido bajo el escenario "s", "z^s", y por otro las desviaciones por exceso y por defecto "$y^{s-}_{r,j}$, $y^{s+}_{r,j}$", en el cumplimiento de las "r" restricciones si se compara el Activo del Fondo generado por las inversiones llevadas a cabo y el generado por los proyectos que resultan óptimos bajo el escenario "s". Únicamente en el caso de la restricción general de coincidencia en tiempo y cuantía se intenta minimizar exclusivamente la desviación por defecto "$y^{s+}_{5,j}$" puesto que el exceso resultaría beneficioso.

El Modelo Coordinado Multiperiódico que se ha de resolver para el caso de aplicar el criterio de Armonización de Flujos de Caja es, teniendo en cuenta que son 6 las restricciones, que denotamos por "r", a las que se somete el Modelo de Optimización expuesto anteriormente, el siguiente:

$$Minimizar: \sum_{s=1}^{S} p^s(w^{s-}) + \sum_{s=1}^{S}\sum_{j=2}^{n}\sum_{r=1}^{4} p^S(y_{r,j}^{s-} + y_{r,j}^{s+}) + \sum_{s=1}^{S}\sum_{j=2}^{n} p^s y_{5,j}^{s-} + \sum_{s=1}^{S}\sum_{j=2}^{n} p^s(y_{6,j}^{s-} + y_{6,j}^{s+})$$

$$\forall r = \{1,2,3,4\};\ \ s = \{1,2,.....S\};\ \ j = \{1,2.....,n\}$$

sujeto a:

$$\begin{cases} j = n; s = \{1,2,.....S\}; b = B \\ \sum_{I=T,D}(1+I_n^s)x_{I,n} + (C_{B,n} + N_{B,n})\sum_{t=1}^{n} xu_{B,t} - Obl^s{}_n - c^s{}_n - w^{s+} + w^{s-} = z^s \end{cases}$$

$$\begin{cases} j = 1; b = \{1,2,.....B\} \\ \sum_{I=T,D} x_{I,1} + \sum_{b=1}^{B} \Pr^s{}_{b,1}\, xu_{b,1} = A^s{}_1 \\ j = \{2,.....,n\}; b = \{j,.....B\}; \\ \sum_{I=T,D} x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B} \Pr^s{}_{b,j}\, xu_{b,t} - y_{1,j}^{s+} + y_{1,j}^{s-} = (1-\tau_g)\Big[\sum_{I=T,D}(1+I^s{}_{j-1})x^s{}_{I,j-1} + \\ + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1}\, xu^s{}_{b,t} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu^s{}_{b,t} + N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1} xu^s{}_{j-1,t} - Obl^s{}_{j-1}\Big] + A^s{}_j \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=1; b=\{1,2,.....B\} \\ x_{D,1}+\sum_{b=1}^{B}\Pr^{s}{}_{b,1}\, xu_{b,1} \geq 0.9 * A^{s}{}_{1} \\ \\ j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\} \\ x_{D,j}+\sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}\Pr^{s}{}_{b,j}\, xu_{b,t}-y_{2,j}^{s+}+y_{2,j}^{s-} \geq 0.9 * \Big\{(1-\tau_g)\Big[\sum_{I=T,D}(1+I^{s}{}_{j-1})x_{I,j-1}+ \\ +\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j-1}\, xu^{s}{}_{b,t}+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B}C_{b,j-1}xu_{b,t}+N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1}xu_{j-1,t}-Obl^{s}{}_{j-1}\Big]+A^{s}{}_{j}\Big\} \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=1 \\ \sum_{I=T,D}x_{I,1} \leq 0.15 * A^{s}{}_{1} \\ \\ j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\} \\ \sum_{I=T,D}x_{I,j}-y_{3,j}^{s+}+y_{3,j}^{s-} \leq 0.15 * \Big\{(1-\tau_g)\Big[\sum_{I=T,D}(1+I^{s}{}_{j-1})x_{I,j-1}++ \\ +\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j-1}\, xu_{b,t}\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B}C_{b,j-1}xu^{s}{}_{b,t}+N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1}xu_{j-1,t}-Obl^{s}{}_{j-1}\Big]+A^{s}{}_{j}\Big\} \end{cases}$$

$$
\begin{cases}
j=1 \\
x_{T,1} \geq 0.01 * A^{s}{}_{1} \\
\\
j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\} \\
x_{T,j} - y^{s+}_{4,j} + y^{s-}_{4,j} \geq 0.01 * \left\{ (1-\tau_g) \left[\sum_{I=T,D} (1+I^{s}{}_{j-1}) x_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1} xu_{b,t} + \right. \right. \\
\left. \left. + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu^{s}{}_{b,t} + N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu_{j-1,t} - Obl^{s}{}_{j-1} \right] + A^{s}{}_{j} \right\}
\end{cases}
$$

$$
\begin{cases}
j=1 \\
\sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} C_{b,j} xu_{b,t} + N_{j,j} \sum_{t=1}^{j} xu_{b,t} + \sum_{I=T,D} (1+I^{s}{}_{j}) x_{I,j} \geq Obl^{s}{}_{j} + \\
+ \tau_g \left[\sum_{I=T,D} (1+I^{s}{}_{j}) x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j+1}^{B} \Pr^{s}{}_{b,j} xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} C_{b,j} xu_{b,t} + N_{j,j} \sum_{t=1}^{j} xu_{j,t} - \right. \\
\left. - Obl^{s}{}_{j} \right] \\
\\
j=\{2,.....n\} \\
\sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} C_{b,j} xu_{b,t} + N_{j,j} \sum_{t=1}^{j} xu_{b,t} + \sum_{I=T,D} (1+I^{s}{}_{j}) x_{I,j} - y^{s+}_{5,j} + y^{s-}_{5,j} \geq Obl^{s}{}_{j} + \\
+ \tau_g \left[\sum_{I=T,D} (1+I^{s}{}_{j}) x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j+1}^{B} \Pr^{s}{}_{b,j} xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} C_{b,j} xu_{b,t} + N_{j,j} \sum_{t=1}^{j} xu_{j,t} - \right. \\
\left. - Obl^{s}{}_{j} \right]
\end{cases}
$$

$$\begin{cases} j=1 \\ x_{I\,j} \geq 0 \\ \\ j=\{2,.....n\} \\ x_{I\,j} - y^{s+}_{6,j} + y^{s-}_{6,j} \geq 0; \forall I = T, D, RF; \forall xu_{b,j} \in \mathrm{Z} \end{cases}$$

$$siendo:$$
$$x_{RF,j} = \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} Pr_{b,j+1} * xu_{b,t}$$
$$\forall b = \{j,.....B\}$$

Las decisiones de inversión que se obtienen con la resolución de este Modelo, se recogen en el cuadro 9.2 y son aquellas que:

*Maximizan el rendimiento del Fondo al final del horizonte temporal.

*Cumplen la condición de que todo el Activo del que se dispone en el Fondo de Pensiones se encuentra invertido.

* Garantizan el cumplimiento de las obligaciones.

*Cumplen los requerimientos legales de adecuación de las inversiones expuestos en el artículo 2 de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 2000, así como en la Ley 8/1987 y en el Real Decreto 1307/1988.

*Minimizan las desviaciones en relación a la robusted y la factibilidad del Modelo de optimización empleado.

Cuadro 9.2.

Activo	Decisión para cada período; $j, \forall\ j = \{1,2,.....n\}$
Tesorería	$x_{T,j}$
Depósitos	$x_{D,j}$
Renta Fija	$xu_{b,j}, \forall\ b = \{j,....B\}$

MENÚ SALIR

9.2.4. Cálculo del tipo de interés de valoración actuarial

Una vez que se ha obtenido la solución óptima del Modelo de Optimización Robusta aplicado al criterio de armonización del flujo de caja, se ha de calcular el tipo de interés al que se valora la provisión matemática que, como se indica en el punto 3 del artículo 2 de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, es:

"... el implícito de comparar el valor actual de los Activos que verifiquen alguna de las condiciones enumeradas en el apartado 1 anterior, actualizados al tipo que resulte de multiplicar su tasa interna de rentabilidad, deducida de su precio de adquisición por los porcentajes enumerados en el párrafo siguiente[1] con los pagos previsto por prestaciones y gastos derivados de las mismas"

Veamos a continuación como calculamos el valor actual de los Activos.

* En el caso de la Tesorería y los Depósitos los flujos que se perciben son la rentabilidad a la que se contrata el Depósito o en el mercado interbancario, y esta misma es la tasa interna de rentabilidad por la que han de actualizarse los flujos, corregida por el porcentaje del 95 por 100 por considerar, en nuestro caso, que estos Activos son valorados con la más alta calificación.

De esta forma el valor actual de la Tesorería, $V_{Act,T}$, y de los Depósitos, $V_{Act,D}$, es calculado en base a la siguiente formulación, para el momento presente, es decir $j = 1$:

[1] Estos porcentajes son del 95,92 y 89 por 100, según los títulos tengan una calificación AAA ó AA, A y BBB, respectivamente.

$$V_{Act,I} = \sum_{j=1}^{n} \frac{(1+I_j)x_{I,j}}{\prod_{t=1}^{j}(1+0.95*I_t)}$$

$$\forall I = T, D$$

* En el caso de la Renta Fija, en el siguiente cuadro se recogen los flujos percibidos en cada período "j" por cada uno de los bonos "b" así como la tasa interna de rentabilidad: $TIR_{b,j}$ de cada bono en cada período.

Cuadro 9.3.

Períodos	Flujos	Tasa Interna de Rentabilidad
$j=1$	$C_{1,1}xu_{1,1} + N_{1,1}xu_{1,1}$	$TIR_{1,1}$
	$C_{2,1}xu_{2,1}$	$TIR_{2,1}$
	.....	.....
	$C_{B,1}xu_{B,1}$	$TIR_{B,1}$
$j=2$	$C_{2,2}\sum_{t=1}^{j}xu_{2,t} + N_{2,2}\sum_{t=1}^{j}xu_{2,t}$	$TIR_{2,2}$
	$C_{3,2}\sum_{t=1}^{j}xu_{3,t}$	$TIR_{3,2}$
	.....	.....
	$C_{B,2}\sum_{t=1}^{j}xu_{B,t}$	$TIR_{B,2}$
.....	.....	.....
$j=n$	$\sum_{t=1}^{j}C_{B,t}xu_{B,t} + N_{B,n}\sum_{t=1}^{j}xu_{B,t}$	$TIR_{B,n}$

El valor actual de la Renta Fija, actualizando sus flujos al tipo de interés que resulte de multiplicar su tasa interna de rentabilidad, deducida de su precio de adquisición, por los porcentajes 92%, 90% y 87% por 100 en función de su calificación crediticia, es para el momento presente, j=1, el siguiente:

$$V_{\text{Act},RF} = \sum_{b=1}^{B}\sum_{t=1}^{b}\frac{C_{b,t}xu_{b,t} + N_{b,b}xu_{b,t}}{(1+Coef*TIR_{b,t})^{t}}$$

$$\forall Coef = 0.95;\ 0.92;\ 0.89$$

El tipo de interés de la provisión matemática, sobre la base del artículo 2 de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, o lo que es lo mismo el obtenido tras la aplicación del Modelo de armonización del flujo de caja o cash-flow, "i_v^{cf}" es:

$$\sum_{j=1}^{n}\frac{(1+I^{s}{}_{j})x_{I,j}}{\prod_{t=1}^{j}(1+0.95*I^{s}{}_{t})} + \sum_{b=1}^{B}\sum_{t=1}^{b}\frac{C_{b,t}xu_{b,t} + N_{b,b}xu_{b,t}}{(1+Coef*TIR^{s}{}_{b,t})^{t}} = \sum_{t=1}^{n}\frac{Obl^{s}{}_{t} + c^{s}{}_{t}}{(1+i_v^{cf,s})^{t}}$$

$$\forall Coef = 0.95;\ 0.92;\ 0.89$$

$$\forall I = T, D$$

De esta forma se dispone de un tipo de valoración actuarial para cada uno de los escenarios generados. Cada escenario tiene asignada una probabilidad de ocurrencia. Se puede obtener el valor medio del tipo de interés, así como facilitar, de forma conjunta con este cálculo, las probabilidades de

cada escenario para que sea la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones la que valore el acierto o no del tipo de interés obtenido.

Los resultados obtenidos, con la resolución del Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica aplicado a la Armonización del Flujo de Caja, se recogen en el siguiente cuadro.

Cuadro 9.4.

Fondo generado al final del horizonte temporal con la selección óptima de inversión	z
Asignación óptima de inversión en cada período $"j"$	$x_{T,j}, x_{D,j}$ $xu_{b,j}, x_{RF,j}$ $\forall\ b = \{j,.....B\}$
Tipo de valoración de las provisiones matemáticas para cada escenario $"s"$ generado	$i_v^{cf,s} si\ \ i_v^{cf,s} > i_v^s$ $i_v^s si\ \ i_v^s < i_v^{cf,s}$
Desviaciones en cuanto a robustez y factibilidad del Modelo para cada escenario $"s"$ generado, en cada período de tiempo $"j"$ y por cada restricción $"r"$ a la que se somete al Modelo de Armonización del Flujo de Caja.	w^{s-}, w^{s+} $y_{r,j}^{s+}, y_{r,j}^{s-}$

9.3. MODELO DE OPTIMIZACIÓN ROBUSTA MULTIPERIÓDICA APLICADO A LA INMUNIZACIÓN POR DURACIÓN

El método de Inmunización pretende encontrar una cartera cuyo valor presente se ajuste perfectamente al valor presente de las obligaciones, para el futuro previsible. Para la aplicación de este método se requiere información detallada de cada una de las inversiones que se llevan a cabo tanto en Activos de Renta Fija como en los de Renta Variable. Se van a realizar una serie de supuestos e hipótesis, tales como:

- El horizonte temporal es de "n" años, por lo tanto $j = \{1,2,...,n\}$.
- Los Activos de Renta Fija de los que se dispone en el mercado en el momento actual, tienen las siguientes características:

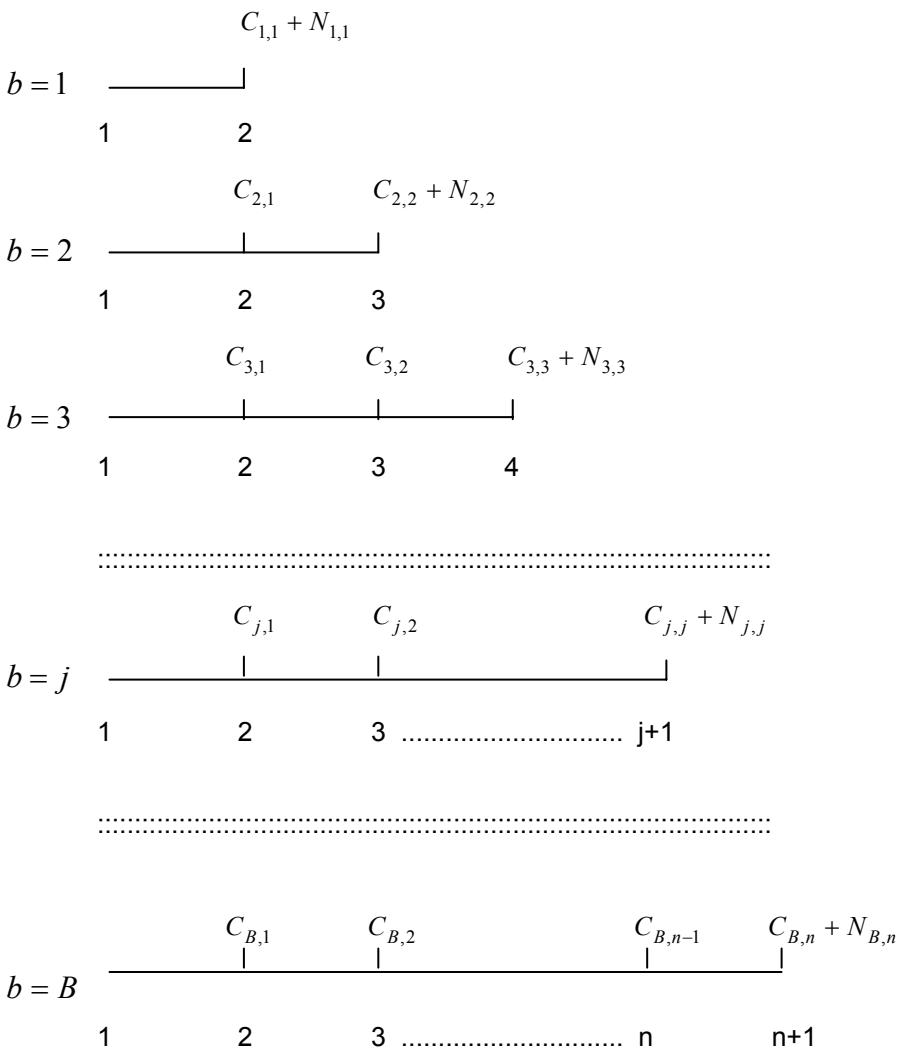
Bono 1: Cupón cero con vencimiento anual.
Bono 2: Cupón anual y amortización en dos años.
Bono 3: Cupón anual y amortización en tres años.
:::
Bono B-1: Cupón anual y amortización en "n-1" años.
Bono B: Cupón anual y amortización en "n" años.

En todos ellos el valor de amortización es el nominal, siendo este de 1.000 euros. Teniendo en cuenta la siguiente nomenclatura, gráficamente la estructura de los bonos es la siguiente:

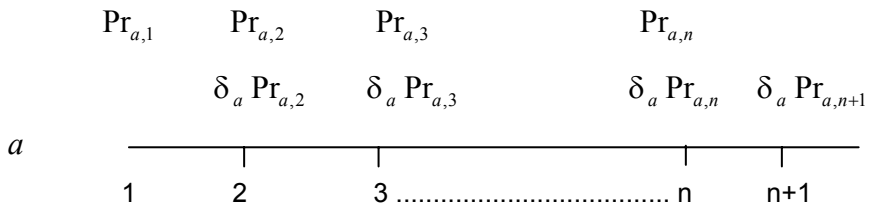
$C_{b,j}$: cupón pagado en el año "j" por el bono "b".

$N_{b,j}$: nominal en el año "j" por el bono "b".

$\forall\ b = \{1,2,.....,B\}$;



- Los Activos de Renta Variable de los que se dispone en el mercado tienen las siguientes características, siendo Ac el número total de acciones en el mercado. $\forall a = \{1,2,....Ac\}$



siendo:

δ_a : porcentaje de los precios en cada período que se destina a dividendos. Son dividendos anuales y constantes para cada acción "a" durante todo el horizonte temporal y se cobran al final del período en función del precio de mercado de la acción en ese momento.

$Pr_{a,j}$: precio de la acción "a" al inicio del período "j".

Los dividendos son cobrados al final de cada período y con anterioridad a la toma de decisión respecto a la desinversión a realizar en cada período.

En el momento actual, inicio del año 1, hay que decidir las inversiones a llevar a cabo en los diferentes períodos del horizonte temporal. Transcurrido el primer período se producirán una serie de flujos tanto por las inversiones y desinversiones realizadas como por las aportaciones que se realizan al Fondo. Estos flujos han de destinarse:

- En primer lugar a cubrir las prestaciones generadas en el período.

- Una vez realizados estos pagos, si el saldo entre los Activos y los Pasivos es positivo hay que invertir esa cuantía entre las alternativas existentes en el mercado, que en nuestro caso y en función de las restricciones legales son: Tesorería, Depósitos, Activos de Renta Fija y de Renta Variable. Se han realizado los siguientes supuestos:

a.) Cuando un bono de Renta Fija se extingue no se genera otro de las mismas características en el mercado, por lo tanto a medida que transcurren los períodos de tiempo las alternativas de inversión se ven reducidas. Transcurrido el primer período, los bonos entre los que invertir quedan reducidos a "B-1"; $\forall b = \{2,3.....B\}$

b.) La cuantía invertida inicialmente en un bono se mantiene hasta el vencimiento del mismo.

c.) La cuantía invertida inicialmente en un Activo de Renta Variable no puede invertirse en ningún otro Activo de Renta Variable. No obstante se permite vender, en cualquier momento del horizonte temporal, las cantidades invertidas en Renta Variable. De esta forma, para cualquier período "j", el número de acciones con que cuenta la cartera en ese momento es:

$$\sum_{t=1}^{j} \left(xu_{a,t} - xv_{a,t} \right)$$

siendo:

$xu_{a,j}$: número de acciones invertidas en el Activo "a" al inicio del período "j",

$xv_{a,j}$: número de acciones vendidas del Activo "a" al final del período "j";

En virtud de la letra a) del apartado 1 del artículo 52 del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados que indica que las inversiones se valorarán por su valor de mercado, la valoración de las acciones se realizará en todo momento en función del precio de las mismas en cada período. Con todo esto, la información que se requiere para llevar a cabo el Modelo de Armonización del Flujo de Caja, teniendo en cuenta que únicamente se consideran aptas las inversiones en Tesorería, Depósitos, Renta Fija y

Renta Variable, sobre la base de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, es la que se recoge en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.5.

	$j=1$	$j=2$	.....	$j=n-1$	$j=n$
ACTIVO					
Aportaciones	A_1	A_2	.....	A_{n-1}	A_n
Tesorería	T_1	T_2	.....	T_{n-1}	T_n
Depósitos	D_1	D_2	.....	D_{n-1}	D_n
Bonos					
$b=1$	$Pr_{1,1}$		.....		
	$C_{1,1}+N_{1,1}$				
$b=2$	$Pr_{2,1}$	$Pr_{2,2}$	.....		
	$C_{2,1}$	$C_{2,2}+N_{2,2}$	.....		
.....	.....	.....	.....	.....	.....
$b=B$	$Pr_{B,1}$	$Pr_{B,2}$	.....	$Pr_{B,n-1}$	
	$C_{B,1}$	$C_{B,2}$	.....	$C_{B,n-1}$	$C_{B,n}+N_{B,n}$
Acciones					
$\forall a=1,...,Ac$	$Pr_{a,1}$	$Pr_{a,2}$	.....	$Pr_{a,n-1}$	
	$\delta_a Pr_{a,2}$	$\delta_a Pr_{a,3}$	.....	$\delta_a Pr_{a,n}$	$\delta_a Pr_{a,n+1}$
PASIVO					
Obligaciones	Obl_1	Obl_2	.....	Obl_{n-1}	Obl_n
Gastos	c_1	c_2	.....	c_{n-1}	c_n

9.3.1. Función Objetivo

La Función Objetivo, basándonos en la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998 donde únicamente son considerados Activos aptos, para la aplicación de este metodo, la Tesorería, los Depósitos, la Renta Variable y la Renta Fija, es la siguiente:

$$Maximizar: F(x) = \sum_{I=T,D}(1+I_n)x_{I,n} + (C_{B,n} + N_{B,n})\sum_{j=1}^{n} xu_{B,j} +$$
$$+ \sum_{t=1}^{n-1}\sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,n+1}\left[\{xu_{a,t} - xv_{a,t}\} + xu_{a,n}\right] + \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr_{a,n+1}\left[\sum_{t=1}^{n} xu_{a,t} - \sum_{t=1}^{n-1} xv_{a,t}\right] +$$
$$+ \Pr_{a,n+1} xv_{a,n} - Obl_n - c_n$$

Se pretende maximizar el rendimiento de la cartera al final del horizonte temporal, esto es al final del año “n”, teniendo en cuenta que se haya cubierto la dotación de las reservas. Debido a los supuestos realizados el horizonte temporal finaliza en el año “n” y por lo tanto, en el último período, el pago de las pensiones y las comisiones a pagar a la Entidad Gestora o Depositaria coincide con la dotación de las reservas ya que no se producirán ni aportaciones ni prestaciones en el futuro.

Al final del año “n” se dispone de:

- La cuantía invertida al inicio del año en Tesorería y en Depósitos, así como la rentabilidad generada durante ese período por estas inversiones.

- Los flujos, cupones y nominal, percibidos por las cantidades invertidas durante todo el horizonte temporal en el bono “B”, que es

el único que no se ha amortizado con anterioridad a este período y que por tanto se encuentra activo en ese momento.

- Las cantidades invertidas en acciones durante todo el horizonte temporal que se encuentren en cartera en el momento “n” porque no se hayan vendido con anterioridad, así como los dividendos percibidos por estas y las desinversiones que se han producido en el año “n”.

9.3.2. Restricciones

9.3.2.1.Restricciones presupuestarias

Son aquellas que aseguran que el Activo del Fondo al inicio de cada ejercicio, quede totalmente invertido entre las distintas alternativas de inversión.

El Activo del Fondo al inicio del primer período F_1^0 está compuesto, únicamente, por la aportación de la que se informa en la certificación actuarial A_1. Dicha cuantía se invierte entre las distintas alternativas de inversión en ese período (Tesorería, Depósitos, "B" bonos de Renta Fija y "Ac" acciones de Renta Variable), tal como se refleja en la siguiente restricción presupuestaria.

$$F_1^0 = \sum_{I=T,D} x_{I,1} + \sum_{b=1}^{B} \Pr_{b,1}\, xu_{b,1} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,1}\, xu_{a,1} = A_1$$

El Activo del Fondo al final de primer período F_1 está formado por el Fondo al inicio de ese momento exceptuando los títulos que se amorticen en ese período, teniendo en cuenta además que la Renta Variable se valora a precio de mercado, es decir a los precios al final del período o lo que es lo mismo al inicio del siguiente, menos la cuantía que se haya enajenado de Renta Variable, la cual se habrá vendido, también, a precio de mercado:

$$\sum_{I=T,D} x_{I,1} + \sum_{b=2}^{B} \Pr_{b,1}\, xu_{b,1} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,2}\,(xu_{a,1} - xv_{a,1})$$

y la rentabilidad obtenida a lo largo del período, en el caso de la Tesorería y los Depósitos, junto con los cupones de los bonos en los que se ha

invertido y las amortizaciones de aquellos que llegan a su vencimiento, así como los dividendos percibidos por las acciones además de la parte que este período se haya enajenado de las acciones en vigor, esto es:

$$\sum_{I=T,D} I_1 x_{I,1} + \sum_{b=1}^{B} C_{b,1} xu_{b,1} + N_{1,1} xu_{1,1} + \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr_{a,2} xu_{a,1} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,2} xv_{a,1} .$$

La mencionada cuantía se ve disminuida por el pago de las pensiones devengadas Obl_1. Asimismo, al finalizar el período, debe hacerse frente al pago de las comisiones generadas por los servicios realizados por las Entidades Gestoras y Depositarias "c_1". La expresión de la comisión anual, a pagar a la Entidad Gestora, al final de período es un porcentaje τ_g del Fondo patrimonial. De esta forma el Activo del Fondo al final del primer período es:

$$\begin{aligned} F_1 = & \\ = (1-\tau_g) & \left[\sum_{I=T,D} (1+I_1) x_{I,1} + \sum_{b=2}^{B} \Pr_{b,1} xu_{b,1} + \sum_{b=1}^{B} C_{b,1} xu_{b,1} + N_{1,1} xu_{1,1} \right. \\ & \left. + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,2} (xu_{a,1} - xv_{a,1}) + \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr_{a,2} xu_{a,1} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,2} xv_{a,1} - Obl_1 \right] \end{aligned}$$

El Fondo, al inicio del segundo período F_2^0, está formado por el Fondo al final del primer período F_1 más la aportación realizada en el segundo período A_2. Este Fondo ha de invertirse entre las distintas alternativas: Tesorería, Depósitos, bonos $\{2,3,....,B\}$, y acciones $\{1,2,3,....,Ac\}$. Asimismo hay que mantener tanto la inversión en los bonos $\{2,3,....,B\}$ que se realizó en el primer

período, como las acciones que no se hayan vendido. Por lo tanto la restricción presupuestaria para el segundo período es:

$$F_2^0 = \sum_{I=T,D} x_{I,2} + \sum_{b=2}^{B} \Pr_{b,2}\, xu_{b,1} + \sum_{b=2}^{B} \Pr_{b,2}\, xu_{b,2} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,2} \left\{ xu_{a,1} - xv_{a,1} \right\} =$$
$$= F_1 + A_2$$

El Activo del Fondo al final del segundo período F_2 está formado por el Activo del Fondo al inicio del período exceptuando los títulos amortizados, valorando las acciones a precio de mercado, menos las unidades vendidas de Renta Variable:

$$\sum_{I=T,D} x_2 + \sum_{b=3}^{B} \Pr_{b,2}\, xu_{b,1} + \sum_{b=3}^{B} \Pr_{b,2}\, xu_{b,2} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,3} \left\{ (xu_{a,1} - xv_{a,1}) + (xu_{a,2} - xv_{a,2}) \right\}$$

y la rentabilidad obtenida a lo largo del período con las inversiones en Tesorería y Depósitos, los cupones que se generan y las amortizaciones de los bonos que se producen en ese período, así como los dividendos percibidos de las acciones en vigor, junto con los ingresos por las ventas de las acciones realizadas al final del período, las cuales se realizan al precio de la acción al inicio del siguiente año:

$$\sum_{I=T,D} I_2 x_{I,2} + \sum_{b=2}^{B} C_{b,2} xu_{b,1} + \sum_{b=2}^{B} C_{b,2} xu_{b,2} + N_{b,2} (xu_{2,1} + xu_{2,2}) +$$
$$+ \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr_{a,3} \left\{ (xu_{a,1} - xv_{a,1}) + xu_{a,2} \right\} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,3}\, xv_{a,2}$$

La cuantía obtenida se ve disminuida por el pago de las pensiones devengadas Obl_2 y por la comisión anual a pagar a la Entidad Gestora al final del segundo período, c_2. El Fondo, al final del segundo período, es:

$$F_2 = (1-\tau_g)\Bigg[\sum_{I=T,D}(1+I_2)x_{I,2} + \sum_{b=3}^{B}\Pr_{b,2}\, xu_{b,1} + \sum_{b=3}^{B}\Pr_{b,2}\, xu_{b,2} + \sum_{b=2}^{B}C_{b,2}xu_{b,1} +$$
$$+ \sum_{b=2}^{B}C_{b,2}xu_{b,2} + N_{2,2}(xu_{2,1}+xu_{2,2}) + \sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,3}\left\{(xu_{a,1}-xv_{a,1})+(xu_{a,2}-xv_{a,2})\right\}+$$
$$+ \sum_{a=1}^{Ac}\delta_a\,\Pr_{a,3}\left\{(xu_{a,1}-xv_{a,1})+xu_{a,2}\right\} + \sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,3}\, xv_{a,2} - Obl_2\Bigg]$$

Si se aplica el mismo mecanismo en períodos sucesivos y se generaliza para un período cualquiera *"j"*, el Activo del Fondo al inicio del período F_j^0 está compuesto por $F_{j-1}+A_j$. La restricción presupuestaria del momento *"j"*, donde quedan $B-j$ bonos en vigor, sobre la base del supuesto de que hay tantos bonos como períodos y en cada período de tiempo se amortiza uno de ellos, y tantas acciones como resultado de las iniciales, menos las desinversiones y las nuevas adquisiciones, se generaliza en:

$$F_j^0 = \sum_{I=T,D}x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}Pr_{b,j}xu_{b,t} + \sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j}\, xu_{a,j} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}\right\} =$$
$$= (1-\tau_g)\Bigg[\sum_{I=T,D}(1+I_{j-1})x_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j-1}\, xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B}C_{b,j-1}xu_{b,t} +$$
$$+ N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1}xu_{j-1,j} + \sum_{t=1}^{j-2}\sum_{a=1}^{Ac}\delta_a\,\Pr_{a,j}\left\{(xu_{a,t}-xv_{a,t})+xu_{a,j-1}\right\}+$$
$$+ \sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j}\, xv_{a,j-1} - Obl_{j-1}\Bigg] + A_j$$

El Activo del Fondo al final del período F_j está formado por el Fondo al inicio del período exceptuando los títulos que se amorticen y la rentabilidad obtenida a lo largo del período así como los cupones percibidos en el mismo, junto con los nominales cobrados por el bono que se amortiza en el período, esto es el bono "j" y los dividendos de las acciones en vigor, junto con las desinversiones realizadas en el período "j". La cuantía así obtenida se ve disminuida por el pago de las pensiones devengadas Obl_j .

$$F_j = \sum_{I=T,D}(1+I_j)x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j+1}^{B}\Pr_{b,j}\, xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}C_{b,j}xu_{b,t} + N_{j,j}\sum_{t=1}^{j}xu_{j,t} +$$
$$+ \sum_{t=1}^{j}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j+1}\left\{(xu_{a,t} - xv_{a,t})\right\} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac}\delta_a\,\Pr_{a,j+1}\left\{(xu_{a,t} - xv_{a,t}) + xu_{a,j}\right\} +$$
$$+ \sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j+1}\, xv_{a,j} - Obl_j$$

Si al Fondo se incorporan las comisiones, a pagar a la Entidad Gestora al final del período c_j , la nueva expresión es:

$$F_j = (1-\tau_g)\left[\sum_{I=T,D}(1+I_j)x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j+1}^{B}\Pr_{b,j}\, xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}C_{b,j}xu_{b,t} + N_{j,j}\sum_{t=1}^{j}xu_{j,t} +\right.$$
$$+ \sum_{t=1}^{j}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j+1}\left\{(xu_{a,t} - xv_{a,t})\right\} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac}\delta_a\,\Pr_{a,j+1}\left\{(xu_{a,t} - xv_{a,t}) + xu_{a,j}\right\} +$$
$$\left. + \sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j+1}\, xv_{a,j} - Obl_j\right]$$

Con todo ello, la expresión genérica de las restricciones presupuestarias, es:

$$
\begin{cases}
j=1; b=\{1,2,.....B\}; a=\{1,2.....Ac\} \\
F_1^0 = \sum_{I=T,D} x_{I,1} + \sum_{b=1}^{B} \Pr_{b,1}\, xu_{b,1} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,1}\, xu_{a,1} = A_1 \\
\\
j=\{2,.....,n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,...Ac\} \\
\sum_{I=T,D} x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} Pr_{b,j} xu_{b,t} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,j}\, xu_{a,j} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,j} \{xu_{a,t} - xv_{a,t}\} = \\
= (1-\tau_g) \left[\sum_{I=T,D} (1+I_{j-1}) x_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1}\, xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu_{b,t} + \right. \\
+ N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu_{j-1,j} \sum_{t=1}^{j-2} \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr_{a,j} \{(xu_{a,t} - xv_{a,t}) + xu_{a,j-1}\} + \\
\left. + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,j}\, xv_{a,j-1} - Obl_{j-1} \right] + A_j
\end{cases}
$$

9.3.2.2.Restricciones legales

Las restricciones legales que se incluyen en este Modelo son de dos tipos:

9.3.2.2.1. Restricciones legales basadas en la Ley 8/1987 y el Real Decreto 1307/1988.

9.3.2.2.2. Restricciones legales en función de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998.

9.3.2.2.1. En cuanto a las restricciones basadas en la Ley 8/1987 y en el Real Decreto 1307/1988, éstas han sido expuestas detalladamente en el epígrafe anterior y su aplicación para este método, en el que se incluye inversión en Renta Variable es la siguiente:

En primer lugar se debe tener en cuenta que el 90 por 100 está invertido en Activos financieros contratados en mercados organizados y depósitos. Puesto que, debido a las restricciones de la Orden Ministerial de 23 de diciembre, los Activos tales como créditos con garantía hipotecaria o inmuebles no son aptos, la restricción legal es:

$$
\begin{cases}
j=1; b=\{1,2,....B\}; a=\{1,2,....Ac\} \\
x_{D,1}+\sum_{b=1}^{B}\Pr_{b,1}\,xu_{b,1}+\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,1}\,xu_{a,1}\geq 0.9*A_1 \\
\\
j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,....Ac\} \\
x_{D,j}+\sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j}\,xu_{b,t}+\Pr_{a,j}\,xu_{a,j}+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j}\{xu_{a,t}-xv_{a,t}\}\geq \\
\geq 0.9*\left\{(1-\tau_g)\left[\sum_{I=T,D}(1+I_{j-1})x_{I,j-1}+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j-1}\,xu_{b,t}+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B}C_{b,j-1}xu_{b,t}+\right.\right. \\
+N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1}xu_{j-1,t}+\sum_{t=1}^{j-2}\sum_{a=1}^{Ac}\delta_a\,\Pr_{a,j}\{(xu_{a,t}-xv_{a,t})+xu_{a,j-1}\} \\
\left.\left.+\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j}\,xv_{a,j-1}-Obl_{j-1}\right]+A_j\right\}
\end{cases}
$$

El porcentaje de Depósitos bancarios, expresados mediante (D y T) no ha de superar el 15 por 100 del Activo del Fondo.

$$
\begin{cases}
j=1 \\
\sum_{I=T,D}x_{I,1}\leq 0.15*A_1 \\
\\
j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,....Ac\} \\
\sum_{I=T,D}x_{I,j}\leq 0.15*\left\{(1-\tau_g)\left[\sum_{I=T,D}(1+I_{j-1})x_{I,j-1}+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j-1}\,xu_{b,t}+\right.\right. \\
+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B}C_{b,j-1}xu_{b,t}+N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1}xu_{j-1,t}+\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j}\,xv_{a,j-1}+ \\
\left.\left.+\sum_{t=1}^{j-2}\sum_{a=1}^{Ac}\delta_a\,\Pr_{a,j}\{(xu_{a,t}-xv_{a,t})+xu_{a,j-1}\}+-Obl_{j-1}\right]+A_j\right\}
\end{cases}
$$

Finalmente, se exige al Activo del Fondo un coeficiente mínimo de liquidez del 1 por 100 que debe estar invertido en depósitos a la vista y en Activos del mercado monetario con vencimiento no superior a tres meses y expresado por T.

$$
\begin{cases}
j = 1 \\
x_{T,1} \geq 0.01 * A_1 \\
\\
j = \{2,3,.....n\}; b = \{j,.....B\}; a = \{1,2,....Ac\} \\
x_{T,j} \geq 0.01 * \left\{ (1-\tau_g) \left[\sum_{I=T,D} (1+I_{j-1}) x_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1} \, xu_{b,t} + \right. \right. \\
+ \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu_{b,t} + N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu_{j-1,t} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,j} \, xv_{a,j-1} + \\
\left. \left. - \sum_{t=1}^{j-2} \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr_{a,j} \left\{ (xu_{a,t} - xv_{a,t}) + xu_{a,j-1} \right\} + Obl_{j-1} \right] + A_j \right\}
\end{cases}
$$

9.3.2.2.2. Restricciones legales en función de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998

La normativa de la Orden Ministerial ha influido también en las restricciones anteriores en el sentido de limitar los Activos aptos para la aplicación de este modelo a la Tesorería, los Depósitos, la Renta Fija y la Renta Variable. Pero además de esta limitación inicial en el artículo 3 de la presente Orden se desarrollan las siguientes normas:

En el artículo 3.1 se indica que:

" Para las operaciones a que se refiere la letra b) del apartado 2 del artículo 33 del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados deberán cumplirse los siguientes requisitos:

a) El valor de mercado de las inversiones asignadas a la operación de seguro debe ser en todo momento igual o superior al valor actualizado de los flujos correspondientes a las obligaciones derivadas de los contratos determinados a tipos de interés de mercado correspondientes al plazo de cada flujo.

b) La Duración financiera corregida calculada a tipo de interés de mercado de Activos y Pasivos deberá ser equivalente.

c) La sensibilidad, ante variaciones de los tipos de interés, de los valores actuales de Activos y Pasivos deberá ser equivalente."

En la letra a) se hace referencia a las inversiones con lo cual se puede entender que estas son la Tesorería, los Depósitos, la Renta Fija y la Renta Variable. Pero en el apartado 2 de este mismo artículo se indica que "a los efectos de la verificación del cumplimiento de los requisitos contenidos en el apartado 1

no se computarán los Pasivos que se pretendan cubrir con Renta Variable". Por lo tanto no se aplica la inversión de Renta Variable para esta restricción. Además hay que establecer una distinción entre aquellos Pasivos que van a estar cubiertos con Tesorería, Depósitos y Renta Fija y los que lo están con la Renta Variable. La información sobre el total de obligaciones a cubrir en cada período vendrá dada en la certificación actuarial, mientras que la cuantía, del montante de obligaciones, cubierta con Renta Variable o con el resto de Activos constituye una decisión a tomar. De esta forma la restricción a incluir en el modelo es la siguiente:

$$j = \{1,2,.....n\}$$
$$Obl_j = Obl_j(T, D, RF) + Obl_j(RV)$$

$siendo$:

Obl_j : obligaciones del Fondo de Pensiones en el período "j"

$Obl_j(T, D, RF)$: obligaciones del Fondo de Pensiones, cubiertas con Tesorería, Depósitos o Renta Fija, en el período "j"

$Obl_j(RV)$: obligaciones del Fondo de Pensiones, cubiertas con Renta Variable, en el período "j"

El Pasivo al que ha de hacer frente el Fondo de Pensiones está compuesto tanto por las prestaciones que ha de cubrir como de los gastos que ha de sufragar. Como se ha expuesto anteriormente al final de cada período debe hacerse frente al pago de las comisiones generadas por los servicios realizados por las Entidades Gestoras y Depositarias y que hemos denotado para el momento "j", por "c_j". Las comisiones se pagan al final del período "j" en y en ese período el precio de mercado de la acciones es el del inicio del año "j+1", por lo tanto la formulación de la comisión es igual a:

$$c_j = (\tau_g)\left[\sum_{I=T,D}(1+I_j)x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j+1}^{B}\mathrm{Pr}_{b,j}\,xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}C_{b,j}xu_{b,t} + N_{j,j}\sum_{t=1}^{j}xu_{j,t} + \right.$$
$$+\sum_{t=1}^{j}\sum_{a=1}^{Ac}\mathrm{Pr}_{a,j+1}\left\{(xu_{a,t}-xv_{a,t})\right\} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac}\delta_a\,\mathrm{Pr}_{a,j+1}\left\{(xu_{a,t}-xv_{a,t})+xu_{a,j}\right\} +$$
$$\left.+\sum_{a=1}^{Ac}\mathrm{Pr}_{a,j+1}\,xv_{a,j} - Obl_j\right]$$

En base a que la cartera de obligaciones se puede dividir en dos grupos, en función de que clase de Activos den cobertura a las prestaciones, podemos realizar la siguiente subdivisión de las comisiones de la Entidad Gestora.

$$c_j(T,D,RF) = (\tau_g)\left[\sum_{I=T,D}(1+I_j)x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j+1}^{B}\mathrm{Pr}_{b,j}\,xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}C_{b,j}xu_{b,t} + \right.$$
$$\left.+N_{j,j}\sum_{t=1}^{j}xu_{j,t} - Obl_j(T,D,RF)\right]$$

$$c_j(RV) = (\tau_g)\left[\sum_{t=1}^{j}\sum_{a=1}^{Ac}\mathrm{Pr}_{a,j+1}\left\{(xu_{a,t}-xv_{a,t})\right\} + \sum_{a=1}^{Ac}\mathrm{Pr}_{a,j+1}\,xv_{a,j} - Obl_j(RV) + \right.$$
$$\left.+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac}\delta_a\,\mathrm{Pr}_{a,j+1}\left\{(xu_{a,t}-xv_{a,t})+xu_{a,j}\right\}\right]$$

Donde, como se puede comprobar, se cumple que:

$$c_j = c_j(T,D,RF) + c_j(RV)$$

De esta forma para cualquier momento “j”, se dispone de información sobre el Pasivo cubierto con Tesorería, Depósitos y Renta Fija, es decir:

$Obl_j(T,D,RF)+c_j(T,D,RF)$, así como del cubierto con Renta Variable, siendo este último: $Obl_j(RV)+c_j(RV)$

El valor del mercado de las inversiones coincide con su precio, es decir el valor actualizado de los flujos de las mismas, actualizado por su Tasa Interna de Rentabilidad. Como se ha señalado anteriormente el precio es coincidente con la cuantía que se invierte en el Activo en el momento de la adquisición para los casos de la Tesorería y los Depósitos. La restricción correspondiente al apartado 1.a del artículo 3 de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998 es, teniendo en cuenta que los tipos del mercado son tipos a plazo, calculados en función del Modelo de Generación de Escenarios expuesto en el Capítulo 4 o de los diversos modelos expuestos en el epígrafe 8.3 que recogen la estructura temporal de los tipos de interés, la siguiente:

$$j=\{1,2,.....n\};b=\{j,.....B\}$$

$$\sum_{I=T,D}x_{I,j}+\sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j}\,xu_{b,t}\geq\sum_{t=j}^{n}\frac{Obl_t(T,D,RF)+c_t(T,D,RF)}{(1+i_{j,t+1-j})^{t+1-j}}$$

En el apartado 1.d se indica que la Duración financiera de Activos y Pasivos ha de ser equivalente, considerando equivalente aquellos valores que no difieran entre sí más de un 1 por 100. Realizamos a continuación los siguientes cálculos:

1. Duración de la cartera de Activos.

2. Duración de la cartera de Pasivos.

1. La Duración de la cartera de Activos se calcula de la siguiente forma:

En el caso de la Tesorería y los Depósitos la Duración es coincidente con el plazo de la inversión. En nuestro caso, y en base a los supuestos expuestos al inicio de este capítulo, este plazo y con ello la Duración es 1 año.

La cartera de Renta Fija, está compuesta por un conjunto de títulos. En función al esquema, que se utiliza en este trabajo, de comportamiento de estos títulos, la Duración de un bono "b", cuya amortización se produce en el año "b", y en el que se han invertido títulos desde el momento inicial hasta "j", en el período "j" es igual a:

$$D_{b,j} = \frac{\sum_{p=1}^{b-j} p \frac{C_{b,j+p} \sum_{t=1}^{j} xu_{b,t}}{(1+TIR_{b,j})^{p}} + (b-j)\frac{N_{b,b} \sum_{t=1}^{j} xu_{b,t}}{(1+TIR_{b,j})^{b-j}}}{\Pr_{b,j} \sum_{t=1}^{j} xu_{b,t}}$$

Para obtener la Duración de la cartera de bonos en el momento "j", hay que tener en cuenta que:

- El número de bonos en vigor en el momento "j" es igual a "B-j", siendo "B" el bono de mayor vencimiento.
- El valor de la cartera de bonos en el momento "j"; $V_{cb,j}$ es igual a:

$$V_{cb,j} = \sum_{b=j}^{B} \left\{ \sum_{p=1}^{b-j} \left(\frac{C_{b,j+p} \sum_{t=1}^{j} xu_{b,t}}{(1+TIR_{b,j})^{p}} \right) + \frac{N_{b,b} \sum_{t=1}^{j} xu_{b,t}}{(1+TIR_{b,j})^{b-j}} \right\}$$

La Duración de la cartera de bonos en el momento "j"; $D_{cb,j}$ es:

$$D_{cb,j} = \frac{1}{V_{cb,j}} \sum_{b=j}^{B} D_{b,j} \, \mathrm{Pr}_{b,j} \sum_{t=1}^{j} xu_{b,j}$$

Con esta información, la Duración de la cartera de Activo, en el momento "j" es igual a:

$$D_{Act,j} = D_{T,j} + D_{D,j} + D_{cb,j}$$

2. La Duración de una cartera de Pasivo en el momento "j", considerando que:

- Para estos cálculos hay que tener en cuenta exclusivamente las obligaciones cubiertas con Tesorería, Depósitos y Renta Fija.

- El flujo del Pasivo al inicio del momento "j" es igual a:

$$\left[Obl_j(T,D,RF) + c_j(T,D,RF), (j+1) - j\right]$$

$$\left[Obl_{j+1}(T,D,RF) + c_{j+1}(T,D,RF), (j+2) - j\right]$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots;\left[Obl_n(T,D,RF) + c_n(T,D,RF), (n+1) - j\right]$$

- El valor de la cartera de Pasivo, en el momento "j", valorada al tipo a plazo, $V_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j}$, es:

$$V_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j} = \sum_{t=j}^{n} \frac{Obl_t(T,D,RF) + c_t(T,D,RF)}{(1+i_{j,(t+1)-j})^{(t+1)-j}}$$

Por lo tanto la Duración de la cartera de Pasivo, en el momento "j", $D_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j}$, es:

$$D_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j} = \sum_{t=j}^{n} [(t+1)-j] \frac{\frac{Obl_t(T,D,RF) + c_t(T,D,RF)}{(1+i_{j,(t+1)-j})^{(t+1)-j}}}{V_{Obl(R,D,RF)+c(T,D,RF),j}}$$

De esta forma la restricción correspondiente al requisito de Duración es la siguiente:

$$\left| D_{T,j} + D_{D,j} + D_{cb,j} - D_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j} \right| \leq 0.01$$

En cuanto al requisito expuesto en el apartado 1.c relativo a la sensibilidad, ante las variaciones de los tipos de interés, de los Activos y Pasivos, analizando los diferentes conceptos que informan sobre la variación de los precios ante variaciones en los tipos de interés que fueron desarrolladas en el epígrafe 8.3, esto es: Sensibilidad (en el sentido de Hicks), Variabilidad y Convexidad, nos decantamos por utilizar el de Convexidad. Esto se debe a que este concepto mejora los anteriores y además se produce una cierta similitud

con la formulación de la Duración, lo que nos facilita la implementación del mismo. Realizamos a continuación los siguientes cálculos:

1. Convexidad de la cartera de Activos.

2. Convexidad de la cartera de Pasivos.

1. La Convexidad de la cartera de Activos se calcula de la siguiente forma:

En el caso de la Tesorería y los Depósitos, donde el plazo de la inversión es de un año, tenemos que:

$$Conv_{I,j} = \frac{1}{2}\left\{\frac{\left[(j+1)-j\right]\left[(j+1)-j+1\right]\frac{(1+I_j)x_{I,j}}{(1+I_j)^{(j+1)-j}}}{\frac{(1+I_j)x_{I,j}}{(1+I_j)^{t}}}\right\} = 1; \forall I = T, D$$

Para obtener la Convexidad de la cartera de Activos de Renta Fija, compuesta por diferentes títulos, obtenemos en primer lugar la Convexidad de un bono “b” cuya amortización se produce en el año “b”, y en el que se han invertido títulos desde el momento inicial hasta “j”, en el período “j”, esto es:

$$Conv_{b,j} = \frac{1}{2}\left\{\frac{\sum_{p=1}^{b-j} p(p+1)\frac{C_{b,j+p}\sum_{t=1}^{j} xu_{b,t}}{(1+TIR_{b,j})^{p}} + (b-j)(b-j+1)\frac{N_{b,b}\sum_{t=1}^{j} xu_{b,t}}{(1+TIR_{b,j})^{b-j}}}{\Pr_{b,j}\sum_{t=1}^{j} xu_{b,t}}\right\}$$

Al calcular la Convexidad de la cartera de bonos en el momento "j", hay que tener en cuenta que:

- El número de bonos en vigor en el momento "j" es igual a "B-j", siendo "B" el bono de mayor vencimiento.
- El valor de la cartera de bonos en el momento "j"; $V_{cb,j}$ es igual a:

$$V_{cb,j} = \sum_{b=j}^{B} \left\{ \sum_{p=1}^{b-j} \left(\frac{C_{b,j+p} \sum_{t=1}^{j} xu_{b,t}}{(1+TIR_{b,j})^{p}} \right) + \frac{N_{b,b} \sum_{t=1}^{j} xu_{b,t}}{(1+TIR_{b,j})^{b-j}} \right\}$$

La Convexidad de una cartera de bonos en el momento "j" es obtenida a través de la siguiente formulación:

$$Conv_{cb,j} = \frac{1}{2 * V_{cb,j}} \sum_{b=j}^{B} \left\{ \left(\Pr_{b,j} \sum_{p=1}^{j} xu_{b,p} \right) * \left(Conv_{b,j} \right) \right\}$$

Para el momento "j", la Convexidad del Activo es:

$$Conv_{Act,j} = Conv_{T,j} + Conv_{D,j} + Conv_{cb,j}$$

2. La Convexidad de una cartera de Pasivo en el momento "j", considerando que:

- Para estos cálculos hay que tener en cuenta exclusivamente las obligaciones cubiertas con Tesorería, Depósitos y Renta Fija.

- El flujo del Pasivo al inicio del momento “j” es igual a:

$$\left[Obl_j(T,D,RF)+c_j(T,D,RF),(j+1)-j\right]$$

$$\left[Obl_{j+1}(T,D,RF)+c_{j+1}(T,D,RF),(j+2)-j\right]$$

$$.....;\left[Obl_n(T,D,RF)+c_n(T,D,RF),(n+1)-j\right]$$

- El valor de la cartera de Pasivo, en el momento “j”, valorada al tipo de mercado o tipo a plazos, $V_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j}$, es:

$$V_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j}=\sum_{t=j}^{n}\frac{Obl_t(T,D,RF)+c_t(T,D,RF)}{(1+i_{j,(t+1)-j})^{(t+1)-j}}$$

La Convexidad de la cartera de Pasivo, en el momento “j”, es:

$$Conv_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j}=$$

$$=\frac{1}{2}\sum_{t=j}^{n}\left[(t+1)-j\right]\left[(t+1)-j+1\right]\frac{\dfrac{Obl_t(T,D,RF)+c_t(T,D,RF)}{(1+i_{j,(t+1)-j})^{(t+1)-j}}}{V_{Obl(R,D,RF)+c(T,D,RF),j}}$$

La restricción correspondiente al requisito de Convexidad es la siguiente:

$$\left|Conv_{T,j}+Conv_{D,j}+Conv_{cb,j}-Conv_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j}\right|\le 0.01$$

La definición de los conceptos financieros utilizados, tales como Duración financiera o el análisis de sensibilidad de los valores actuales de los

Activos y Pasivos ante cambios en los tipos de interés, ha de ser remitida a la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones.

Una de las diferencias de este Modelo con el Armonización de Flujos de Caja es la consideración de la Renta Variable como Activo apto para la aplicación del Modelo de Inmunización. Veamos, a continuación, qué restricciones hay que tener en cuenta respecto a las inversiones relativas a este Activo.

En el apartado 2 del artículo 3 de la Orden Ministerial se indica que:

" En ningún caso podrá estar invertido en Renta Variable un importe superior al 25 por 100 del valor de la provisión matemática al comienzo de la operación de seguro.

Los valores negociables de Renta Variable se utilizarán para la cobertura de Pasivos con vencimiento superior a diez años desde la adquisición de los mencionados valores. En consecuencia, no podrá invertirse inicialmente en Renta Variable un importe superior al valor actual de las prestaciones y gastos a satisfacer a más de diez años desde el inicio de la operación de seguro, ni las adquisiciones posteriores podrán hacer que el volumen total de la inversión supere, en el momento en que se efectúen, el valor actual de las prestaciones y gastos con vencimiento superior a diez años en dicho momento.

En ningún caso la inversión en Renta Variable superará el 50 por 100 de la provisión matemática en cualquier momento."

De la lectura de esta normativa se desprende la idea de que no se pueden cubrir obligaciones con Renta Variable si entre la inversión en este Activo y el vencimiento de la Obligación transcurren menos de diez años. Esto implica que los diez primeros años, desde el inicio del Plan de Pensiones,

todas las obligaciones han de estar cubiertas por Activos diferentes a la Renta Variable. Lo cual supone la siguiente restricción:

$$j = \{1,2,3.....,10\}$$
$$Obl_j(RV) = 0$$

La expresión matemática de las demás restricciones motivadas por la regulación del apartado 2 del artículo 3 es la siguiente:

$$\begin{cases} j = 1; a = \{1,2,.....Ac\} \\ \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,1}\, xu_{a,1} \le 0.25 * PM_1 \\ \\ j = \{2,3,.....n\}; a = \{1,2,.....Ac\} \\ \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,j} \left\{ xu_{a,t} - xv_{a,t} + xu_{a,j} \right\} \le 0.5 * PM_j \end{cases}$$

$$\begin{cases} j = 1; a = \{1,2,.....Ac\} \\ \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,1}\, xu_{a,1} \le \sum_{t=0}^{n-10} \frac{Obl_{t+10}(RV) + c_{t+10}(RV)}{(1+i_{1,t+10})^{t+10}} \\ \\ j = \{2,3,.....n-10\}; a = \{1,2,.....Ac\} \\ \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,j} \left\{ xu_{a,t} - xv_{a,t} + xu_{a,j} \right\} \le \sum_{t=j}^{n-10} \frac{Obl_{t+10}(RV) + c_{t+10}(RV)}{(1+i_{j,t+10})^{t+10}} \end{cases}$$

Se indica también en este apartado que, a efectos de minimizar el riesgo de estos valores, se ha de invertir en valores de Renta Variable con una

frecuencia de cotización superior al 80 por 100 y además se ha de procurar una razonable diversificación por sectores de actividad.

"... cuando resten tres años para el vencimiento de las prestaciones cubiertas con Renta Variable, y por importe de la diferencia entre la provisión matemática de toda la operación de seguro y el valor contable de los Activos de Renta Fija más el valor de mercado de los de Renta Variable, la entidad asignará otros Activos, no computados para cobertura del resto de provisiones técnicas de la entidad, que pertenezcan a alguna de las categorías a que se refiere el apartado 2 del artículo 2 de la presente Orden, los cuales quedarán afectos a estas operaciones. El importe a asignar será de un tercio de la diferencia cuando resten tres años, la mitad de la misma cuando resten dos años, y la totalidad cuando reste un año."

En cuanto al valor contable de los Activos en Renta Fija, en el artículo 2.6 de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998 se indica que el valor contable en el caso de la Renta Fija, estará compuesto por el precio de adquisición más la rentabilidad implícita positiva o negativa, y la explícita periodificada hasta el momento de valoración. En este trabajo se obtiene el valor contable en función de la rentabilidad implícita, esto es: sus cupones y el valor de amortización. Por lo tanto el valor contable coincide con el precio del mercado del bono en cada período.

Las alternativas de inversión, como ya se ha comentado, son las mismas para los tres Modelos con los que trabajamos. De esta forma la cuantía destinada a Tesorería, Depósitos y Renta Fija en función de esta última restricción y que denotamos por un (*) corresponden a Activos con las mismas características que los definidos en el resto de restricciones.

El requisito legal expuesto queda recogido en la siguiente restricción:

$$\begin{cases} j=7; b=\{7,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\ \frac{1}{3}\left\{PM_7 - \left[\sum_{t=1}^{7}\sum_{b=8}^{B}\Pr_{b,7}\, xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{7}\sum_{b=7}^{B}C_{b,7}xu_{b,t} + N_{7,7}\sum_{t=1}^{7}xu_{b,t} + \right.\right. \\ \left.\left. + \sum_{t=1}^{7}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,7}\left\{xu_{a,t} - xv_{a,t} + xu_{a,7}\right\}\right]\right\} = \sum_{b=7}^{B}\Pr_{b,7}\, xu^*_{b,7} + \sum_{I=T,D}x^*_{I,7} \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=8; b=\{8,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\ \frac{1}{3}\left\{PM_8 - \left[\sum_{t=1}^{8}\sum_{b=9}^{B}\Pr_{b,8}\, xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{8}\sum_{b=8}^{B}C_{b,8}xu_{b,t} + N_{8,8}\sum_{t=1}^{8}xu_{b,t} + \right.\right. \\ \left.\left. + \sum_{t=1}^{8}\sum_{a=1}^{8}\Pr_{a,8}\left\{xu_{a,t} - xv_{a,t} + xu_{a,8}\right\}\right]\right\} + \\ + \frac{1}{2}\left\{PM_7 - \left[\sum_{t=1}^{7}\sum_{b=8}^{B}\Pr_{b,t}\, xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{7}\sum_{b=7}^{B}C_{b,t}xu_{b,t} + N_{7,7}\sum_{t=1}^{7}xu_{b,t} + \right.\right. \\ \left.\left. + \sum_{t=1}^{7}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,7}\left\{xu_{a,t} - xv_{a,t} + xu_{a,7}\right\}\right]\right\} = \\ = \sum_{b=8}^{B}\Pr_{b,8}\, xu^*_{b,8} + \sum_{I=T,D}x^*_{I,8} \end{cases}$$

$$
\begin{cases}
j=\{9,10,.....n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\
\frac{1}{3}\left\{PM_j-\left[\sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j+1}^{B}\Pr_{b,j}\,xu_{b,t}+\sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}C_{b,j}xu_{b,t}+N_{j,j}\sum_{t=1}^{j}xu_{b,t}+\right.\right. \\
\left.\left.+\sum_{t=1}^{j}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}+xu_{a,j}\right\}\right]\right\}+ \\
+\frac{1}{2}\left\{PM_{j-1}-\left[\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j-1}\,xu_{b,t}+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B}C_{b,j-1}xu_{b,t}+N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1}xu_{b,t}+\right.\right. \\
\left.\left.+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j-1}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}+xu_{a,j-1}\right\}\right]\right\} \\
+\left\{PM_{j+2}-\left[\sum_{t=1}^{j-2}\sum_{b=j-1}^{B}\Pr_{b,j-2}\,xu_{b,t}+\sum_{t=1}^{j-2}\sum_{b=j-2}^{B}C_{b,j-2}xu_{b,t}+N_{j-2,j-2}\sum_{t=1}^{j-2}xu_{b,t}+\right.\right. \\
\left.\left.+\sum_{t=1}^{j-2}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j-2}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}+xu_{a,j-2}\right\}\right]\right\} \\
=\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j}\,xu_{b,j}^{*}+\sum_{I=T,D}x_{I,j}^{*}
\end{cases}
$$

Las cuantías, del Activo Total, invertidas en el momento "j" en Tesorería, Depósitos y Renta Fija, son:

$$
\begin{cases}
x_{T,j}^{T}=x_{T,j}+x_{T,j}^{*} \\
x_{D,j}^{T}=x_{D,j}+x_{D,j}^{*} \\
xu_{b,j}^{T}=xu_{b,j}+xu_{b,j}^{*}
\end{cases}
$$

9.3.2.3.Restricciones técnicas

Indican que ninguna inversión, ni obligación ha de ser negativa y por tanto todas han de ser iguales o mayores a 0.

$$\begin{cases} j = \{1,2,.....,n\} \\ x_{I,j} \geq 0; \\ Obl_j(I) \geq 0; \\ c_j(I) \geq 0; \end{cases}$$

$$\forall I = T, T^*, D, D^*, RF, RF^*, RV$$
$$\forall xu_{b,j}, xv_{a,j}, xu_{a,j} \in Z$$

siendo :

$$x_{RF,j} = \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,t} xu_{b,t}; \; x^*_{RF,j} = \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,t} \, xu^*_{b,t}$$

$$x_{RV,j} = \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,j} \left\{ xu_{a,t} - xv_{a,t} + xu_{a,j} \right\}$$

9.3.3. Resolución del Modelo de Optimización Robusta Multi-periódica aplicado a la Inmunización por Duraciones

La resolución del Modelo de Optimización Robusta, tal y como se explicó en el epígrafe 7.2.3, supone la realización de una primera fase donde han de resolverse tantos modelos de optimización como escenarios. El Modelo que hay que resolver, en este caso, para cada uno de los escenarios es el siguiente:

$$Maximizar: z^s = \sum_{I=T,D}(1+I_n^s)x^s{}_{I,n} + (C_{B,n}+N_{B,n})\sum_{j=1}^{n} xu^s{}_{B,j} +$$
$$+\sum_{t=1}^{n}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr^s{}_{a,n+1}\left(xu^s{}_{a,t} - xv^s{}_{a,t}\right)+\sum_{t=1}^{n-1}\sum_{a=1}^{Ac}\delta_a \Pr^s{}_{a,n+1}\left(xu^s{}_{a,t} - xv^s{}_{a,t}\right)+$$
$$+\Pr_{a,n+1} xu_{a,n} - Obl^s{}_n - c^s{}_n$$

sujeto a:

1)

$$j=1; b=\{1,2,.....B\}; a=\{1,2.....Ac\}$$

$$\begin{cases} \sum_{I=T,D} x^s{}_{I,1} + \sum_{b=1}^{B}\Pr^s{}_{b,1}\, xu^s{}_{b,1} + \sum_{a=1}^{Ac}\Pr^s{}_{a,1}\, xu^s{}_{a,1} = A^s{}_1 \\ \\ j=\{2,.....,n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,...Ac\} \\ \sum_{I=T,D} x^s{}_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}\Pr^s{}_{b,j} xu^s{}_{b,t} + \Pr_{a,j}\, xu_{a,j}\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr^s{}_{a,j}\left\{xu^s{}_{a,t} - xv^s{}_{a,t}\right\} = \\ = (1-\tau_g)\left[\sum_{I=T,D}(1+I^s_{j-1})x^s{}_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j-1}\, xu^s{}_{b,t} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu^s{}_{b,t} + \right. \\ + N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1} xu^s{}_{j-1,t} + \sum_{t=1}^{j-2}\sum_{a=1}^{Ac}\delta_a \Pr^s{}_{a,j}\left\{\left(xu^s{}_{a,t} - xv^s{}_{a,t}\right) + xu^s{}_{a,j-1}\right\}+ \\ \left. + \sum_{a=1}^{Ac}\Pr^s{}_{a,j}\, xv^s{}_{a,j-1} - Obl^s{}_{j-1}\right] + A^s{}_j \end{cases}$$

2)

$$
\begin{cases}
j=1; b=\{1,2,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\
x^s{}_{D,1} + \sum_{b=1}^{B} \Pr^s{}_{b,1} xu^s{}_{b,1} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^s{}_{a,1}\, xu^s{}_{a,1} \geq 0.9 * A \\
\\
j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\
x^s{}_{D,j} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} \Pr^s{}_{b,t}\, xu^s{}_{b,t} + \Pr_{a,j}\, xu_{a,j} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^s{}_{a,j} \left\{ xu^s{}_{a,t} - xv^s{}_{a,t} \right\} \geq \\
\geq 0.9 * \left\{ (1-\tau_g) \left[\sum_{I=T,D} (1+I^s_{j-1}) x^s{}_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1}\, xu^s{}_{b,t} + \right. \right. \\
+ \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu^s{}_{b,t} N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu^s{}_{j-1,t} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^s{}_{a,j}\, xv^s{}_{a,j-1} + \\
\left. \left. + \sum_{t=1}^{j-2} \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr^s{}_{a,j} \left\{ (xu^s{}_{a,t} - xv^s{}_{a,t}) + xu^s{}_{a,j-1} \right\} - Obl^s{}_{j-1} \right] + A^s{}_j \right\}
\end{cases}
$$

3)

$$
\begin{cases}
j=1 \\
\sum_{I=T,D} x^s{}_{I,1} \leq 0.15 * A^s_1 \\
\\
j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,....Ac\} \\
\sum_{I=T,D} x^s{}_{I,j} \leq 0.15 * \left\{ (1-\tau_g) \left[\sum_{I=T,D} (1+I^s_{j-1}) x^s{}_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1}\, xu^s{}_{b,t} + \right. \right. \\
+ \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu^s{}_{b,t} + N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu^s{}_{j-1,t} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^s{}_{a,j}\, xv^s{}_{a,j-1} + \\
\left. \left. + \sum_{t=1}^{j-2} \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr^s{}_{a,j} \left\{ (xu^s{}_{a,t} - xv^s{}_{a,t}) + xu^s{}_{a,j-1} \right\} - Obl^s{}_{j-1} \right] + A^s{}_j \right\}
\end{cases}
$$

4)

$$\begin{cases} j=1 \\ x^{s}{}_{T,1} \geq 0.01 * A_1^s \\ \\ j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,....Ac\} \\ x_{T,j}^s \geq 0.01 * \Big\{(1-\tau_g)\Big[\sum_{I=T,D}(1+I_{j-1}^s)x^{s}{}_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j-1}\, xu^{s}{}_{b,t} + \\ + \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu^{s}{}_{b,t} + N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1} xu^{s}{}_{j-1,t} + \sum_{a=1}^{Ac}\Pr^{s}{}_{a,j}\, xv^{s}{}_{a,j-1} + \\ + \sum_{t=1}^{j-2}\sum_{a=1}^{Ac}\delta_a \Pr^{s}{}_{a,j}\Big\{(xu^{s}{}_{a,t} - xv^{s}{}_{a,t}) + xu^{s}{}_{a,j-1}\Big\} - Obl^{s}{}_{j-1}\Big] + A^{s}{}_{j}\Big\} \end{cases}$$

5)

$$\begin{cases} j=\{1,2,.....n\}; b=\{j,.....B\} \\ \\ Obl^{s}{}_{j} = Obl^{s}{}_{j}(T,D,RF) + Obl^{s}{}_{j}(RV) \\ \sum_{I=T,D} x^{s}{}_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}\Pr^{s}{}_{b,j}\, xu^{s}{}_{b,t} \geq \sum_{t=j}^{n}\dfrac{Obl_t^s(T,D,RF) + c_t^s(T,D,RF)}{(1+i^{s}{}_{j,(t+1)-j})^{(t+1)-j}} \end{cases}$$

6)

$$\begin{cases} j=\{1,2,.....n\}; cb, j=\{j,(j+1),(j+2).....,B\} \\ \left| D^{s}{}_{T,j} + D^{s}{}_{D,j} + D^{s}{}_{cb,j} - D^{s}{}_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j} \right| \leq 0.01 \end{cases}$$

7)

$$\begin{cases} j = \{1,2,.....n\}; cb, j = \{j,(j+1),(j+2).....,B\} \\ \left| Conv^{s}{}_{T,j} + Conv^{s}{}_{D,j} + Conv^{s}{}_{cb,j} - Conv^{s}{}_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j} \right| \leq 0.01 \end{cases}$$

8)

$$\begin{cases} j = \{1,.....,10\} \\ Obl^{s}{}_{j}(RV) = 0 \\ j = 1; a = \{1,2,.....Ac\} \\ \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,1}\, xu^{s}{}_{a,1} \leq 0.25 * PM^{s}{}_{1} \\ j = \{2,.3.....n\}; a = \{1,2,.....Ac\} \\ \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,j} \left\{ xu^{s}{}_{a,t} - xv^{s}{}_{a,t} + xu^{s}{}_{a,j} \right\} \leq 0.5 * PM^{s}{}_{j} \end{cases}$$

9)

$$\begin{cases} j = 1; a = \{1,2,.....Ac\} \\ \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,1}\, xu^{s}{}_{a,1} \leq \sum_{t=0}^{n-10} \frac{Obl^{s}{}_{t+10}(RV) + c^{s}{}_{t+10}(RV)}{(1 + i^{s}{}_{1,t+10})^{t+10}} \\ j = \{2,3,.....n-10\}; a = \{1,2,.....Ac\} \\ \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,j} \left\{ xu^{s}{}_{a,t} - xv^{s}{}_{a,t} + xu^{s}{}_{a,j} \right\} \leq \sum_{t=j}^{n-10} \frac{Obl^{s}{}_{t+10}(RV) + c^{s}{}_{t+10}(RV)}{(1 + i^{s}{}_{j,t+10})^{t+10}} \end{cases}$$

10)

$$\begin{cases} j=7; b=\{7,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\ \frac{1}{3}\left\{PM^{s}{}_{7}-\left[\sum_{t=1}^{7}\sum_{b=8}^{B}\Pr^{s}{}_{b,7}\ xu^{s}{}_{b,t}+\sum_{t=1}^{7}\sum_{b=7}^{B}C_{b,7}xu^{s}{}_{b,t}+N_{7,7}\sum_{t=1}^{7}xu^{s}{}_{b,t}+\right.\right. \\ \left.\left.+\sum_{t=1}^{7}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr^{s}{}_{a,7}\left\{xu^{s}{}_{a,t}-xv^{s}{}_{a,t}+xu^{s}{}_{a,7}\right\}\right]\right\}=\sum_{b=7}^{B}\Pr^{s}{}_{b,7}\ xu^{s*}_{b,7}+\sum_{I=T,D}x^{s*}_{I,7} \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=8; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\ \frac{1}{3}\left\{PM^{s}{}_{8}-\left[\sum_{t=1}^{8}\sum_{b=9}^{B}\Pr^{s}{}_{b,8}\ xu^{s}{}_{b,t}+\sum_{t=1}^{8}\sum_{b=8}^{B}C_{b,8}xu^{s}{}_{b,t}+N_{8,8}\sum_{t=1}^{8}xu^{s}{}_{b,t}+\right.\right. \\ \left.\left.+\sum_{t=1}^{8}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr^{s}{}_{a,8}\left\{xu^{s}{}_{a,t}-xv^{s}{}_{a,t}+xu^{s}{}_{a,8}\right\}\right]\right\}+ \\ +\frac{1}{2}\left\{PM^{s}{}_{7}-\left[\sum_{t=0}^{7}\sum_{b=8}^{B}\Pr^{s}{}_{b,7}\ xu^{s}{}_{b,t}+\sum_{t=1}^{7}\sum_{b=7}^{B}C_{b,7}xu^{s}{}_{b,t}+N_{7,7}\sum_{t=1}^{7}xu^{s}{}_{b,t}+\right.\right. \\ \left.\left.+\sum_{t=1}^{7}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr^{s}{}_{a,7}\left\{xu^{s}{}_{a,t}-xv^{s}{}_{a,t}+xu^{s}{}_{a,7}\right\}\right]\right\}= \\ =\sum_{b=8}^{B}\Pr^{s}{}_{b,8}\ xu^{s}{}^{*}_{b,8}+\sum_{I=T,D}x^{s}{}^{*}_{I,8} \end{cases}$$

$$
\begin{cases}
j=\{9,10,.....n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\
\frac{1}{3}\left\{PM^{s}{}_{j}-\left[\sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j+1}^{B}\Pr^{s}{}_{b,j}\ xu^{s}{}_{b,t}+\sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}C_{b,j}xu^{s}{}_{b,t}+N_{j,j}\sum_{t=1}^{j}xu^{s}{}_{b,t}+\right.\right. \\
\left.\left.+\sum_{t=1}^{j}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr^{s}{}_{a,j}\left\{xu^{s}{}_{a,t}-xv^{s}{}_{a,t}+xu^{s}{}_{a,j}\right\}\right]\right\}+ \\
+\frac{1}{2}\left\{PM^{s}{}_{j-1}-\left[\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B}\Pr^{s}{}_{b,j-1}\ xu^{s}{}_{b,t}+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B}C_{b,j-1}xu_{\ b,t}+N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1}xu_{b,t}+\right.\right. \\
\left.\left.+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j-1}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}+xu_{a,j-1}\right\}\right]\right\} \\
+\left\{PM_{j+2}-\left[\sum_{t=1}^{j-2}\sum_{b=j-1}^{B}\Pr_{b,j-2}\ xu_{b,t}+\sum_{t=1}^{j-2}\sum_{b=j-2}^{B}C_{b,j-2}xu_{b,t}+N_{j-2,j-2}\sum_{t=1}^{j-2}xu_{b,t}+\right.\right. \\
\left.\left.+\sum_{t=1}^{j-2}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j-2}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}+xu_{a,j-2}\right\}\right]\right\} \\
=\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j}\ xu^{*}_{b,j}+\sum_{I=T,D}x^{*}_{I,j}
\end{cases}
$$

$$
\begin{cases}
x^{sT}_{T,j}=x^{s}_{T,j}+x^{s*}_{T,j} \\
x^{sT}_{D,j}=x^{s}_{D,j}+x^{s*}_{D,j} \\
xu^{sT}_{b,j}=xu^{s}_{b,j}+xu^{s*}_{b,j}
\end{cases}
$$

11)

$$
\begin{cases}
j=\{1,2,.....,n\} \\
x^{s}_{I,j}\geq 0
\end{cases}
$$

12)

$$\begin{cases} j = \{1,2,.....,n\} \\ Obl_j^s \geq 0 \end{cases}$$

13)

$$\begin{cases} j = \{1,2,.....,n\} \\ c_j^s \geq 0 \end{cases}$$

$$\forall I = T, T^*, D, D^*, RF, RF^*, RV$$
$$\forall xu_{b,j}, xv_{a,j}, xu_{a,j} \in Z$$

siendo :

$$x_{RF,j}^s = \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} \Pr^s{}_{b,t}\, xu^s{}_{b,t};\ x_{RF,j}^{s*} = \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} \Pr^s{}_{b,t}\, xu_{b,t}^{s*}$$

$$x^s{}_{RV,j} = \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^s{}_{a,j} \left\{ xu^s{}_{a,t} - xv^s{}_{a,t} + xu^s{}_{a,j} \right\}$$

De esta forma se obtienen las cuantías de las inversiones óptimas a realizar para cada uno de los escenarios, así como el Fondo obtenido al final del horizonte temporal como resultado de llevar a cabo estas inversiones. Puesto que nuestro objetivo es obtener información sobre una única inversión óptima para cualquier escenario que ocurra finalmente, se ha de buscar el Modelo Coordinado que tenga en cuenta todas las posibles soluciones y proporcione aquella que menos se desvíe de todas ellas. Este Modelo minimiza

tanto las desviaciones por exceso "w^{s-}", como las "$y_{r,j}^{s+}, y_{r,j}^{s-}$", excepto para el caso de la restricción 5, puesto que la restricción "$y_{5,j}^{s+}$" resulta satisfactoria para el gestor, por lo cual sólo se minimiza, para esta restricción, la desviación por exceso.

El Modelo Coordinado que se ha de resolver para el caso de Inmunización por Duraciones es, teniendo en cuenta que son 13 las restricciones, que denotamos por "r", a las que se somete el modelo de optimización expuesto anteriormente, el siguiente:

$$Minimizar \sum_{s=1}^{S} p^s (w^{s-}) + \sum_{s=1}^{S}\sum_{j=1}^{n}\sum_{r=1}^{4} p^S (y_{r,j}^{s-} + y_{r,j}^{s+}) + \sum_{s=1}^{S}\sum_{j=1}^{n} p^s y_{5,j}^{s-} +$$
$$+ \sum_{s=1}^{S}\sum_{j=1}^{n}\sum_{r=6}^{13} p^S (y_{r,j}^{s-} + y_{r,j}^{s+})$$

$$\forall r = \{1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13\};\ \ s = \{1,2,.....S\};\ \ j = \{1,2,.....,n\}$$

$sujeto\ a$:

$$\begin{cases} j = n; s = \{1,2,.....S\}; b = B, a = \{1,.....Ac\} \\ \sum_{I=T,D} (1 + I_n^s) x_{I,n} + (C_{B,n} + N_{B,n}) \sum_{j=1}^{n} xu_{B,j} + \sum_{t=1}^{n}\sum_{a=1}^{Ac} \Pr^s{}_{a,n} (xu_{a,t} - xv_{a,t}) + \\ + \sum_{t=1}^{n}\sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr^s{}_{a,n+1} \left(xu_{a,t} - xv_{a,t}\right) + \Pr^s{}_{a,n+1}\, xv_{a,n} - Obl^s{}_n - c^s{}_n - \\ - w^{s+} + w^{s-} = z^s \end{cases}$$

$$
\begin{cases}
j=1; b=\{1,2,.....B\}; a=\{1,2.....Ac\} \\
\sum_{I=T,D} x_{I,1} + \sum_{b=1}^{B} \Pr^{s}{}_{b,1}\, xu_{b,1} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,1}\, xu_{a,1} = A^{s}{}_{1} \\
\\
j=\{2,.....,n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,...Ac\} \\
\sum_{I=T,D} x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} \Pr^{s}{}_{b,j} xu_{b,t} + \Pr_{a,j}\, xu_{a,j} \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,j} \{xu_{a,t} - xv_{a,t}\} - y^{s+}_{1,j} + y^{s-}_{1,j} = \\
= (1-\tau_g)\left[\sum_{I=T,D} (1+I^{s}_{j-1}) x_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1}\, xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu_{b,t} \right. \\
+ N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu_{j-1,t} + + \sum_{t=1}^{j-2} \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr^{s}{}_{a,j} \{(xu_{a,t} - xv_{a,t}) + xu_{a,j-1}\} + \\
\left. + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,j}\, xv_{a,j-1} - Obl^{s}{}_{j-1} \right] + A^{s}{}_{j}
\end{cases}
$$

$$
\begin{cases}
j=1; b=\{1,2,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\
x_{D,1} + \sum_{b=1}^{B} \Pr^{s}{}_{b,1} xu_{b,1} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,1}\, xu_{a,1} \geq 0.9 * A \\
\\
j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\
x_{D,j} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} \Pr^{s}{}_{b,t}\, xu_{b,t} + \Pr_{a,j}\, xu_{a,j} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,j} \{xu_{a,t} - xv_{a,t}\} - y^{s+}_{2,j} + y^{s-}_{2,j} \geq \\
\geq 0.9 * \left\{ (1-\tau_g)\left[\sum_{I=T,D} (1+I^{s}_{j-1}) x_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1}\, xu_{b,t} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu_{b,t} + \right. \right. \\
+ N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu_{j-1,t} + \sum_{t=1}^{j-2} \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr^{s}{}_{a,j} \{(xu_{a,t} - xv_{a,t}) + xu_{a,j-1}\} + \\
\left. \left. + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,j}\, xv_{a,j-1} - Obl^{s}{}_{j-1} \right] + A^{s}{}_{j} \right\}
\end{cases}
$$

$$
\begin{cases}
j=1 \\
\sum_{I=T,D} x_{I,1} \le 0.15 * A_1^s \\
j=\{2,3,.....n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,....Ac\} \\
\sum_{I=T,D} x_{I,j} - y_{3,j}^{s+} + y_{3,j}^{s-} \le 0.15 * \Bigg\{ (1-\tau_g) \Bigg[\sum_{I=T,D} (1+I_{j-1}^s) x_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j}^{B} \Pr_{b,j-1} xu_{b,t} + \\
+ \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu_{b,t} + N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu_{j-1,t} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^s{}_{a,j}\, xv_{a,j-1} + \\
+ \sum_{t=1}^{j-2} \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr^s{}_{a,j} \left\{ (xu_{a,t} - xv_{a,t}) + xu_{a,j-1} \right\} - Obl^s{}_{j-1} \Bigg] + A^s{}_j \Bigg\}
\end{cases}
$$

$$
\begin{cases}
j=1 \\
x_{T,1} \ge 0.01 * A^s{}_1 \\
j=\{2,3,....n\}; b=\{j,....B\}; a=\{1,2,...Ac\} \\
x_{T,j} - y_{4,j}^{s+} + y_{4,j}^{s-} \ge 0.01 * \Bigg\{ (1-\tau_g) \Bigg[\sum_{I=T,D} (1+I_{j-1}^s) x_{I,j-1} + \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{b=j-1}^{B} C_{b,j-1} xu_{b,t} + \\
+ N_{j-1,j-1} \sum_{t=1}^{j-1} xu_{j-1,t} + \sum_{t=1}^{j-2} \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr^s{}_{a,j} \left\{ (xu_{a,t} - xv_{a,t}) + xu_{a,j-1} \right\} + \\
+ \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^s{}_{a,j}\, xv_{a,j-1} - Obl^s{}_{j-1} \Bigg] + A^s{}_j \Bigg\}
\end{cases}
$$

$$\begin{cases} j=\{1,2,.....n\}; b=\{j,.....B\} \\ \\ Obl_j = Obl_j(T,D,RF) + Obl_j(RV) \\ \sum_{I=T,D} x_{I,j} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B} \Pr^s{}_{b,j}\, xu_{b,t} - y^{s+}_{5,j} + y^{s-}_{5,j} \geq \sum_{t=j}^{n} \frac{Obl_t\,(T,D,RF) + c_t\,(T,D,RF)}{(1+i^s{}_{j,(t+1)-j})^{(t+1)-j}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \\ j=1; cb, j=\{j,(j+1),(j+2).....,B\} \\ \left| D^s{}_{T,j} + D^s{}_{D,j} + D^s{}_{cb,j} - D^s{}_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j} \right| \leq 0.01 \\ \\ j=\{2,.....n\}; cb, j=\{j,(j+1),(j+2).....,B\} \\ \left| D^s{}_{T,j} + D^s{}_{D,j} + D^s{}_{cb,j} - D^s{}_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j} \right| - y^{s+}_{6,j} + y^{s-}_{6,j} \leq 0.01 \\ \\ \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=1; cb, j=\{j,(j+1),(j+2).....,B\} \\ \left| Conv^s{}_{T,j} + Conv^s{}_{D,j} + Conv^s{}_{cb,j} - Conv^s{}_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j} \right| \leq 0.01 \\ \\ j=\{2,.....n\}; cb, j=\{j,(j+1),(j+2).....,B\} \\ \left| Conv^s{}_{T,j} + Conv^s{}_{D,j} + Conv^s{}_{cb,j} - Conv^s{}_{Obl(T,D,RF)+c(T,D,RF),j} \right| - \\ - y^{s+}_{7,j} + y^{s-}_{7,j} \leq 0.01 \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=\{1,.....,10\} \\ Obl^{s}{}_{j}(RV)=0 \\ \\ j=1; a=\{1,2,.....Ac\} \\ \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,1}\, xu_{a,1} \le 0.25 * PM^{s}{}_{1} \\ \\ j=\{2,.3.....n\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\ \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,j}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}+xu_{a,j}\right\}-y^{s+}_{8,j}+y^{s-}_{8,j} \le 0.5 * PM^{s}{}_{j} \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=1; a=\{1,2,.....Ac\} \\ \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,1}\, xu_{a,1} \le \sum_{t=0}^{n-10} \frac{Obl_{t+10}(RV)+c_{t+10}(RV)}{(1+i^{s}{}_{1,t+10})^{t+10}} \\ \\ j=\{2,3,.....n-10\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\ \sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,j}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}+xu_{a,j}\right\}-y^{s+}_{9,j}+y^{s-}_{9,j} \le \sum_{t=j}^{n-10} \frac{Obl_{t+10}(RV)+c_{t+10}(RV)}{(1+i^{s}{}_{j,t+10})^{t+10}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=7; b=\{7,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\ \frac{1}{3}\left\{PM^{s}{}_{7}-\left[\sum_{t=1}^{7}\sum_{b=8}^{B} \Pr^{s}{}_{b,7}\, xu_{b,t}+\sum_{t=1}^{7}\sum_{b=7}^{B} C_{b,7} xu_{b,t}+N_{7,7}\sum_{t=1}^{7} xu_{b,t}+\right.\right. \\ \left.\left.+\sum_{t=1}^{7}\sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,7}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}+xu_{a,7}\right\}\right]\right\}-y^{s+}_{10,7}+y^{s-}_{10,7}=\sum_{b=7}^{B} \Pr^{s}{}_{b,7}\, xu^{*}_{b,7}+\sum_{I=T,D} x^{*}_{I,7} \end{cases}$$

$$
\begin{cases}
j=8; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\
\frac{1}{3}\left\{PM^{s}{}_{8}-\left[\sum_{t=1}^{8}\sum_{b=9}^{B}\Pr^{s}{}_{b,8}\,xu_{b,t}+\sum_{t=1}^{8}\sum_{b=8}^{B}C_{b,8}xu_{b,t}+N_{8,8}\sum_{t=1}^{8}xu_{b,t}+\right.\right. \\
\left.\left.+\sum_{t=1}^{8}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr^{s}{}_{a,8}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}+xu_{a,8}\right\}\right]\right\}+ \\
+\frac{1}{2}\left\{PM^{s}{}_{7}-\left[\sum_{t=0}^{7}\sum_{b=8}^{B}\Pr^{s}{}_{b,7}\,xu_{b,t}+\sum_{t=1}^{7}\sum_{b=7}^{B}C_{b,7}xu_{b,t}+N_{7,7}\sum_{t=1}^{7}xu_{b,t}+\right.\right. \\
\left.\left.+\sum_{t=1}^{7}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr^{s}{}_{a,7}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}+xu_{a,7}\right\}\right]\right\}-y_{10,8}^{s+}+y_{10,8}^{s-}= \\
=\sum_{b=8}^{B}\Pr^{s}{}_{b,8}\,xu^{*}_{b,8}+\sum_{I=T,D}x^{*}_{I,8}
\end{cases}
$$

$$
\begin{cases}
j=\{9,10,.....n\}; b=\{j,.....B\}; a=\{1,2,.....Ac\} \\
\frac{1}{3}\left\{PM^{s}{}_{j}-\left[\sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j+1}^{B}\Pr^{s}{}_{b,j}\,xu^{s}{}_{b,t}+\sum_{t=1}^{j}\sum_{b=j}^{B}C_{b,j}xu^{s}{}_{b,t}+N_{j,j}\sum_{t=1}^{j}xu^{s}{}_{b,t}+\right.\right. \\
\left.\left.+\sum_{t=1}^{j}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr^{s}{}_{a,j}\left\{xu^{s}{}_{a,t}-xv^{s}{}_{a,t}+xu^{s}{}_{a,j}\right\}\right]\right\}+ \\
+\frac{1}{2}\left\{PM^{s}{}_{j-1}-\left[\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j}^{B}\Pr^{s}{}_{b,j-1}\,xu^{s}{}_{b,t}+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{b=j-1}^{B}C_{b,j-1}xu_{\ b,t}+N_{j-1,j-1}\sum_{t=1}^{j-1}xu_{b,t}+\right.\right. \\
\left.\left.+\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j-1}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}+xu_{a,j-1}\right\}\right]\right\} \\
+\left\{PM_{j+2}-\left[\sum_{t=1}^{j-2}\sum_{b=j-1}^{B}\Pr_{b,j-2}\,xu_{b,t}+\sum_{t=1}^{j-2}\sum_{b=j-2}^{B}C_{b,j-2}xu_{b,t}+N_{j-2,j-2}\sum_{t=1}^{j-2}xu_{b,t}+\right.\right. \\
\left.\left.+\sum_{t=1}^{j-2}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,j-2}\left\{xu_{a,t}-xv_{a,t}+xu_{a,j-2}\right\}\right]\right\} \\
=\sum_{b=j}^{B}\Pr_{b,j}\,xu^{*}_{b,j}+\sum_{I=T,D}x^{*}_{I,j}
\end{cases}
$$

$$\begin{cases} x_{T,j}^{sT} = x_{T,j}^{s} + x_{T,j}^{s*} \\ x_{D,j}^{sT} = x_{D,j}^{s} + x_{D,j}^{s*} \\ xu_{b,j}^{sT} = xu_{b,j}^{s} + xu_{b,j}^{s*} \end{cases}$$

$$\begin{cases} j = 1 \\ x_{I,j}^{s} \geq 0 \\ \\ j = \{1,2,.....,n\} \\ x_{I,j}^{s} - y_{11,j}^{s+} + y_{11,j}^{s-} \geq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} j = 1 \\ Obl_{j}^{s}(I) \geq 0 \\ \\ j = \{2,.....,n\} \\ Obl_{j}^{s}(I) - y_{12,j}^{s+} + y_{12,j}^{s-} \geq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} j = 1 \\ c_{j}^{s}(I) \geq 0 \\ \\ j = \{2,.....,n\} \\ c_{j}^{s}(I) - y_{13,j}^{s+} + y_{13,j}^{s-} \geq 0 \end{cases}$$

$\forall I = T, T^*, D, D^*, RF, RF^*, RV$
$\forall xu_{b,j}, xv_{a,j}, xu_{a,j} \in Z$

siendo :

$$x_{RF,j} = \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} \Pr^{s}{}_{b,t}\, xu_{b,t};\ x_{RF,j}^{*} = \sum_{t=1}^{j} \sum_{b=j}^{B} \Pr^{s}{}_{b,t}\, xu_{b,t}^{*}$$

$$x_{\ RV,j} = \sum_{t=1}^{j-1} \sum_{a=1}^{Ac} \Pr^{s}{}_{a,j} \left\{ xu_{\ a,t} - xv_{\ a,t} + xu_{\ a,j} \right\}$$

Las decisiones de inversión que se obtienen con la resolución de este Modelo, se recogen en el cuadro 9.5 y son aquellas que:

* Maximizan el rendimiento del Fondo al final del horizonte temporal.

* Cumplen la condición de que todo el Activo del que se dispone en el Fondo de Pensiones se encuentra invertido.

* Garantizan el cumplimiento de las obligaciones y determinan la parte de estas que se cubren con cada Activo.

* Cumplen los requerimientos legales de adecuación de inversiones en función del artículo 3 de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998 y la Ley 8/1987 y en el Real Decreto 1307/1988.

* Minimizan las desviaciones en relación a la robusted y la factibilidad del Modelo de optimización empleado.

Cuadro 9.5.

Activo	Decisión para cada período $j;\forall\ j=\{1,2.....n\}$
Tesorería	$x_{T,j}, x^{*}_{T,j}$
Depósitos	$x_{D,j}, x^{*}_{D,j}$
Renta Fija	$x^{*}_{RF,j}, xu_{b,j};\forall\ b=\{j,....B\}$
Renta Variable	$xu_{a,j}; xv_{a,j};\forall a=\{1,.....Ac\}$

9.3.4. Cálculo del tipo de interés de valoración actuarial

Una vez que se ha obtenido la solución óptima del Modelo de Inmunización, se ha de calcular el tipo de interés al que se valora la provisión matemática que como se indica en el punto 4 del artículo 3 de la OM:

" a) Se determinará el valor actual de los Activos actualizando sus flujos al tipo de interés que resulte de multiplicar su tasa interna de rentabilidad, deducida de su precio de adquisición, por los siguientes porcentajes 93, 90 y 87 por 100, según los valores pertenezcan a los grupos 1 a 3 de entre los enumerados en el artículo 1 de la presente Orden. A los anteriores efectos, la rentabilidad asignada a los valores de Renta Variable de conformidad con el apartado 2 del presente artículo se le aplicará en todo caso el primero de los porcentajes indicados.

b) El tipo de interés a utilizar en el cálculo de la provisión matemática será la tasa interna de rentabilidad implícita resultante de comparar los valores actuales determinados conforme a la letra anterior con los cobros procedentes de los valores en cartera, considerando como procedentes de la Renta Variable los correspondientes a la rentabilidad atribuida a la misma"

En este apartado se hace referencia por un lado a los flujos de los Activos y por el otro a los cobros de los mismos, entendiendo por estos últimos la rentabilidad imputada, mientras que los primeros se refieren a la rentabilidad real. Veamos que entendemos por cada uno de ellos en cada caso.

* En el caso de la Tesorería y los Depósitos los flujos y los cobros coinciden, siendo estos la rentabilidad a la que se contrata el Depósito o en el mercado interbancario, y esta misma es la tasa interna de rentabilidad por la que han de actualizarse los flujos, corregida por el porcentaje del 92 por 100

por considerar que, a nuestro juicio, estos Activos pueden ser valorados con la más alta calificación.

De esta forma el valor actual de la Tesorería y Depósitos se calcula en base a la siguiente formulación, para el momento presente, es decir j=1:

$$V_{Act,I} = \sum_{j=1}^{n} \frac{(1+I_j)x_{I,j}}{\prod_{t=1}^{j}(1+0.92*I_t)}$$
$$\forall I = T, D$$

* En el caso de la Renta Fija, en el siguiente cuadro se recogen los flujos percibidos en cada período "j" por cada uno de los bonos "b" así como la tasa interna de rentabilidad: $TIR_{b,j}$ de cada bono en cada período.

Cuadro 9.6.

Períodos	Flujos	Tasa Interna de Rentabilidad
$j=1$	$C_{1,1}xu_{1,1}+N_{1,1}xu_{1,1}$	$TIR_{1,1}$
	$C_{2,1}xu_{2,1}$	$TIR_{2,1}$
	.....	.....
	$C_{B,1}xu_{B,1}$	$TIR_{B,1}$
$j=2$	$C_{2,2}\sum_{t=1}^{j}xu_{2,t}+N_{2,2}\sum_{t=1}^{j}xu_{2,t}$	$TIR_{2,2}$
	$C_{3,2}\sum_{t=1}^{j}xu_{3,t}$	$TIR_{3,2}$
	.....	.....
	$C_{B,2}\sum_{t=1}^{j}xu_{B,t}$	$TIR_{B,2}$
.....	.....	.....
$j=n$	$\sum_{t=1}^{j}C_{B,t}xu_{B,t}+N_{B,n}\sum_{t=1}^{j}xu_{B,t}$	$TIR_{B,n}$

Por tanto el valor actual de la Renta Fija actualizando sus flujos al tipo de interés que resulte de multiplicar su tasa interna de rentabilidad, deducida de su precio de adquisición, por los porcentajes 92%, 90% y 87%, en función de su calificación crediticia, es para el momento presente, j=1, el siguiente:

$$V_{Act,RF} = \sum_{b=1}^{B} \sum_{t=1}^{b} \frac{C_{b,t} xu_{b,t} + N_{b,b} xu_{b,t}}{(1 + Coef * TIR_{b,t})^t}$$

$$\forall\ Coef = 0.92;\ 0.9;\ 0.87$$

En cuanto a los cobros o rentabilidad imputada a la Renta Fija se consideran las tasas de la Deuda Pública. Estas tasas son publicadas a través de Circulares por la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones. Para el primer trimestre de 2000 las tasas que denotamos, para el plazo "v", por "ts_v", son las que se recogen en el cuadro.

Cuadro 9.7.

Año de vencimiento de la inversión	Tasa aplicable para actualización (%)
1º año	$ts_1 = 3.82$
2º año	$ts_2 = 4.35$
3º año	$ts_3 = 4.57$
4º año	$ts_4 = 4.80$
5º año	$ts_5 = 4.91$
6º año	$ts_6 = 5.09$
7º año	$ts_7 = 5.20$
8º año	$ts_8 = 5.31$
9º año	$ts_9 = 5.34$
10º año	$ts_{10} = 5.38$

15º año	$ts_{15} = 5.68$
30º año	$ts_{30} = 5.95$

Las tasas para los años 11º al 14º y para los años 16º al 29º (los citados inclusive) podrán obtenerse mediante interpolación lineal. Vamos a establecer el supuesto de que estas tasas se mantienen constantes en el futuro.

En función de la decisión obtenida tras la aplicación del Modelo, disponemos de la siguiente información:

- Cada período "j" conocemos el valor de la inversión total en Renta Fija, así como los vencimientos de cada título. La información de que disponemos se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 9.8.

$j=1$	$j=2$		$j=n$
$x_{RF,1}^{(1)} = \Pr_{1,1}\, xu_{1,1}$	$x_{RF,2}^{(1)} = \Pr_{2,2}\, xu_{2,2}$	.....	$x_{RF,n}^{(1)} = \Pr_{B,n}\, xu_{B,n}$
$x_{RF,1}^{(2)} = \Pr_{2,1}\, xu_{2,1}$	$x_{RF,2}^{(2)} = \Pr_{3,2}\, xu_{3,2}$	.....	.....
.....	.....	.....	.....
$x_{RF,1}^{(n-1)} = \Pr_{B-1,1}\, xu_{B-1,1}$	$x_{RF,2}^{(n-1)} = \Pr_{B,2}\, xu_{B,2}$	.....	.....
$x_{RF,1}^{(n)} = \Pr_{B,1}\, xu_{B,1}$	.....	.....	.....
$x_{RF,1} = \sum_{v=1}^{n} x_{RF,1}^{(v)}$	$x_{RF,n} = \sum_{v=1}^{n-1} x_{RF,2}^{(v)}$	.....	$x_{RF,n} = x_{RF,n}^{(1)}$

El valor de los cobros, que informan sobre la rentabilidad imputada a la Renta Fija, así como el período que tendrán que actualizarse para ser valorados al momento actual, es el siguiente:

$$\left[\left\{(1+ts_1)x^{(1)}_{RF,1},1\right\};\left\{(1+ts_2)^2 x^{(2)}_{RF,1},2\right\};\left\{(1+ts_3)^3 x^{(3)}_{RF,1},3\right\}.....\left\{(1+ts_n)^n x^{(n)}_{RF,1},n\right\}\right];$$

$$\left[\left\{(1+ts_1)x^{(1)}_{RF,2},2\right\};\left\{(1+ts_2)^2 x^{(2)}_{RF,2},3\right\};\left\{(1+ts_3)^3 x^{(3)}_{RF,2},4\right\}....\left\{(1+ts_{n-1})^{n-1} x^{(n-1)}_{RF,2},n\right\}\right];$$

.....;

$$\left[\left\{(1+ts_1)x^{(1)}_{RF,n},n+1\right\}\right]$$

* En el caso de la Renta Variable, en el siguiente cuadro se recogen los flujos percibidos en cada período “j” por cada una de las acciones “a” así como los tipos a plazo que son los que se van a utilizar para actualizar estos flujos.

Cuadro 9.9.

-

Períodos	Flujos	Tipos a plazo
$j=1$	$\delta_1 \Pr_{1,2}\, xu_{1,1} + \delta_2 \Pr_{2,2}\, xu_{2,1} + ... + \delta_{Ac} \Pr_{Ac,2}\, xu_{Ac,1} + + \Pr_{1,2}\, xv_{1,1} + \Pr_{2,2}\, xv_{2,1} + ... + \Pr_{Ac,2}\, xv_{Ac,1}$	$i_{1,1}$
$j=2$	$\delta_1 \Pr_{1,3} \sum_{t=1}^{2} xu_{1,t} + \delta_2 \Pr_{2,3} \sum_{t=1}^{2} xu_{2,t} + ... + \delta_{Ac} \Pr_{Ac,2} \sum_{t=1}^{2} xu_{Ac,t} + + \Pr_{1,3} \sum_{t=1}^{2} xv_{1,t} + \Pr_{2,3} \sum_{t=1}^{2} xv_{2,t} + ... + \Pr_{Ac,3} \sum_{t=1}^{2} xv_{Ac,t}$	$i_{1,2}$
$j=3$	$\delta_1 \Pr_{1,4} \sum_{t=1}^{3} xu_{1,t} + \delta_2 \Pr_{2,4} \sum_{t=1}^{3} xu_{2,t} + ... + \delta_{Ac} \Pr_{Ac,4} \sum_{t=1}^{3} xu_{Ac,t} + + \Pr_{1,4} \sum_{t=1}^{3} xv_{1,t} + \Pr_{2,4} \sum_{t=1}^{3} xv_{2,t} + ... + \Pr_{Ac,4} \sum_{t=1}^{3} xv_{Ac,t}$	$i_{1,3}$
.....	.....	.....
$j=n$	$\delta_1 \Pr_{1,n+1} \sum_{t=1}^{n} xu_{1,t} + \delta_2 \Pr_{2,n+1} \sum_{t=1}^{n} xu_{2,t} + ... + \delta_{Ac} \Pr_{Ac,n+1} \sum_{t=1}^{n} xu_{Ac,t} + \Pr_{1,n+1} \sum_{t=1}^{n} xv_{1,t} + \Pr_{2,n+1} \sum_{t=1}^{n} xv_{2,t} + ... + \Pr_{Ac,n+1} \sum_{t=1}^{n} xv_{Ac,t}$	$i_{1,n}$

Por tanto el valor actual de la Renta Variable, actualizando sus flujos al tipo de interés de cada plazo por el 92 por 100, es para el momento presente, j=1, el siguiente:

$$V_{Act,RV} = \sum_{j=1}^{n} \frac{\sum_{t=1}^{j-1} \sum_{a=1}^{Ac} \delta_a \Pr_{a,j+1} \left\{ \left(xu_{a,t} - xv_{a,t} \right) + xu_{a,j} \right\} + \sum_{a=1}^{Ac} \Pr_{a,j+1}\, xv_{a,j}}{(1 + 0.92 * i_{1,j})^{j}}$$

En cuanto a los cobros o rentabilidad imputada a la Renta Variable utilizamos la rentabilidad obtenida en función del Índice General de la Bolsa de Madrid, puesto que este es el valor de referencia de la rentabilidad de las inversiones realizadas en Renta Variable.

En función de la decisión obtenida tras la aplicación del Modelo, disponemos de la siguiente información:

- Cada período "j" conocemos el valor de la inversión total en Renta Variable. La información tanto de las inversiones como de la rentabilidad de cada una de ellas, en función al Modelo de Generación de Escenarios que se expuso en el Capítulo 4, se presenta en el cuadro 9.10.

Cuadro 9.10.

Período	Inversión	Rentabilidad Imputada
$j=1$	$x_{RV,1}=\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,1}\,xu_{a,1}$	RV_j
$j=2$	$x_{RV,2}=\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,2}\left\{(xu_{a,1}-xv_{a,1})+xu_{a,2}\right\}$	RV_j
$j=3$	$x_{RV,3}=\sum_{t=1}^{2}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,3}\left\{(xu_{a,t}-xv_{a,t})+xu_{a,3}\right\}$	RV_j
.....	.....	.....
$j=n$	$x_{RV,n}=\sum_{t=1}^{n-1}\sum_{a=1}^{Ac}\Pr_{a,n}\left\{(xu_{a,t}-xv_{a,t})+xu_{a,n}\right\}$	RV_j

La corriente de cobros de la Renta Variable que hay que actualizar e igualar con el valor actual de los Activos, así como el período que tendrán que actualizarse para ser valorados al momento actual, es la siguiente:

$$\left[\left\{(1+RV_1)x_{RV,1},1\right\};\left\{(1+RV_2)x_{RV,2},2\right\};.....\left\{(1+RV_n)x_{RV,n},n\right\}\right]$$

El tipo de valoración de la provisión matemática, para el caso en el que las inversiones resulten adecuadas en base al artículo 3 de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998 o lo que es lo mismo tras aplicar un modelo de inmunización por duraciones, "i_v^{id}", es aquel que cumple la siguiente igualdad:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n}\frac{(1+I^s{}_j)x_{I,j}}{\prod_{t=1}^{j}(1+0.92*I^s{}_t)}+\sum_{b=1}^{B}\sum_{t=1}^{b}\frac{C_{b,t}xu_{b,t}+N_{b,b}xu_{b,t}}{(1+Coef*TIR^s{}_{b,t})^t}+ \\ +\sum_{j=1}^{n}\frac{\sum_{t=1}^{j-1}\sum_{a=1}^{Ac}\delta_a\,\Pr^s{}_{a,j+1}\left\{\left(xu_{a,t}-xv_{a,t}\right)+xu_{a,j}\right\}+\sum_{a=1}^{Ac}\Pr^s{}_{a,j+1}\,xv_{a,j}}{(1+0.92*i^s{}_{1,j})^j}= \\ =\sum_{j=1}^{n}\frac{(1+I^s{}_j)x_{I,j}}{(1+i_v^{id,s})^j}+\sum_{t=0}^{n}\sum_{v=1}^{n}\frac{(1+ts_v)^v x_{RF,1+t}^{(v)}}{(1+i_v^{id,s})^{v+t}}+\sum_{t=1}^{n}\frac{(1+RV^s{}_t)x_{RV,t}}{(1+i_v^{id,s})^t} \\ \\ \forall I=T,D;\forall Coef=0.92;\ 0.9;\ 0.87 \end{cases}$$

De esta forma se calcula un tipo de interés de valoración actuarial para cada escenario. Cada uno de ellos tiene asociada una probabilidad de ocurrencia. Esta información puede ser remitida a la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones al objeto de que consideren la posibilidad, bien de trabajar con un tipo de interés medio o con una media ponderada de los resultados obtenidos.

Con la resolución de este Modelo se obtiene las siguientes variables que se recogen en el cuadro.

Cuadro 9.11.

Fondo generado al final del horizonte temporal con la selección óptima de inversión	z
Asignación óptima de inversión en cada período $"j"$,así como el número de títulos a invertir en Renta Fija y el número de acciones a invertir y vender de Renta Variable	$x_{T,j}, x^*_{T,j}$ $x_{D,j}, x^*_{D,j}$ $xu_{b,j}, x_{RF,j}, x^*_{RF,j}$ $xu_{a,j}; xv_{a,j}; x_{RV,j}$ $\forall b = \{j.....B\}$ $\forall a = \{1,....Ac\}$
Cuantía de las obligaciones totales que se cubren con cada Activo	$Obl_j(I),\ c_j(I)$ $\forall\ I = T, D, RF, RV$
Tipo de valoración de las provisiones matemáticas para cada escenario	$i_v^{id,s}\, si\ i_v^{id,s} > i_v^s$ $i_v^s\, si\ i_v^s < i_v^{id,s}$
Desviaciones en cuanto a robusted y factibilidad del modelo para cada escenario $"s"$ generado, en cada período de tiempo $"j"$ y por cada restricción $"r"$ a la que se somete al Modelo de Inmunización.	$w^{s-}; w^{s+}$ $y^{s-}_{r,j}; y^{s+}_{r,j}$

9.4. MODELO DE OPTIMIZACIÓN ROBUSTA MULTIPERIÓDICA APLICADO AL MÉTODO DE MÁXIMO RENDIMIENTO

En este método el objetivo es obtener el mayor rendimiento posible del Fondo sin tener en cuenta ningún tipo de limitación en cuanto a los Activos aptos para la inversión, siempre y cuando estas se realicen en función de criterios de seguridad, rentabilidad, diversificación y congruencia, garantizando la cobertura tanto de las pensiones a pagar como de las provisiones que han de estar dotadas en cada período. En este Modelo las inversiones que componen la cartera de Activos son[1]: Tesorería, Depósitos, Renta Fija, Renta Variable y Créditos Hipotecarios. Se trabaja con información sobre la rentabilidad, en el mercado, de las carteras que componen el Activo, sin ser necesario tener información detallada de cada una de las inversiones. Se requiere únicamente conocer las rentabilidades de estas carteras sin ser necesario tener información, relativa a flujos y vencimientos, sobre los títulos que la componen. Se van a realizar una serie de supuestos e hipótesis:

- El horizonte temporal es de "n" años, por lo tanto $j = \{1,2,.....n\}$
- La rentabilidad de los Activos invertidos en Tesorería, Depósitos y Créditos Hipotecarios es el tipo de interés al que se contrata cada una de las operaciones.
- La rentabilidad de la cartera de Activos de Renta Fija es obtenida en función del Índice de Rendimiento de la Deuda Pública.
- La rentabilidad de la cartera de Activos de Renta Variable es obtenida en función del Índice General de la Bolsa de Madrid.

[1] En el Capítulo 2 y 3 de esta trabajo se lleva a cabo un análisis detallado sobre la obtención de las rentabilidades de estos Activos.

En el momento actual, inicio del año 1, hay que decidir las inversiones a llevar a cabo en los diferentes períodos del horizonte temporal. Transcurrido el primer período se producirán una serie de flujos tanto por la rentabilidad obtenida con las inversiones realizadas, como por la cuantía del total de la inversión que se decida enajenar así como por las aportaciones que se realizan al Fondo. Estos flujos han de destinarse a:

- Cubrir las prestaciones generadas en cada período.

- Una vez cubiertas las pensiones, si el saldo entre los flujos obtenidos por el Activo y los Pasivos es positivo, se reinvierte esta cuantía entre las alternativas existentes en el mercado.

Al inicio de cada período se decide la inversión que se ha de realizar entre las diferentes carteras de Activos, y al final del mismo período se selecciona la cuantía que de esos Activos que se ha de enajenar.

Este modelo informa de las cuantías totales a invertir, desinvertir y comprar en cada una de las carteras de Activos. Estas cifras están compuestas por precios de bonos y acciones y sus correspondientes títulos. EL modelo indica las decisiones óptimas en relación a cada cartera y posteriormente hay que encontrar, en el mercado, los valores que se ajusten a esta decisión que puede ser considerada como una decisión de referencia o decisión objetivo.

La información que es necesaria en cada período aparece recogida en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.12.

	$j=1$	$j=2$	.....	$j=n-1$	$j=n$
ACTIVOS					
Aportaciones	A_1	A_2	.....	A_{n-1}	A_n
Tesorería	T_1	T_2	.....	T_{n-1}	T_n
Depósitos	D_1	D_2	.....	D_{n-1}	D_n
Renta Fija	RF_1	RF_2	.....	RF_{n-1}	RF_n
Renta Variable	RV_1	RV_2	.....	RV_{n-1}	RV_n
Créditos Hipotecarios	CH_1	CH_2	.....	CH_{n-1}	CH_n
PASIVOS					
Prestaciones	Obl_1	Obl_2	.....	Obl_{n-1}	Obl_n
Provisiones	PM_1	PM_2	.....	PM_{n-1}	PM_n

9.4.1 Función Objetivo.

La Función Objetivo es la siguiente:

$$Maximizar: F(x) = \sum_{I=T,D,CH}(1+I_n)x_{I,n} + \sum_{I=RF,RV}(1+I_n)xc_{I,n} -$$

$$- \sum_{I=RF,RV} xv_{I,n} - Obl_n - c_n$$

En este modelo, al no establecerse ninguna exclusión de los Activos en los que invertir, trabajamos con todas aquellas alternativas de inversión que se han desarrollado y generado en la Parte Primera de este trabajo.

Se pretende maximizar el rendimiento de la cartera al final del horizonte temporal, esto es al final del año “n”, teniendo en cuenta que se haya cubierto, en el último período, la dotación de la reserva, que coincide con la cuantía del pago de las pensiones y las comisiones a pagar a la Entidad Gestora o Depositaria, puesto que al finalizar el horizonte temporal en el año ”n”, en función a las hipótesis realizadas, no se producen mas aportaciones y ni prestaciones después de este período.

En el año “n” se dispone de:

- La cuantía invertida en el inicio del año “n” en Tesorería y en Depósitos y la rentabilidad generada en ese período por esas inversiones.

- La cuantía invertida en el inicio del año “n” en Renta Fija y la rentabilidad generada en ese período por esas inversiones, así

como el flujo percibido por las cantidades que se decida vender de este Activo al final de período.

- La cuantía invertida en el inicio del año “n” en Renta Variable y la rentabilidad generada en ese período por esas inversiones, así como el flujo percibido por las cantidades que se decidan vender de este Activo al final de período.

9.4.2. Restricciones

9.4.2.1. Restricciones presupuestarias

Son aquellas que aseguran que el Activo del Fondo, al inicio de cada ejercicio, quede totalmente invertido entre las distintas alternativas de inversión. En el epígrafe 9.2.2.1. se ha realizado un análisis detallado de esta restricción. En este modelo se aplicará la misma restricción, con las siguientes salvedades:

* Se incluye como inversión la Renta Variable y los Créditos Hipotecarios, Activos que no eran considerados aptos en los Modelos anteriores y si lo eran en alguno de ellos, como es el caso de la Renta Variable en el Modelo de Inmunización, tenía que someterse a unas restricciones en términos de cuantía y tiempo de inversión.

* La legislación española no reconoce, de forma explícita, este método dentro de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, para permitir una menor dotación de provisión matemática. Una posibilidad alternativa consiste en utilizar el exceso de rentabilidad como una menor aportación del período siguiente. El mecanismo consiste en ir disminuyendo la aportación, informada en la certificación, en la cuantía que el fondo real exceda del fondo calculado con el interés de valoración actuarial.

Si el Plan de Pensiones es de Prestación Definida, es lógico pensar que la prestación que le corresponde al partícipe, en el momento de producirse la contingencia prevista en el Plan, es la que resulta de aplicar las hipótesis que constan en las bases técnicas. Sin embargo, en muchas ocasiones es imposible obtener dicha prestación, como consecuencia de la aplicación del límite legal a las aportaciones a un Plan de Pensiones. En este supuesto resulta de

especial interés el primer criterio de aplicación del exceso de renta-bilidad respecto al tipo de valoración actuarial, pues dicho mecanismo permite paliar los recortes que se producen en las prestaciones para mantener el equi-librio financiero-actuarial.

Finalmente, la posición intermedia es la que destina parte del exceso a una menor aportación y el resto a incrementar los derechos consolidados. La decisión del porcentaje de exceso de rentabilidad, asignado a cada una de estas partidas, es tomada por el gestor. Este porcentaje que es denotado por λ_1, puede tomar los siguientes valores.

Si se toma la alternativa mixta, un porcentaje λ_1 de la cuantía que constituye el exceso se destina a disminuir la aportación del siguiente período, mientras que un porcentaje $(1-\lambda_1)$ se destina a incrementar la cuenta de posición de los partícipes del plan. En los casos extremos, si $\lambda_1 = 1$, el excedente se destina totalmente a disminuir la aportación del siguiente período y contrariamente, para $\lambda_1 = 0$, la totalidad del exceso incrementa los derechos consolidados.

La expresión de la restricción presupuestaria es la siguiente:

$$
\begin{cases}
j = 1 \\
\sum_{I=T,D,CH} x_{I,1} + \sum_{I=RF,RV} xc_{I,1} = A_1 \\
j = \{2,3.....,n\} \\
\sum_{I=T,D,CH} x_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} xc_{I,j} = (1-\tau_g)\left[\sum_{I=T,D,CH} (1+I_{j-1}) x_{I,j-1} + \right. \\
\left. + \sum_{I=RF,RV} (1+I_{j-1}) xc_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j-1} - Obl_{j-1} \right] + A_j - \\
- \lambda_1 \left[\sum_{I=T,D,CH} \{(1-\tau_g) I_{j-1} - i_v\} x_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} \{(1-\tau_g) I_{j-1} - i_v\} x_{I,j-1} \right]
\end{cases}
$$

9.4.2.2. Restricciones legales

Las restricciones legales que se incluyen en este Modelo, al no tener en cuenta ninguna limitación en cuanto a los Activos que son considerados aptos, se basan únicamente en la Ley 8/1987 y el Real Decreto 1307/1988.

En primer lugar se ha de tener en cuenta que el 90 por 100 del Fondo esté invertido en activos financieros contratados en mercados organizados, depósitos bancarios, créditos con garantía hipotecaria e inmuebles. De todo ello se deduce la siguiente restricción:

$$\begin{cases} j=1 \\ \sum_{I=T,D,CH} x_{I,1} + \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j} \geq 0.9 * A_1 \\ j=\{2,3,.....,n\} \\ \sum_{I=T,D,CH} x_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} xc_{I,j} \geq 0.9 * \Big\{ (1-\tau_g) \Big[\sum_{I=T,D,CH} (1+I_{j-1}) x_{I,j-1} + \\ + \sum_{I=RF,RV} (1+I_{j-1}) xc_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j-1} - Obl_{j-1} \Big] + A_j - \\ - \lambda_1 \Big[\sum_{I=T,D,CH} \{(1-\tau_g) I_{j-1} - i_v\} x_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} \{(1-\tau_g) I_{j-1} - i_v\} x_{I,j-1} \Big] \Big\} \end{cases}$$

El porcentaje de Depósitos bancarios, expresados mediante (D y T) no ha de superar el 15 por 100 del Activo del Fondo

$$\begin{cases} j=1 \\ \sum_{I=T,D} x_{I,j} \leq 0.15 * A_1 \\ j=\{2,3,.....,n\} \\ \sum_{I=T,D} x_{I,j} \leq 0.15 * \Big\{ (1-\tau_g) \Big[\sum_{I=T,D,CH} (1+I_{j-1}) x_{I,j-1} + \\ + \sum_{I=RF,RV} (1+I_{j-1}) xc_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j-1} - Obl_{j-1} \Big] + A_j - \\ - \lambda_1 \Big[\sum_{I=T,D,CH} \{(1-\tau_g) I_{j-1} - i_v\} x_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} \{(1-\tau_g) I_{j-1} - i_v\} x_{I,j-1} \Big] \Big\} \end{cases}$$

Finalmente, se exige, al Activo del Fondo, un coeficiente mínimo de liquidez del 1 por 100 que debe estar invertido en depósitos a la vista y en Activos del mercado monetario con vencimiento no superior a tres meses que en nuestro caso está expresado por T .

$$
\begin{cases}
j = 1 \\
x_{T,1} \geq 0.01 * A_1 \\
j = \{2,3,.....,n\} \\
x_{T,j} \geq 0.01 * \Big\{ (1-\tau_g) \Big[\sum_{I=T,D,CH} (1+I_{j-1}) x_{I,j-1} + \\
+ \sum_{I=RF,RV} (1+I_{j-1}) xc_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j-1} - Obl_{j-1} \Big] + A_j - \\
- \lambda_1 \Big[\sum_{I=T,D,CH} \{(1-\tau_g) I_{j-1} - i_v\} x_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} \{(1-\tau_g) I_{j-1} - i_v\} x_{I,j-1} \Big] \Big\}
\end{cases}
$$

9.4.2.3. Restricciones de cobertura de pensiones

En los dos Modelos analizados con anterioridad no se ha desarrollado de forma explícita ninguna restricción de cobertura de pensiones, que son aquellas que exigen que el Activo del Fondo sea suficiente para pagar las pensiones y para dotar la provisión matemática necesaria. Esta exclusión se ha debido a que en cada uno de los Modelos, y en función de las restricciones legales basadas en la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, se han establecido condiciones de suficiencia de cobertura del Activo sobre el Pasivo en términos de tiempo y cuantía.

En este Modelo las restricciones de cobertura de pensiones son dos.

La primera recoge que, tanto la rentabilidad generada por el Activo del Fondo, como la desinversión que se decida realizar de los Activos de Renta Fija y Renta Variable, debe ser suficiente para cubrir las pensiones y los gastos a pagar, a medida que estos se vayan devengando.

$$\begin{cases} j = \{1,2.....,n\} \\ \sum_{I=T,D,CH} I_j x_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} I_j xc_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j} \geq Obl_j + c_j \end{cases}$$

La segunda es una restricción de cobertura de la provisión matemática o fondo que debe estar dotado, después del pago de las prestaciones del período en curso y tras la enajenación de los Activos. Consideramos que esta cobertura debe realizarse en función de unos límites. No exigimos que esta restricción sea de igualdad sino que admitimos un desajuste prudente, tanto por defecto como por exceso, entre el valor de los Activos y la dotación de la provisión. Este desajuste flexibiliza, a nuestro juicio, la estructura de las

inversiones puesto que permite que no se cubran la totalidad de las provisiones, dentro de unos ciertos límites. De la misma forma, no permite un exceso de rentabilidad en las inversiones, al objeto de garantizar que una adecuada diversificación y de evitar que las carteras concentren toda su inversión en el Activo con mayor rentabilidad, el cual según el comportamiento de los mercados financieros suele caracterizarse por una mayor volatilidad. Los límites de esta restricción, "δ_d , δ_e ",se determinan por el gestor.

$$\begin{cases} j = \{1,2,....,n\} \\ \delta d * PM_j \le \sum_{I=T,D,CH}(1+I_j)x_{I,j} + \sum_{I=RF,RV}(1+I_j)xc_{I,j} - \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j} - \\ -Obl_j - c_j \le \delta e * PM_j \\ siendo: \\ \delta d : porcentaje\ \ por\ defecto \\ \delta e : porcentaje\ \ por\ exceso \end{cases}$$

La primera restricción de cobertura de pensiones es coincidente con la restricción legal, basada en el artículo 2 de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, de coincidencia en tiempo y cuantía de los Activos y de las Obligaciones. En el caso de aplicar Inmunización por Duraciones se exige que únicamente un porcentaje del total de la provisión matemática esté invertida en Renta Variable. En ellos no se introduce ninguna restricción que garantice la cobertura de la dotación de provisión. En el Modelo de Máximo Rendimiento incluirla, a nuestro juicio, sirve de garantía de cobertura de las obligaciones y vas más allá de garantizar la liquidez de las inversiones para hacer frente a las pensiones puesto que asegura la dotación de las provisiones.

9.4.2.4. Restricciones técnicas

Este tipo de restricción supone que las variables a determinar no son negativas: la cuantía, en unidades monetarias, que se destina a adquisición y venta de cada uno de los proyectos de inversión debe ser positiva o bien nula. Por lo tanto las restricciones técnicas para este modelo son dos:

$$j = \{1,2.....,n\}$$

$$x_{I,j} \geq 0;\forall I = T,D,CH$$
$$xc_{I,j} \geq 0;\forall I = RF,RV$$
$$xv_{I,j} \geq 0;\forall I = RF,RV$$

9.4.3. Resolución del Modelo de Optimización Robusta Multi-periódico aplicado al Método de Máximo Rendimiento

El modelo a resolver para cada escenario "s" es el siguiente:

$$Maximizar: z^s = \sum_{I=T,D,CH}(1+I^s{}_n)x^s{}_{I,n} + \sum_{I=RF,RV}(1+I^s{}_n)xc^s{}_{I,n} - \sum_{I=RF,RV}xv^s{}_{I,n} - $$
$$- Obl^s{}_n - c^s{}_n$$

$$sujeto\ a:$$

1)

$$\begin{cases} j=1 \\ \sum_{I=T,D,CH}x^s{}_{I,1} + \sum_{I=RF,RV}xc^s{}_{I,1} = A_1 \\ j=\{2,3.....,n\} \\ \sum_{I=T,D,CH}x^s{}_{I,j} + \sum_{I=RF,RV}xc^s{}_{I,j} = (1-\tau_g)\left[\sum_{I=T,D,CH}(1+I^s{}_{j-1})x^s{}_{I,j-1} + \right. \\ \left. + \sum_{I=RF,RV}(1+I^s{}_{j-1})xc^s{}_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV}xv^s{}_{I,j-1} - Obl^s{}_{j-1}\right] + A^s{}_j - \\ -\lambda_1\left[\sum_{I=T,D,CH}\{(1-\tau_g)I^s{}_{j-1} - i^s{}_v\}x^s{}_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV}\{(1-\tau_g)I^s{}_{j-1} - i^s{}_v\}x^s{}_{I,j-1}\right] \end{cases}$$

2)

$$\begin{cases} j=1 \\ \sum_{I=T,D,CH} x^s{}_{I,1} + \sum_{I=RF,RV} xv^s{}_{I,j} \geq 0.9 * A^s{}_1 \\ j=\{2,3,.....,n\} \\ \sum_{I=T,D,CH} x^s{}_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} xc^s{}_{I,j} \geq 0.9 * \Big\{ (1-\tau_g) \Big[\sum_{I=T,D,CH} (1+I^s{}_{j-1}) x^s{}_{I,j-1} + \\ + \sum_{I=RF,RV} (1+I^s{}_{j-1}) xc^s{}_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} xv^s{}_{I,j-1} - Obl^s{}_{j-1} \Big] + A^s{}_j - \\ - \lambda_1 \Big[\sum_{I=T,D,CH} \{ (1-\tau_g) I^s{}_{j-1} - i^s{}_v \} x^s{}_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} \{ (1-\tau_g) I^s{}_{j-1} - i^s{}_v \} x^s{}_{I,j-1} \Big] \Big\} \end{cases}$$

3)

$$\begin{cases} j=1 \\ \sum_{I=T,D} x^s{}_{I,1} \leq 0.15 * A^s{}_1 \\ j=\{2,3,.....,n\} \\ \sum_{I=T,D} x^s{}_{I,j} \leq 0.15 * \Big\{ (1-\tau_g) \Big[\sum_{I=T,D,CH} (1+I^s{}_{j-1}) x^s{}_{I,j-1} + \\ + \sum_{I=RF,RV} (1+I^s{}_{j-1}) xc^s{}_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} xv^s{}_{I,j-1} - Obl^s{}_{j-1} \Big] + A^s{}_j - \\ - \lambda_1 \Big[\sum_{I=T,D,CH} \{ (1-\tau_g) I^s{}_{j-1} - i^s{}_v \} x^s{}_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} \{ (1-\tau_g) I^s{}_{j-1} - i^s{}_v \} x^s{}_{I,j-1} \Big] \Big\} \end{cases}$$

4)

$$\begin{cases} j=1 \\ x^s{}_{T,1} \geq 0.01 * A^s{}_1 \\ \\ j=\{2,3,.....,n\} \\ x^s{}_{T,j} \geq 0.01 * \Big| (1-\tau_g) \sum_{I=T,D,CH} (1+I^s{}_{j-1}) x^s{}_{I,j-1} + \\ + \sum_{I=RF,RV} (1+I^s{}_{j-1}) xc^s{}_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} xv^s{}_{I,j-1} - Obl^s{}_{j-1} + A^s{}_j - \\ - \lambda_1 \sum_{I=T,D,CH} \{(1-\tau_g) I^s{}_{j-1} - i^s{}_v\} x^s{}_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} \{(1-\tau_g) I^s{}_{j-1} - i^s{}_v\} x^s{}_{I,j-1} \end{cases}$$

5)

$$\begin{cases} j=\{1,2.....,n\} \\ \sum_{I=T,D,CH} I^s{}_j x^s{}_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} I^s{}_j xc^s{}_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} xv^s{}_{I,j} \geq Obl^s{}_j + c^s{}_j \end{cases}$$

6)

$$\begin{cases} j=\{1,2,....,n\} \\ \delta d * PM^s{}_j \leq \sum_{I=T,D,CH} (1+I^s{}_j) x^s{}_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} (1+I^s{}_j) xc^s{}_{I,j} - \sum_{I=RF,RV} xv^s{}_{I,j} - \\ - Obl^s{}_j - c^s{}_j \leq \delta e * PM^s{}_j \end{cases}$$

7)

$$\begin{cases} j=\{1,2,....,n\} \\ x^s_{I,j} \geq 0; \ \ \forall I = T,D,CH \end{cases}$$

8)

$$\begin{cases} j = \{1,2,....,n\} \\ xc^{s}_{I,j} \geq 0; \ \ \forall I = RF, RV \end{cases}$$

9)

$$\begin{cases} j = \{1,2,....,n\} \\ xv^{s}_{I,j} \geq 0; \ \ \forall I = RF, RV \end{cases}$$

De esta forma se obtienen las cuantías de las inversiones y desinversiones para cada uno de los escenarios, así como el Fondo obtenido al final de horizonte temporal, como resultado de llevar a cabo estas inversiones. Puesto que el objetivo es obtener información sobre una única inversión óptima para cualquier escenario que ocurra finalmente, se ha de buscar el Modelo Coordinado que tenga en cuenta todas las posibles soluciones y proporcione aquella que menos se desvíe de todas ellas. El Modelo Coordinado minimiza las desviaciones por defecto "w^{s-}" producidas por el Fondo y las desviaciones de las restricciones "$y^{s-}_{r,j}, y^{s+}_{r,j}$" excepto para el caso de las restricciones de cobertura de pensiones "r=5,6" donde únicamente se minimizan las desviaciones por defecto. En el caso de la restricción 6 se han de valorar las desviaciones producidas para cada uno de los límites prefijados.

El Modelo Coordinado que se ha de resolver para el caso del método de Máximo Rendimiento es, teniendo en cuenta que son 9 las restricciones, que denotamos por "r", a las que se somete el modelo de optimización expuesto anteriormente, el siguiente:

$$Minimizar: \sum_{s=1}^{S} p^s(w^{s-}) + \sum_{s=1}^{S}\sum_{j=2}^{n}\sum_{r=1}^{4} p^S(y_{r,j}^{s-} + y_{r,j}^{s+}) + \sum_{s=1}^{S}\sum_{j=2}^{n}\sum_{r=5}^{6e,6d} p^S y_{r,j}^{s-} + \\ + \sum_{s=1}^{S}\sum_{j=2}^{n}\sum_{r=7}^{9} p^s(y_{r,j}^{s-} + y_{r,j}^{s+})$$

$$\forall r = \{1,2,3,4,5,6e,6d,7,8,9\}; s = \{1,2,.....S\}; j = \{2,3.....,n\}$$

$$sujeto\ a:$$

$$\begin{cases} j = n \\ \sum_{I=T,D,CH}(1+I^s{}_n)x_{I,n} + \sum_{I=RF,RV}(1+I^s{}_n)xc_{I,n} - \sum_{I=RF,RV} xv_{I,n} - Obl^s{}_n - \\ - c^s{}_n - w^{s+} + w^{s-} = z^s \end{cases}$$

$$\begin{cases} j = 1 \\ \sum_{I=T,D,CH} x_{I,1} + \sum_{I=RF,RV} xc_{I,1} = A_1 \\ j = \{2,3.....,n\} \\ \sum_{I=T,D,CH} x_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} xc_{I,j} - y_{1,j}^{s+} + y_{1,j}^{s-} = (1-\tau_g)\left[\sum_{I=T,D,CH}(1+I^s{}_{j-1})x_{I,j-1} + \right. \\ \left. + \sum_{I=RF,RV}(1+I^s{}_{j-1})xc_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j-1} - Obl^s{}_{j-1}\right] + A^s{}_j - \\ - \lambda_1\left[\sum_{I=T,D,CH}\{(1-\tau_g)I^s{}_{j-1} - i^s{}_v\}x_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV}\{(1-\tau_g)I^s{}_{j-1} - i^s{}_v\}x_{I,j-1}\right] \end{cases}$$

$$
\begin{cases}
j=1 \\
\sum_{I=T,D,CH} x_{I,1} + \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j} \geq 0.9 * A^s{}_1 \\
j=\{2,3,.....,n\} \\
\sum_{I=T,D,CH} x_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} xc_{I,j} - y^{s+}_{2,j} + y^{s-}_{2,j} \geq 0.9 * \Big\{(1-\tau_g)\Big[\sum_{I=T,D,CH}(1+I^s{}_{j-1})x_{I,j-1} + \\
+ \sum_{I=RF,RV}(1+I^s{}_{j-1})xc_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j-1} - Obl^s{}_{j-1}\Big] + A^s{}_j - \\
- \lambda_1\Big[\sum_{I=T,D,CH}\{(1-\tau_g)I^s{}_{j-1} - i^s{}_v\}x_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV}\{(1-\tau_g)I^s{}_{j-1} - i^s{}_v\}x_{I,j-1}\Big]\Big\}
\end{cases}
$$

$$
\begin{cases}
j=1 \\
\sum_{I=T,D} x_{I,1} \leq 0.15 * A^s{}_1 \\
j=\{2,3,.....,n\} \\
\sum_{I=T,D} x_{I,j} - y^{s+}_{3,j} + y^{s-}_{3,j} \leq 0.15 * \Big\{(1-\tau_g)\Big[\sum_{I=T,D,CH}(1+I^s{}_{j-1})x_{I,j-1} + \\
+ \sum_{I=RF,RV}(1+I^s{}_{j-1})xc_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j-1} - Obl^s{}_{j-1}\Big] + A^s{}_j - \\
- \lambda_1\Big[\sum_{I=T,D,CH}\{(1-\tau_g)I^s{}_{j-1} - i^s{}_v\}x_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV}\{(1-\tau_g)I^s{}_{j-1} - i^s{}_v\}x_{I,j-1}\Big]\Big\}
\end{cases}
$$

$$\begin{cases} j=1 \\ x_{T,1} \geq 0.01 * A^{s}{}_{1} \\ \\ j=\{2,3,.....,n\} \\ x_{T,j} - y^{s+}_{4,j} + y^{s-}_{4,j} \geq 0.01 * \Big\{ (1-\tau_g) \Big[\sum_{I=T,D,CH} (1+I^{s}{}_{j-1}) x_{I,j-1} + \\ + \sum_{I=RF,RV} (1+I^{s}{}_{j-1}) xc_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j-1} - Obl^{s}{}_{j-1} \Big] + A^{s}{}_{j} - \\ - \lambda_1 \Big[\sum_{I=T,D,CH} \{ (1-\tau_g) I^{s}{}_{j-1} - i^{s}{}_{v} \} x_{I,j-1} + \sum_{I=RF,RV} \{ (1-\tau_g) I^{s}{}_{j-1} - i^{s}{}_{v} \} x_{I,j-1} \Big] \Big\} \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=\{1,2.....,n\} \\ \sum_{I=T,D,CH} I^{s}{}_{j} x_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} I^{s}{}_{j} xc_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} xv_{I,j} - y^{s+}_{5,j} + y^{s-}_{5,j} \geq Obl^{s}{}_{j} + c^{s}{}_{j} \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=\{1,2,....,n\} \\ \delta d * PM^{s}{}_{j} - y^{s+}_{6e,j} + y^{s-}_{6e,j} \leq \sum_{I=T,D,CH} (1+I^{s}{}_{j}) x_{I,j} + \sum_{I=RF,RV} (1+I^{s}{}_{j}) xc_{I,j} - \sum_{I=RF,RV} xv^{s}{}_{I,j} - \\ - Obl^{s}{}_{j} - c^{s}{}_{j} \leq \delta e * PM^{s}{}_{j} - y^{s+}_{6d,j} + y^{s-}_{6d,j} \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=1 \\ x^{s}_{I,j} \geq 0; \ \ \forall I = T,D,CH \\ \\ j=\{2,....,n\} \\ x^{s}_{I,j} - y^{s+}_{7,j} + y^{s-}_{7,j} \geq 0; \ \ \forall I = T,D,CH \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=1 \\ xc_{I,j}^{s} \geq 0; \ \ \forall I = RF, RV \\ \\ j = \{2,....,n\} \\ xc_{I,j}^{s} - y_{8,j}^{s+} + y_{8,j}^{s-} \geq 0; \ \ \forall I = RF, RV \end{cases}$$

$$\begin{cases} j=1 \\ xv_{I,j}^{s} \geq 0; \ \ \forall I = RF, RV \\ \\ j = \{2,....,n\} \\ xv_{I,j}^{s} - y_{9,j}^{s+} + y_{9,j}^{s-} \geq 0; \ \ \forall I = RF, RV \end{cases}$$

Las decisiones de inversión que se obtengan con la resolución de este Modelo son aquellas que:

* Maximizan el rendimiento del Fondo al final del horizonte temporal.

* Cumplen la condición de que todo el Activo del que se dispone en el Fondo de Pensiones se encuentra invertido.

* Garantizan el cumplimiento de las obligaciones y la dotación de las provisiones matemáticas.

* Cumplen los requerimientos legales en materias de inversión, recogidos en la Ley 8/1987 y en el Real Decreto 1307/1988.

* Minimizan las desviaciones en relación a la robusted y la factibilidad del modelo de optimización empleado.

Los resultados obtenidos, con la resolución de este Modelo, se recogen en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.13.

Fondo generado	z
Asignación óptima de inversiones y desinversiones para cada período $"j"$	$x_{T,j}, x_{D,j}, x_{CH,j}$ $xc_{RF,j}, xc_{RV,j}$ $xv_{RF,j}, xv_{RV,j}$
Desviaciones en cuanto a robusted y factibilidad para cada escenario $"s"$ en cada período $"j"$ y por cada $"r"$ restricción.	$w^{s+}; w^{s-}$ $y_{r,j}^{s+}; y_{r,j}^{s-}$

Esto resultados al no estar, el método aplicado para obtenerlos, basado en ninguno de los preceptos de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, no permiten obtener un tipo de valoración actuarial mayor al 4%. No obstante los resultados obtenidos, si superan la rentabilidad del tipo de valoración actuarial al que se hayan realizado los cálculos actuariales, revierten en mayor prestación y/o en una menor aportación para el partícipe, lo cual, junto con el hecho de no limitar las cuantías y la temporalidad de las inversiones son las ventajas de este método frente a los otros dos que ha de tener en cuenta el gestor a la hora de decantarse por uno u otro.

La legislación española permite la utilización de productos derivados para cubrir los riesgos. Si se utilizarán éstos para cubrir la cartera seleccionada, en función de este Modelo, se abre la posibilidad de que la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones permita la aplicación del mismo para obtener una valoración de las provisiones matemáticas en función de la relación entre los Activos y Pasivos de la cartera. La adquisición de los productos derivados supone unos costes que hay que introducir en el planteamiento del Modelo expuesto.

CONCLUSIONES

1. **Modelo de Generación de Escenarios para la Gestión de Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones**
2. **Modelo de Selección para la Gestión de Activos y Pasivos de un Fondo de Pensiones**
3. **Consideraciones finales y líneas de investigación abiertas**

MENÚ SALIR

Las conclusiones, en consonancia con la estructura desarrollada en esta tesis, se pueden dividir en dos bloques claramente diferenciados.

En el primero se destacan las conclusiones obtenidas con la aplicación del Modelo de Generación de Escenarios, y en el segundo las resultantes tras la aplicación del Modelo de Selección utilizado para la Gestión de Activos y Pasivos.

MENÚ SALIR

1. MODELO DE GENERACIÓN DE ESCENARIOS PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS DE UN FONDO DE PENSIONES

El Modelo de Generación de Escenarios, que se presenta en esta tesis doctoral, es adecuado para la Gestión de un Fondo de Pensiones puesto que:

En primer lugar reconoce que tanto, los Activos como los Pasivos, dependen de rendimientos y factores aleatorios e introduce a ambos en la modelización, de tal forma que se generan valores tanto de los rendimientos de los Activos, rendimientos de la Tesorería, de los Depósitos, de la Renta Fija, de la Renta Variable, de los Créditos Hipotecarios como de los factores que influyen en las Obligaciones; esto es, el tipo de valoración actuarial y el IPC, factor este último que también influye en los Activos.

Este Modelo de Generación de Escenario se basa en una estructura de Vector de Corrección de Errores (VECM), y proporciona al gestor la posibilidad de evaluar estrategias potenciales puesto que, explícitamente, tiene en cuenta los regímenes económicos y el equilibrio en el largo plazo.

Cumple las características que debe satisfacer todo Modelo de Generación de Escenarios ya que los valores que se generan, para cada parámetro en cada uno de los escenarios, son consistentes con la información del pasado que se tiene de los mismos puesto que el modelo estimado se basa en los valores de la serie temporal. Al trabajar con un VECM se respeta la interrelación existente entre los factores y rendimientos puesto que dicha técnica tiene en cuenta la información de los parámetros así como las correlaciones entre los residuos de los mismos. Debido a la flexibilidad del modelo se pueden generar tantos valores como se consideren suficientes para capturar las posibles trayectorias de comportamiento de los parámetros.

Una de las principales ventajas del Modelo de Generación de Escenarios que presentamos es su flexibilidad, puesto que con él se puede obtener tanto un único valor de predicción como un conjunto de trayectorias, en función de agrupaciones obtenidas por criterios subjetivos, en consonancia con las necesidades del gestor.

El Modelo de Generación de Escenarios obtenido permite realizar análisis de riesgo de mercado con medidas como el Valor en Riesgo y en términos de utilidad, con lo que se recogen las preferencias del gestor y su actitud ante el riesgo. Dichas medidas nos ayudan a valorar cualquier estrategia de inversión a través del análisis del Fondo generado, entendido como diferencia entre Activos y Pasivos, el cual se ve influenciado por el comportamiento de los rendimientos y factores en función de cada escenario generado.

El hecho de que el comportamiento de los parámetros haya indicado que el modelo de estimación más adecuado es un VECM es, en cierto modo, circunstancial. Si se trabajara con otros datos quizás las conclusiones hubieran sido diferentes pero la principal aportación de esta primera parte es la presentación de la metodología a seguir para obtener el Modelo de Generación de Escenarios.

Otra forma de obtener información sobre el comportamiento de los parámetros en el futuro es basarse en opiniones intuitivas y en las expectativas del sector. Las conclusiones obtenidas de la realización de la encuesta realizada a los gestores de los Fondos de Pensiones en España nos permiten realizar las siguientes afirmaciones:

La mayoría de los Fondos de Pensiones están integrados por Planes de Aportación Definida aunque el mayor volumen de negocio se encuentra en los Planes de Prestación Definida.

Las Gestoras encuestadas califican su actitud inversora como conservadora o muy conservadora. Asimismo, consideran más arriesgado que sus Activos no sean líquidos que no disponer de una estrategia de cobertura frente a los riesgos que afectan a los mismos.

Los gestores prevén que, en un 80% de los casos, se producirán cambios significativos en la estructura de las inversiones. Estos previsibles cambios se traducen en una mayor diversificación de las Inversiones Financieras y en una disminución de las inversiones en Renta Fija a favor de un incremento de la Renta Variable.

Los gestores consideran altamente probable que se produzca un incremento del Índice de Precios al Consumo. Dicho incremento supone, en base a las interrelaciones entre los parámetros establecidos por las Gestoras, una reacción de aumento en los tipos de interés a corto, largo y de los créditos hipotecarios, así como en una disminución en la rentabilidad de la Renta Variable. Estas expectativas coinciden con las predicciones realizadas con el Modelo de Generación de Escenarios, las cuales se caracterizan por su poca dispersión en relación a los valores reales con los que son contrastadas.

Por último señalar que la totalidad de las Gestoras muestra interés por recibir los resultados obtenidos con la encuesta. Hecho éste que, a nuestro juicio, se traduce en el gran interés que el sector tiene por obtener la máxima información posible con el objeto de disminuir la incertidumbre y el riesgo en su gestión.

2. MODELO DE SELECCIÓN PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS DE UN FONDO DE PENSIONES

El análisis de riesgo que se realiza a través de la información obtenida con el Modelo de Generación de Escenarios se encuadra dentro de una óptica de análisis a posteriori, la cual valora el riesgo y la rentabilidad de determinadas alternativas de inversión, pero no determina la alternativa óptima dentro del conjunto total de inversiones. Para realizar esta selección necesitamos introducir, en los modelos de ALM, técnicas de optimización.

Tras analizar diversos modelos de optimización aplicados a la Gestión de Activos y Pasivos concluimos que un Modelo de Optimización Robusta Multiperiódica es el más adecuado. El cual tiene en cuenta el comportamiento aleatorio de los Activos y Pasivos durante un horizonte temporal multiperiódico y proporciona una medida de riesgo adecuada. Este instrumento capacita al gestor para evaluar las repercusiones de los diferentes escenarios y para estimar cómo cambiarán sus perspectivas, en respuesta a diferentes movimientos estratégicos, lo que le lleva a obtener la decisión óptima que mejor se ajuste a todas las posibles circunstancias.

Una vez decidido el instrumento con el cual se ha de llevar a cabo la Gestión de Activos y Pasivos se ha de analizar el método a aplicar. La Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998 se decanta por dos planteamientos ampliamente desarrollados en la literatura financiero-actuarial, el método de armonización del flujo de caja y el de inmunización por duraciones. Dichos criterios son considerados métodos adecuados de Gestión de Activos y Pasivos desde la óptica de un análisis a posteriori de las inversiones realizadas.

Si estas inversiones cumplen los requisitos de armonización o inmunización, se permite a la entidad o Fondo utilizar el tipo de valoración

actuarial acorde con la relación existente entre sus inversiones y obligaciones. De esta forma aún cuando se disponga de información de un solo período sobre los Activos y Pasivos, si las relaciones entre éstos cumplen los requisitos estipulados, la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones permite utilizar un tipo de interés técnico superior al máximo estipulado para el cálculo de la provisión matemática.

Consideramos que los criterios o métodos de armonización del flujo de caja y de inmunización han de ser aplicados desde una óptica de optimización multiperiódica y a priori. Por ello se introducen como restricciones de decisión, el cumplimiento de casamiento de flujos o de valores actuales, en función de cada método y, por lo tanto, la selección que se obtiene tiene en cuenta el cumplimiento de estos requerimientos legales. Al ser una selección óptima, ésta conlleva la obtención del tipo de interés de valoración óptimo para cada uno de los métodos.

La Administración, con el objetivo de garantizar los compromisos por pensiones, permite una dotación menor de las provisiones a aquellos gestores que desarrollan métodos que se centran en garantizar que las inversiones se realicen en Activos con alta liquidez eliminando con ello el riesgo de interés. No obstante, la aplicación de estos métodos que limitan tanto el tipo de Activos, como la temporalidad de las inversiones, encorsetan hasta tal punto la gestión que la institución que las lleve a cabo se arriesga a que otras gestoras, que realicen una gestión más eficaz, las releven a un segundo plano.

Otro método es el de máximo rendimiento, el cual, aún cuando garantiza las coberturas de las pensiones, permite un desequilibrio prudente en la cobertura de las provisiones, y la inversión en Activos, considerados de mayor riesgo por la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, sin restricciones de cuantías o plazos. Con la aplicación del Modelo de Optimización

Robusta Multiperiódica al Método de Máximo Rendimiento los excesos de rentabilidad pueden revertir en una mayor cuantía de derecho consolidado y/o en una menor aportación.

No podemos concluir que, de los tres métodos desarrollados, uno de ellos sea mejor que otro, lo que si podemos afirmar es que con la metodología propuesta facilitamos al gestor de la posibilidad de seleccionar un método u otro en función a sus necesidades.

Con los tres métodos analizados, utilizando el instrumento de la Optimización Robusta Multiperiódica, se obtienen unas decisiones de inversión para cada período de tiempo que:

- Maximizan el rendimiento del Fondo al final del horizonte temporal.
- Cumplen las condiciones de que todo el Activo, del que se dispone en el Fondo de Pensiones, se encuentra invertido.
- Garantizan la solvencia del Fondo y que los pagos de las pensiones se atiendan de forma adecuada.
- Minimizan las desviaciones en relación a la robustez y la factibilidad del Modelo de Optimización empleado.
- En el caso de aplicar el Método de Armonización del Flujo de Caja y el de Método de Inmunización por Duraciones cumplen los requisitos del artículo 2 y 3, respectivamente, de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998.

Como última reflexión señalar que en aquellos escenarios en los que la rentabilidad obtenida con la inversión en Renta Variable supere a la de la Renta Fija la inversión óptima al aplicar el Método de Máximo Rendimiento supone la obtención de un Fondo superior al que se percibe al aplicar cualquiera de los otros dos Métodos. Mientras que en los escenarios, donde la situación sea la inversa, la inversión óptima, tras la aplicación del Método de Máximo Rendimiento, genera al menos el mismo Fondo que la de los otros dos.

Esta ventaja se contrarresta con el hecho de que un mayor rendimiento no revierte directamente en un mayor tipo de valoración actuarial puesto que este método, no se recoge explícitamente por la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones. No obstante, la regulación española permite la posibilidad de utilizar productos derivados, no como inversión directa, pero sí para la cobertura de riesgos. Nuestra conclusión es que si se recurre a esta técnica y se cubren las carteras, estaría garantizada la liquidez de las inversiones y, por tanto, la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones podría permitir calcular la provisión técnica a un tipo de interés superior al 3.15% en el caso de carteras de vida o al 4% en la aplicación a un Fondo de Pensiones.

3. CONSIDERACIONES FINALES Y LINEAS DE INVESTIGACIÓN ABIERTAS

La metodología, que se obtiene tras la realización de esta tesis, cumple los objetivos propuestos. Se lleva a cabo la coordinación de Activos y Pasivos a través de la utilización de técnicas de optimización, de forma multiperiódica y teniendo en cuenta el comportamiento aleatorio de esos parámetros durante ese horizonte temporal.

El desarrollo de esta metodología conlleva la realización de múltiples cálculos y para ello es necesario un potente software. En Bosch (1997) se llevó a cabo la aplicación práctica, a través de programación en Fortran, de Modelos de Optimización Robusta Multiperiódica. En esta trabajo los cálculos econométricos han sido realizados con programas, existentes en el mercado, como el Econometric View y el Microfit.

Este proceso se vería enriquecido, en términos de agilidad, si se dispone de un programa informático que realice, conjuntamente, las dos partes que se han tratado en esta tesis. De esta forma se consigue, con mayor rapidez, resultados de la cartera óptima.

Por tanto la línea de investigación más inmediata consiste en desarrollar esa programación aplicando algoritmos, que permitan velocidad de convergencia a la solución, utilizando la mínima memoria.

Por otra parte, el proceso de investigación que se ha llevado a cabo ha permitido obtener resultados específicos a través de la realización de determinadas hipótesis o supuestos. La relajación de algunos de ellos abre nuevos caminos de investigación que permitirán un análisis más detallado completo y, en algunos casos, más adecuados a la realidad.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Parte Primera

Bibliografía Parte Segunda

Legislación

MENÚ SALIR

BIBLIOGRAFÍA PARTE PRIMERA

AKAIKE, H. (1973) “Information Theory and the Extension of the Maximun Likelihood Principle” *Second International Symposium on Information Theory*, Eds B. N. Petrov and F. Csaki, Budapest, pp 267-281.

AKAIKE, H. (1974) “A new look at the statistical identification model” *IEEE: Transaction Auto control*, 19, pp 716-23.

ALONSO, F., AYUSO, J. y MARTÍNEZ, J. (1997) "El poder predictivo de los tipos de interés sobre la tasa de inflación española" *Documento de trabajo* nº 9722. Servicio de Estudios. Banco de España.

ARNOTT, R.D. and BERNSTEIN, P.L. (1988) "The right way to manage your pensions fund" *Harvard Business Review*, January, pp 15-28.

BANCO DE ESPAÑA (1991) “Índice de Rendimiento de una Cartera de Deuda del Estado”, mayo, pp 29-44.

BANCO DE ESPAÑA (1991-2000) Boletín Estadístico del Banco de España.

BARREIRA, T., FERRER, R. y GONZALEZ, T. (1998) "Conexión entre los tipos de interés del mercado monetario español" *Actualidad Financiera*, pp 26-37.

BAYOD, R. y FERNÁNDEZ, E. (1989): *Planes y Fondos de Pensiones*. Ed. Trivium, S.A.

BELL, D. (1995) “ Risk, return and utility” *Management Science*, 40, pp 23-30.

BOENDER, C.G.E. (1995) "A hybrid simulation/optimization scenario model for asset/liability management" Report 9513/A *Econometric Institute*, Erasmus University Rotterdam. Too publications to the 20th anniversary special issue of *European Journal of Operational Research*.

BOENDER, C.G.E. and HEEMSKERK, F. (1995) "A static scenario optimization model for asset/liability management for defined benefit plans", Report 9512/A *Econometric Institute*, Erasmus University Rotterdam.

BOENDER, C.G.E., VAN AALST, P.C. and HEEMSKERK, F.(1998) "Modeling and management of assets and liabilities of pension plans in the Netherlands" *Worldwide Asset and Liability Modeling*. Ed. Cambridge University Press, pp 561-580.

BOSCH, M. (1997) “Modelos de programación estocástica aplicados a la cartera de un Fondo de Pensiones”. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. Departamento de Matemática Económica, Financiera y Actuarial. España.

CABRERO, A., ESCRIVÁ, J.L. y SASTRE, T. (1992) "Ecuaciones de demanda para los nuevos agregados monetarios" Banco de España. *Estudios Económicos* nª 52.

CARIÑO, D.R., KENT, T., MYERS, D.H., STACY, C., SYLVANUS, M., TURNER, A., WATANABLE, K. and ZIEMBA, W.T. (1994) "The Russell-Yasuda Kasai model: an asset liability model for a Japanese insurance company using multi-stage stochastic programming" *Interfaces*, 24, pp 29-49.

CUENCA, J.A. (1994) "Variables para el estudio del sector monetario. Agregados monetarios crediticios y tipos de interés sintéticos" *Documento de trabajo* nº 9416. Servicio de Estudios. Banco de España.

DE MIGUEL, M., MORA, A., OLMEDA, I. e YZAGUIRRE, J. (1998) "Integración de las principales bolsas de la Unión Europea: Un análisis reciente" *Actualidad Financiera*, pp 16-29.

DERT, C. (1995) "Asset liability management for pension funds. A multistage chance constrained programming approach" Ph.D thesis, Erasmus University Rotterdam. Departament of Mathematics. Netherlands.

DERT, C. (1998) "A dynamic model for asset liability management for defined benefit pension funds" *Worldwide Asset and Liability Modeling*. Ed. Cambridge University Press, pp 501-537.

DICKEY, D.A. and FULLER, W.A. (1979) "Distribution of the estimators for autoregresive time series with a units root" *Journal of the American Statistical Association*, 74, pp 427-31.

DICKEY, D.A. and FULLER, W.A. (1981) "Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root" *Econometrica*, 49, 4, pp 1057-1072.

DICKEY, D. A. and SAID, S.E. (1985) "Hypothesis testing in ARIMA p, 1, q, models" *Journal of the American Statistical Association*, pp 369-374.

DICKEY, D.A. and SAID, S.E. (1984) "Testing for unit roots in autoregressive-moving average models of unknown order" *Biometrika*, 71, 3, pp 599-607.

DIRECCIÓN GENERAL DE SEGUROS Y FONDOS DE PENSIONES(1998): *Planes y Fondos de Pensiones*. *Memoria estadística de 1998*, Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid.

DOORNIK, J. and HENDRY, D. (1994*): PcFilms8.0 Interactive Econometric Modeling of Dynamic Systems*. International Thomson Publishing.

DOORNIK, J. and HENDRY, D. (1994): *PcGive8.0 An Interactive Econometric Modeling System*. International Thomson Publishing.

ESCRIVÁ, J.L. (1990) “El tipo interbancario a un día: variabilidad y determinantes fundamentales” *Boletín Económico.* Banco de España, marzo.

ESCRIVÁ, J.L. y HALDANE, A. (1994) "El mecanismo de transmisión de los tipos de interés en España: estimación basada en desagregaciones sectoriales" *Documento de trabajo* nº 9414. Servicio de Estudios. Banco de España.

ESTRADA, A., SASTRE, T. y VEGA, J.L. (1994) "El mecanismo de transmisión de los tipos de interés: el caso español" *Documento de trabajo* nº 9408. Servicio de Estudios. Banco de España.

FERRER, R. (1999) "Análisis empírico de la sensibilidad del mercado español de acciones ante los cambios en los tipos de interés nominales*" Actualidad Financiera*, pp 36-49.

FULLER, W.A. (1976): *Introduction to statistical times series*. Ed. John Wiley and Sons, New York.

GODFREY, L.G. (1978a) “Testing against general autorregresive and moving average errors models when the regressors include lagged dependent variables” *Econometrica,* 46, pp 1293-1301.

GODFREY, L.G. (1978b) “Testing for higher order serial correlations in regression equations when the regressors include lagged dependent variables” *Econometrica*, 46, pp 1303-1310.

GRANGER, C.W.J. (1969) “Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods” *Econometrica*, 37, pp 424-438.

GRANGER, C.W.J. and. NEWBOLD, P. (1974) “Spurious regressions in econometrics” *Journal of Econometrics*, 2, pp 111-120.

GREENE, W. (1998): *Análisis Econométrico*. Prentice Hall.

HAIGIGI, M. and KLUGER, B. (1987) "Safety first: An alternative performance measure" *Journal of Portfolio Management*, summer, pp 125-144.

HAMILTON, J. (1994): *Time Series Analysis*. Princeton: Princeton University Press.

HERTZ, D.B. (1964) “Risk analysis in capital investments*” Harward Business Review*, pp 95-106.

HERTZ, D.B. (1968) “Investment Policy that Pay Off” *Harward Business Review*, pp 96-108.

Informe de convergencia 2000 del Banco Central Europeo. Disponible en: www.bde.es/informes/bce/ic2000.pdf

ISCOE, I., KREININ, A. and ROSEN, D. (1999) “An integrated market and credit risk portfolio model” *Algo Research Quartely*, 1(2): 3, pp 21-37.

JOHANSEN, S. (1988) "Statistical analysis of cointegration vectors" *Journal of Economic Dynamic and Control*, 12, pp 231 - 254.

JOHANSEN, S. (1991) "Estimation and hypothesis testing of cointegrating vectors in Gaussian vector autoregressive models" *Econometrica*, 59, pp 1551-1580.

JOHANSEN, S. (1997) "Mathematical and statistical modeling of cointegration" European University Institute, Florence, EUI *Working Paper* ECO No. 97/14.

JOHANSEN, S. and JUSELIUS, K. (1990) "Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money" *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, pp 169-210.

JORION, P. (1997): *Value at Risk*. *The New Benchmark for Controlling Market Risk*. IRWIN Profesional Publishing.

JUDGE, G.G., HILL, R.C., CRIFFITH, W.E., LÜTKEPOHL, H. and LEE, T. (1988): *The Theory and Practice of Econometrics*. Eds. John Wiley and Sons.

KALLBERG, J.G and ZIEMBA,W.T. (1983) “Comparison of alternative utility functions in portfolio selection problems” *Management Science,* 29, pp 1257-1276.

KOUWNBERG, R. (1998) "A stochastic programming model for asset liability management for pension funds" Report 9801, *Erasmus Center for Financial Research.* Erasmus University Rotterdam.

KOUWNBERG, R. (1998) "Dynamic portfolio insurance: a stochastic programming approach" Report 9813, *Erasmus Center for Financial Research*. Erasmus University Rotterdam.

KWIATKOWSKI, D., PHILLIPS, P.C.B., SCHMIELTS, P. and SHIN, Y. (1992) "Testing the null hypothesis of stationary against the alternative of a unit root" *Journal of Econometrics*, 54, pp 159-178.

LILIEN, D., STARTZM, R., HALL, R., ENGLE, R., ELLSWORTH, S., NOH, J. and SUEYOSHI, G. (1994): *Econometric Views*. Version 2.0.

MACKINNON, J. (1991) "Critical values for cointegration test" *in Long-Run Economic relationships: reading in cointegration.* Eds. R. Engle and C.W.J Cranger. Oxford University Press. Oxford.

MALKIEL, B. (1996): *A random walk down Wall Street,* 6º Edition, W.W. Norton&Company, New York.

MANZANO, M. y GALMÉS, S. (1995) "El mercado interbancario de depósitos y las entidades de crédito". *Boletín Económico*. Banco de España.

MANZANO, M. y GALMÉS, S. (1996) "Políticas de precios de las entidades de crédito y tipo de clientela: efectos sobre el mecanismo de transmisión " *Boletín Económico.* Banco de España.

MARKOWITZ, H.M. (1959) "Portfolio selection: Efficient diversification of investment" *Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University*, Monograph 16, Yale University Press, New Haven.

MATEA, M.L. y REGIL, A.V. (1996) "Indicadores de inflación a corto plazo". *Documento de trabajo* nº 9621. Servicio de Estudios. Banco de España.

MENEU, V., NAVARRO, E. y BARREIRA, M.T. (1992): *Análisis y gestión del riesgo de interés*. Ed. Ariel.S.A.

MONTLLOR, J. y TARRAZÓN, M.A. (1999) "La inversión de los Fondos de Pensiones: comparación del caso español y la situación internacional", *Documentos de trabajo* nº 151/1999. Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas.

MÜLLER, U (1993) "Statistic of variables observved over overlapping intervals". A discussion paper by the O&A Research Group. Disponible en: www.olsen.oh/research/403.intervalOverlap.

MULVEY, J. and THORLACIUS, E. (1998) "The Towers Perrin global capital market scenario generation system" *Worldwide Asset and Liability Modeling*. Ed. Cambridge University Press, pp. 286-315.

MULVEY, J. and VLADIMIROU, H. (1992) "Stochastic Network Programming for financial planning problems" *Management Sciencie*, Vol. 38, pp 1642-1664.

MUÑOZ, M.J., FERNÁNDEZ, A. y NIETO, L. (1998) "Análisis de causalidad entre el IBEX-35 y el futuro sobre el índice en un contexto de cointegración" *Análisis Financiero*, pp 42-65.

OSTERWALD-LENUM, M. (1992) "A note with quantiles ot the asymptotic distribution of the maximun likelihood cointegration rank test statistics*", Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54, pp 461-471.

PESARAN, H. and PESARAN, B. (1997): *Working with Microfit 4.0. Interactive Econometric Analysis.* Oxford University Press.

PHILLIPS, P. and PERRON, P. (1988) “Testing for a unit root in time series regression” *Biometrika*, 75, pp 335-346.

PHILLIPS, P.C.B. (1986) “Understanding spurious regressions in econometrics” *Journal of Econometrics*, 33, pp 311-40.

ROCKAFELLER, R.R. and WETS, R.J. (1991) "Scenario and policy aggregation in optimization under uncertainty" *Mathematics of Operations Research*, 16, 1, pp 119-147.

SAEZ, F. (1996) "La relación entre los tipos de interés del crédito bancario y los del mercado interbancario" *Boletín económico*. Banco de España.

SASTRE, T. (1991) "La determinación de los tipos de interés activos y pasivos de bancos y cajas de ahorros" *Estudios económicos* , 45, Banco de España.

SCHWARZ, G. (1978) “Estimating the dimension of a model”, *Annals of Statistic,* 6, pp 471-474.

SIEGEL, J. (1998): *Stocks for the Long Run*, Irwin, Chicago, Illinois.

SIMS, C.A. (1980) "Macroeconomics and reality" *Econometrica*, 48, pp 1- 48.

SMINK, M. and VAN DER MEER, R. (1999) "Discounted downside risk: The time dimension of asset-liability management*" The Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice*, 24, 2, pp 182-188.

Society of Actuaries, Professional Actuarial specialy guide, agosto de 1998. Disponible en: www.soa.org/library/aa-1-98.pdf.

SORTINO, F.A. and VAND DER MEER, R. (1991) "Downside risk" *Journal Portfolio Management*, summer, pp 27-31.

TODA, R. and YAMAMOTO, T (1995) "Statistical inference in Vector Auto-regressions with Possibly Integrated Processes" *Journal of Econometrics*, 66, pp 225-250.

TZAVALIS, E. and WICKENS, M.R. (1996) "Forecasting inflation from the term structure" *Journal of Empirical Finance*, 3, pp 103-122.

VEGA, J.L. (1991) "Tests de raíces unitarias: Aplicación a series de la economía española y al análisis de la velocidad de circulación del dinero,1964-1990" *Documento de trabajo* nº 9117. Servicio de Estudios. Banco de España.

WILKIE, A.D. (1986) "A stochastic investment model for actuarial use". Transaction of the AFIR. International Colloquium, 39, pp 341-403.

WILKIE, A.D. (1995) "More on stochastic asset model for actuarial use" presented to the *Institute or Actuaries* 24 april.

YUNG, E. (1999) "Making a scenario" *Algo Research Quartely*, 2(3), pp 5-8.

ZELLNER, A. (1962) "An efficient method of estimating seemingly unrelated regression and tests for aggregation bias" *Journal of American Statistical Association*, 57, pp 3448-3468.

BIBLIOGRAFÍA PARTE SEGUNDA

BACHELIER, L. (1900): *Theòrie de la spèculation*. Gauthier-Villars, Paris.

BAI, D., CARPENTER, T. and MULVEY, J. (1997) "Making a case for robust optimization models" *Managament Science*, 43, 7, pp 895-907.

BLACK, F., DERMAN, E. and TOY, W. (1990) "A one-factor model of interest rates and its applications to Treasury Bond Options" *Financial Analyst Journal*, January-February, pp 33-39.

BOYLE, P.P. (1980) "Recent models of the term structure of interest rates with actuarial applications*" Transactions for the 21st International Congress of Actuaries,* 4, pp 95-104.

BOSCH, M. (1997) "Modelos de programación estocástica aplicados a la cartera de un Fondo de Pensiones". Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. Departamento de Matemática Económica, Financiera y Actuarial. España.

BRENNAN, M.J. and SCHWARTZ, E.S. (1979) "A continuous time approach to the pricing bonds" *Journal of Banking and Finance,* 3, pp 133-155.

CARIÑO, D.R., KENT, R., MYERS, D.H., STACY, C., SYLANUS, M., TURNES, A.C., WATANABE, K. and ZIEMBA, W.T. (1994) "The Russel-Yasuda Kasai Model: An Asset/Liability Model for a Japaneses Insurance Company Using Multistage Stochastic Programming" *Interfaces*, 24, pp 29-49.

CHARNES, A. and COOPER, W. (1959) "Chance-constrained programming", *Management Science*, 6, pp 73-80.

CHEN, L. (1996) “Stochastic mean and stochastic volatility a three-factor model of the term structure of interest rates and its applications in derivatives pricing and risk management” *Financial Market, Institutions&instruments*, 5, 1, pp 3-88.

CONSTANTINIDES, G.M. and INGERSOLL, J.E. (1984) “Optimal bond trading with personal taxes” *Journal of Financial Economics*, 13, pp 299-335.

COX, J.C. and ROSS, S. (1976) “The valuation of options for alternative stochastic processes” *Journal of Financial Economics*, 3, pp 145-66.

COX, J.C., INGERSOLL, J.E. and ROSS, S.A. (1985) “A theory of the term structure of interest rates” *Econometrica*, 53, 2, pp 385-401.

D´ARCY, S., GORVETT, R., HERBERS, J. and HETTINGER, T. (1997) “Building a Dinamic Financial Analysis Model that Files” *Contingencies Magazine.*

DEMBO, R.S. (1991) ”Scenario Optimimzacion” *Annals of Operation Research*, 8, pp 264-284.

DEMBO, R.S. (1992) “Scenario Inmunization” *Financial Optimization*, Ed Zenios. Cambridge University Press, Cambridge 12, pp 290-308.

DERT, C.L. (1995) ”Asset Liability Management for Pension Funds, A Multistage Chance Constrained Programming Approach” Ph. D. Thesis, Erasmus University Rotterdam, Departament of Mathematics. Netherlands.

DEVOLDER, P. (1993): *Finance Stochastique*. Editions de l´Unviersitè de Bruxelles.

DOTHAN, L.U. (1978) “On the term structure of interest rate” *Journal of Financial Economics*, 6, pp 59-69.

DOUGLAS, L.G (1990): *Bonds risk analysis. A guide to duration and convexity*. New York Institute of Finance. New York.

ELTON, E.J. and GRUBER, M.J. (1995*): Modern portfolio theory and investment analysis*, 5th Edition. John Wiley&Sons. New York.

ESCUDERO, L. (1995) “Robust portfolios for mortgage-backed securities” Ed. Zenios. Cambridge University Press, Cambridge, 10, pp 201-228

FISHER, L. and WEIL, R.L. (1971) “Coping with the risk of interest rate fluctuations: returns to bondholders from naive and optimal strategies” *Journal of Business,* pp 146-189.

GALISTEO, M. (2000) “Dinámica de la estructura temporal de tipos de interés: Modelos de tres factores”. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Departamento de Matemática Económica Financiera y Actuarial. España.

GOLUB, B., HOLMER, M., McKENDALLI, R., POHLMAN, L. and ZENIOS, S.A. (1993) “A Stochastic Programming Model for Money Management”, *European Journal of Operations Research*, pp 62-79.

HEATH, D., JARROW, R. and MORTON, A. (1992) “Bond princing and the term structure of interest rates: a new methodology for contingent claims valuation” *Econometrica*, 60, 1, pp 77-105.

HO, T.S.Y. and LEE, S.B. (1986) “Term structure movements and pricing interst rate contingent claims” *The Journal of Finance*, XLI, 5, pp 1011-1129.

HOLMER, M.R., McKENDALLI, R., VASSIADOU-ZENIOU, C. and ZENIOS, S.A. (1993) “Dynamic models for fixed-income management under uncertainty” *Report 93-03*, University of Cyprus.

HULL, J. and WHITE, A. (1985) “The pricing of options on asset with stochastic volatilities” *Journal of Finance*, 42, pp 281-300.

HULL, J. and WHITE, A. (1990) “Pricing interest rate derivative securities*” The Review of Financial Studies*, 3, 4, pp 573-592.

HULL, J. and WHITE, A. (1993) “One-factor interest rate models and the valuation of interest rate derivative securities” *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 28, 2, pp 235-254.

JOHNSON, H. and SHANNO, D. (1987) “Option pricing when the variance is changing” *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 22, 2, pp 29-46.

KONNO, H. and SUZUKI, K (1992) “A test algorithm for solving large scale mean-variance models by compact factorization of covariance matrices“ *Journal Operations Research Society of Japan*, 35, pp 93-104.

KONNO, H and YAMAZAKI, H (1991) “Mean-Absolute deviation portfolio optimization model and its applications to Tokyo stock market*” Management Science*, 37, pp 519-531.

KONNO, H., SHIRAKAWA, H. and YAMAZAKI, H. (1993) “A mean absolute deviacion akewness portfolio optimization model“ *Annals of Operations Research*, 45, pp 205-220.

KRAUS, A. and SMITH, M. (1993) “A simple multifactor term structure model” *The Journal of Fixed Income*, pp 19-23.

KUSY, M.I. and ZIEMBA, W.T. (1986) “A bank asset and liability model”, *Operations Research,* 34, 3, pp 356-376.

LANGETIEG, T.C. (1980) “A multivariate model of the term structure” *Journal of Finance*, 35, pp 71-97.

LASTER, D. and THORLACIUS, A.E. (2000) “Gestión de Activos y Pasivos para aseguradoras” Informe nº 6/2000 de la Reaseguradora Suiza. Disponible en: www.swissre.com

LEVY, H. and MARKOWITZ, H.M. (1979) “Approximating expected utility by a function of mean and variance”. *American Economic Review*, 69, pp 308-317.

MARKOWITZ, H.M, and PEROLS, F. (1981) “Portfolio Analysis with Factors and Scenarios” *The Journal of Finance*, 36, pp 58-86.

MARKOWITZ, H.M. (1952) ”Portfolio Selection”. *Journal of Finance*, 7, pp 77-91

MARKOWITZ, H.M. (1959): *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments* Ed. John Wiley and Sons. New York.

MERTON, R.C. (1973) “Theory of rational option pricing” *Bell Journal of Economics and Management Science*, 4, pp 141-183.

MERTON, R.C. (1976) “Option pricing when underlying stock returns are discontinuous” *Journal of Financial Economics*, 2, pp 125-144.

MOCHOLI, M., SALA, R. y SANCHIS, V. (1998) "Cash-flow matching con incertidumbre" *Actas del Foro de Finanzas de 1998.*

MORENO, M. (1997) "Asset princing under a two-factor model of the term structure of interest rates" *Matemática de las Operaciones Financieras' 97*. Editores: Alegre, A., Biayna, A. y Rodríguez, A. IV. Congreso MOF, Barcelona, pp 609-658.

MORINI, S. (1998) "Estimación de la estructura temporal de tipos de interés. Propuestas alternativas" Tesis Doctoral. Universidad de la Laguna. Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. España

MULVEY, J.M, VANDERBEI, R.J, and ZENIOS, S.A. (1995) "Robust optimization of large-scale systems" *Operations Research*, 43, 2, pp 264-281.

MULVEY, J.M. (1994) "Financial planning via multistage stochastic programs" *The Mathematical Programming*. State of the Art. 1994. Eds Birge, J.R and Murty, K.G The University of Michigan.

NAVE, J.M. (1998) "Estructura temporal de los tipos de interés e inmunización financiera en el mercado español". Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. España

NUÑEZ, S. (1995) "Estimación de la estructura temporal de tipos de interés en España: elección entre métodos alternativos ". *Documento de Trabajo*, nº 9522. Servicio de Estudios. Banco de España

PHILBRICK, S. (1999) "Dynamic Financial Analysis: Taxanomy Revisited" Casualty Actuary Society Special Interest Seminar on Dynamic Financial Analysis, Chicago.

REDINGTON, F.M. (1952) “Review of the principle of life-office valuations” *Journal of the Institute of Actuary*, 18, pp 18-31.

RICHARD, S.F. (1978) “An arbitrage model of the term structure of interest rates” *Journal of Financial Economics*, 6, pp 33-57.

ROCKAFELLER, R.T. and WETS, R.J. (1991) “Scenarios and policy aggregation in optimization under uncertainty” *Mathematics of Operations Research*, 16, 4, pp 119-147.

SAMUELSON, P. (1973) “Mathematics on speculative price”, *SIAM Review*, 15, 1, pp 1-42.

SCHAEFER, S.M. and SCHWARTZ, E.S. (1984) “A two factor model of the term structure: an approximate analytical solution” *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 19, 3, pp 413-424.

SHARPE, W.F. and TINT, L.G. (1990) “Liabilities - A new approach”, *Journal of Portfolio Management,* winter, pp 5-10.

SHERRIS, M. (1992) “Portfolio selection and matching: a synthesis” *Journal of the Institute of Actuaries*, 119, 1, pp 87-105.

SINGH, M.KM. (1995) “Estimation of multifactor Cox, Ingersoll and Ross term structure model: evidence on volatility structure and parameter stability” *Journal of Fixed Income*, pp 8-27.

SORTINO, F.A. and VAN der MEER, R. (1991) ”Downside Risk”, *Journal of Portfolio Management*, summer, pp 27-31.

TANAKA, H. y GUO, P. (1999) “Possibilistic data analysis and its applications to portfolio selectoin problems“ *Fuzzy Economic Review*, 2, pp 3-23.

VASICEK, O. (1977) “An equilibrium characterization of the term structure” *Journal of Financial Economics*, 5, pp 177-188.

VASSIADOU-ZENIOU, C.H. and ZENIOS, S.A. (1996) “Robust optimization models for managing callable bond portfolios”. *European Journal of Operations Research*, 91, pp 264-273.

WETS, R.J-B. (1987) “Large-scale linear programming techniques in stochastic programming”, in: Y Ermoliev and R. Wets, *Numerial Methods for stochastic optimization*, Springer Verlag, Berlin.

WETS, R.J-B. (1989b) “The Aggregation Principle in Scenario Analysis and Stochastic Optimization”, in: S.W. Wallace, *Algorithms and Models Formulations in Mathematical Programming*, Springer Verlag, Berlin, pp 91-113.

WILKIE, A.D. (1985) “Portfolio selection in the presence of fixed liabilitites: a comment on the matching of asset to liabilities”, *Journal of the Institute of Actuaries*, 112, pp 229-277.

ZIEMBA, W. and MULVEY, J. (1998): *Worldwide asset and liability modeling*. Cambridge University Press.

ZIEMBA, W.T. and VICKSON R.G. (1975): *Stochastic Optimization Models in Finance*, Academic Press, New York.

LEGISLACIÓN

Ley de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados.

Orden de 12 de marzo de 1996 por la que se regula la información de carácter estadístico y contable que los Fondos de Pensiones y sus Entidades Gestoras han de presentar ante la Dirección General de Seguros con referencia al cierre de cada ejercicio.

Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados.

Real Decreto 996/ 2000 de 2 de junio por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados.

Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998, por la que se desarrollan determinados preceptos de la normativa reguladora de los seguros privados y se establecen las obligaciones de información como consecuencia de la introducción del euro.

Resolución de la Dirección General de Seguros por la que se da cumplimiento a lo previsto en el número 5 de la disposición transitoria segunda del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados, aprobado por Real Decreto 2486/1998 de 20 de noviembre, en relación con las tablas de mortalidad y supervivencia a utilizar por las entidades aseguradoras.

Resolución de 5 de enero de 1999, de la Dirección General de Seguros, por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio de 1999.

Resolución de 5 de enero de 2000, de la Dirección General de Seguros, por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio de 2000.

Orden Ministerial de diciembre de 1984 del Ministerio de Economía.

Orden Ministerial de 5 de mayo de 1994 del Ministerio de Presidencia.

Circular del Banco de España de 22 de julio de 1994.

Circular del Banco de España 7/1999 de 29 de junio.

Reglamento del Consejo Europeo, número 2494/95 de 23 de octubre de 1995.

Orden de 12 de marzo de 1996 por la que se regula la información de carácter estadístico y contable que los Fondos de Pensiones y sus Entidades Gestoras han de presentar ante la Dirección General de Seguros con referencia al cierre de cada ejercicio.

Circular de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones para el primer trimestre de 2000.

ANEXOS

ANEXO I. Planes y Fondos de Pensiones

ANEXO II. Serie de datos

ANEXO III. Valores del VECM para abril del 2000 bajo cada escenario “s”

ANEXO IV. Valores del VECM para mayo del 2000 bajo cada escenario “s”

ANEXO V. Valores mensuales del VECM para abril del 2000 bajo cada escenario “s”

ANEXO VI. Valores mensuales del VECM para mayo del 2000 bajo cada escenario “s”

ANEXO VII. Valores del Fondo generado al inicio de abril del 2000, para la estrategia “e”, bajo el escenario “s”

ANEXO VIII. Encuesta realizada a las Gestoras de Fondos de Pensiones

MENÚ SALIR

ANEXO I. PLANES y FONDOS DE PENSIONES

I.1.Legislación:

Hasta la Ley 8/1987 de 8 de junio de Regulación de Planes y Fondos de Pensiones no existía una legislación específica sobre Fondos de Pensiones apareciendo en nuestro ordenamiento simplemente dispersas alusiones sobre Instituciones de Previsión Social que contemplaban aspectos aislados.

La Ley se refiere a Planes de Pensiones y a Fondos de Pensiones, por este orden, y la razón de dar prelación a los planes radica en la conveniencia de tratar las condiciones contractuales de constitución del ahorro - pensión, previamente al instrumento de inversión de dicho ahorro.

Es posteriormente, el 30 de septiembre de 1988, cuando por el Real Decreto 1397/1988 se aprueba el Reglamento de Planes y Fondos de Pensiones que regula la ley 8/1987.

La Ley de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados de 8 de noviembre de 1995, en su Disposición Adicional Undécima procede a realizar Modificaciones en la Ley de Planes y Fondos de Pensiones, mientras que en las Disposiciones Transitorias Decimocuarta, Decimoquinta y Decimosexta se establece el régimen temporal de adaptación a la nueva regulación.

El Real Decreto 1589/1999 introduce las ultimas modificaciones en relación a los Planes de Pensiones en el sentido de que se amplían tanto los límites de aportación como los de reducción de la base quedando pendiente la legislación reglamentaria del rescate de los derechos consolidados en situaciones de desempleo continuado, enfermedad, etc....

I.2. Definición y clasificación:

La propia Ley 8/1987, de 8 de junio, hace referencia a la regulación de los Planes y Fondos de Pensiones, con lo cual el primer paso es diferenciar entre plan y Fondo de Pensiones. Como se ha señalado se da prelación a la regulación de los planes frente a la de los fondos.

Los Planes de Pensiones se configuran como una institución de previsión voluntaria y libre, cuyas prestaciones de carácter privado pueden o no ser complemento del preceptivo sistema de la Seguridad Social; al que en ningún caso sustituyen.

Los Fondos de Pensiones; patrimonio sin personalidad jurídica, son los entes que realizan las inversiones de los recursos que captan los Planes de Pensiones.

Los Planes de Pensiones deben estar obligatoriamente integrados dentro de un Fondo de Pensiones. Las aportaciones y los bienes y derechos de cada Plan se recogen en la cuenta de posición que tiene cada Plan integrado en el Fondo. La cuenta de posición contiene información sobre las rentas derivadas de las inversiones del Fondo que se asignan al Plan, las diferencias de valoración de Activos y los gastos del propio Plan. Con estas definiciones se puede hablar del Plan de Pensiones como el producto y el fondo como el instrumento de inversión.

Si se atiende a los sujetos constituyentes del Plan la clasificación sería:

* Planes del sistema de empleo: aquellos cuyo promotor es cualquier Entidad, Corporación o Sociedad.

* Planes del sistema asociado: cuyo promotor es cualquier Asociación, Sindicato, gremio o colectivo, siendo los participes sus asociados y miembros.

* Planes del sistema individual: el promotor en estos planes es una o varias entidades de carácter financiero y los partícipes son cualesquiera persona física.

Otra clasificación es atendiendo a la forma en que se pactan las obligaciones derivadas del plan como contrato, resultando:

* Planes de prestación definida: en ello se define la cuantía de las prestaciones a recibir por el beneficiario. En este tipo de planes el riesgo de las desviaciones lo corre el partícipe o promotor en su caso pues si hay desviaciones en las previsiones para llegar a las prestaciones previstas, tendrán que aumentarse las aportaciones en la cuantía necesaria.

* Planes de aportación definida: lo que se encuentra fijado es la aportación a realizar por el promotor o por el partícipe.

* Planes mixtos: combina la aportación definida con la prestación definida.

Independientemente del tipo de plan que sea no hay que olvidar que se debe cumplir el **principio de irrevocabilidad de las aportaciones,** lo que supone que éstas no se pueden devolver una vez aportadas, salvo para proceder al pago de las prestaciones.

La primera clasificación no es incompatible con las otras dos en el sentido de que cualquiera de los planes, independientemente del sistema al que pertenezcan o de lo que fijen en sus contratos, pueden cubrir las

contingencias señaladas de supervivencia, muerte, viudedad, orfandad, invalidez.... Pero hay que tener en cuenta la salvedad de que los planes del sistema de empleo y asociado pueden ser tanto de las modalidades de aportación como de la de prestación definida, mientras que los del sistema individual sólo lo serán de la modalidad de aportación definida.

Los Fondos de Pensiones por su parte, pueden clasificarse de dos formas:

* Fondo abierto: caracterizado por poder canalizar las inversiones de otros Fondos de Pensiones.

* Fondo cerrado: instrumenta únicamente las inversiones del Plan o Planes de Pensiones integrados en él.

En el artículo 11 de la Ley de PyFP se regula el **principio de integración obligatoria,** en virtud del cual las aportaciones a un Plan de Pensiones se han de integrar en un Fondo de Pensiones.

Tanto en los fondos que integren Planes de Pensiones de prestación definida como en los abiertos, se requieren unas cuantías de patrimonio inicial mínimo. Estos han de ser administrados por una Entidad Gestora con el concurso de un Depositario y bajo la supervisión de una Comisión de Control.

* Entidad Gestora: es la administradora del fondo y encargada de atender las funciones de información y control administrativo del mismo.

* Entidad Depositaria: tiene como responsabilidad la custodia y depósito de valores mobiliarios y demás Activos financieros integrados en un

Fondo de Pensiones. Tiene que estar domiciliada en España, y garantiza el control del depósito de valores.

I.3.Elementos personales:

Se agrupan en elementos constituyentes y en beneficiarios.

*Son **sujetos constituyentes** de los Planes de Pensiones:

- El promotor del plan: Tiene tal consideración cualquier Entidad, Corporación, Sociedad, Empresa, Asociación, Sindicato o colectivo de cualquiera clase que inste a su creación o participe en su desarrollo. Para el sistema de empleo el promotor puede ser cualquier entidad o empresa, en el sistema asociado cualquier asociación, gremio, colectivo o sindicato, y en el individual, entidades financieras: bancos, Confederación Española de Cajas de Ahorro, Cooperativas de crédito, entidades aseguradoras, sociedades mediadoras en el mercado de dinero, empresas inscritas en Registros especial.

* Los partícipes: son las personas físicas en cuyo interés se crea el Plan, con independencia de que ellos realicen o no aportaciones. Adquirirán la titularidad de las contribuciones o aportaciones realizadas por el promotor. En el sistema de empleo son los empleados de la empresa, en el asociado sus afiliados y asociados, y en el individual cualquier persona física.

En la Ley de PyFP se garantiza, con el principio de **no discriminación** el acceso de cualquier persona fisica, que reúna las condiciones de vinculación con el promotor que caracteriza cada tipo de contrato, a este sistema de prevision.

* Los beneficiarios son las personas fisicas con derecho a la

percepción de las prestaciones.

En base al **principio de atribución de derechos,** " las aportaciones de los participes directas o imputadas, determinan para los citados partícipes los derechos consolidados, y en última instancia, las prestaciones de los beneficiados".

I.4.Aportaciones:

La aportación es la cantidad que tanto el partícipe como el promotor del plan deciden integrar al plan. La cuantía máxima a aportar anualmente es de 1.200.000 pesetas por partícipe y por número total de planes que este tenga suscrito. El artículo 13.2 del Reglamento de Planes y Fondos de Pensiones permite que las aportaciones sean superiores a 1.200.000 pesetas en el caso en el que el partícipe supere los 52 años de edad llegando a una aportación máxima de 2.200.000 pesetas para aquellos mayores de 65 años. En el artículo 9 de la Ley de Planes y Fondos de Pensiones, se regula la **irrevocabilidad de las aportaciones,** en el sentido de que estas no se pueden rescatar una vez aportadas, salvo para el pago de la prestación. En el Real Decreto 1589/1999 se da una nueva redacción al apartado 8 del artículo 8 de la Ley 8/1987, puesto que se señala que "los derechos consolidados podrán también hacerse efectivos en los supuestos de enfermedad grave o desempleo de larga duración. Reglamentariamente se determinarán estas situaciones así como las condiciones y los términos en que podrán hacerse efectivos los derechos consolidados en los supuestos mencionados".

I.5.Prestaciones:

En cuanto a la prestación, esta se puede percibir de las formas:

* Renta, a su vez esta puede ser vitalicia o temporal[4]: se realizan pagos periódicos durante un tiempo pactado o mientras viva el beneficiado.

*Capital, se entrega el total acumulado en un solo pago.

*Prestación mixta: en forma de capital-renta: se entrega un capital único mas una renta temporal o vitalicia.

Estas prestaciones pueden ser revalorizables o no, lo cual debe indicarse, así como la forma de revalorización

I.6.Garantías de capital y financieras:

Los Planes de Pensiones que asuman la cobertura de un riesgo deben constituir reservas patrimoniales que se destinan a la cobertura del margen de solvencia, el margen de cada Plan es independiente del que corresponda a los demás planes integrados en el Fondo. Asimismo se constituyen las correspondientes provisiones matemáticas cuando el PP asuma la cobertura de un riesgo derivado de las contingencias previstas. Los PP se instrumentan mediante sistemas financieros y actuariales, en virtud del **principio de capitalización.**

I.7.Inversiones:

Las inversiones que llevan a cabo los Fondos de Pensiones se

condicionan a los criterios de seguridad, rentabilidad, diversificación y congruencia y en base a esto han de respetar las siguientes normas:

- la inversión libre no puede superar el 10%.

- la inversión regulada tiene que ser el 90%.

- la cantidad máxima que se puede tener en depósitos bancarios es del 15%.
- tiene que mantenerse un coeficiente de liquidez, del 1 por 100 del Activo que debe mantenerse en depósitos a la vista y en Activos del mercado monetario con vencimiento no superior a tres meses.

I.8.Órganos de Control:

En cuanto a los órganos de control de los Planes de Pensiones está la Comisión de Control de Plan de Pensiones, formada por representantes del promotor, partícipes y beneficiarios, que se encargan de supervisar el funcionamiento y ejecución del Plan de Pensiones.

En relación a los Fondos de Pensiones, también existe la Comisión de Control del Fondo que está constituida por los representantes de cada uno de los Planes integrados en el Fondo, su misión es controlar y observar las normas de funcionamiento del propio Fondo y de los Planes adscritos a él. Este control por parte de los participes supone uno de los elementos diferenciadores y que hace que sea preferente en la contratación colectiva, debido al control que sobre la gestión de los fondos tienen los propios partícipes, frente al seguro de vida donde se olvidan de ello.

Por último en cuanto a los controles ejercidos por parte de la

Administración pública desde el Ministerio de Economía y Hacienda, se encuentra la exigencia de la realización de auditorias y revisiones actuariales, que ha de ser realizadas por expertos que cumplan los requisitos de cualificación profesional, inscripción en el Registro Especial de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, e independencia de estos profesionales con el Plan de Pensiones.

Corresponde al Ministerio de Economía y Hacienda la inspección de las Entidades Gestoras y Depositarias, pudiendo recabar toda la información que sea precisa de ellas así como de las Comisiones de Control de las mismas.

MENÚ SALIR

ANEXO II. SERIE DE DATOS

	T (1)	D (1)	L (1)	RV (2)	RF (2)	IPC (2)	CH (1)
Ene-92	0,1272	0,1288	0,1141	0,0980	0,1736	0,0600	0,1558
Feb-92	0,1259	0,1275	0,1136	0,0090	0,1637	0,0680	0,1558
Mar-92	0,1237	0,1257	0,1117	-0,1068	0,1359	0,0690	0,1517
Abr-92	0,1212	0,1255	0,1137	-0,1031	0,1288	0,0650	0,1500
May-92	0,1242	0,1250	0,1139	-0,0848	0,1043	0,0650	0,1518
Jun-92	0,1238	0,1262	0,1141	-0,1425	0,1031	0,0620	0,1494
Jul-92	0,1266	0,1295	0,1217	-0,2192	0,0770	0,0520	0,1507
Ago-92	0,1301	0,1348	0,1254	-0,2872	0,0642	0,0570	0,1523
Sep-92	0,1303	0,1412	0,1273	-0,3524	0,0384	0,0580	0,1534
Oct-92	0,1341	0,1423	0,1283	-0,2844	0,0677	0,0520	0,1566
Nov-92	0,1427	0,1429	0,1292	-0,1414	0,0751	0,0530	0,1560
Dic-92	0,1510	0,1516	0,1294	-0,1392	0,0729	0,0530	0,1572
Ene-93	0,1436	0,1440	0,1296	-0,1036	0,0873	0,0470	0,1592
Feb-93	0,1477	0,1383	0,1226	-0,1348	0,0908	0,0400	0,1591
Mar-93	0,1567	0,1464	0,1224	-0,0572	0,0980	0,0400	0,1568
Abr-93	0,1425	0,1397	0,1178	-0,0174	0,0988	0,0460	0,1555
May-93	0,1362	0,1285	0,1176	-0,0150	0,1329	0,0460	0,1514
Jun-93	0,1164	0,1110	0,1066	0,0864	0,1757	0,0490	0,1448
Jul-93	0,1238	0,1127	0,0997	0,2218	0,2036	0,0490	0,1418
Ago-93	0,1074	0,1084	0,0996	0,3911	0,2417	0,0460	0,1406
Sep-93	0,1019	0,0998	0,0876	0,3984	0,2569	0,0430	0,1364
Oct-93	0,1069	0,0958	0,0878	0,4400	0,2629	0,0460	0,1257
Nov-93	0,0959	0,0921	0,0814	0,3143	0,2546	**0,0470**	0,1191
Dic-93	0,0914	0,0886	0,0805	0,4101	0,2679	0,0487	0,1157
Ene-94	0,0900	0,0877	0,0772	0,4437	0,2453	0,0482	0,1138
Feb-94	0,0880	0,0862	0,0739	0,3769	0,2225	0,0492	0,1094
Mar-94	0,0817	0,0814	0,0808	0,2807	0,1994	0,0481	0,1056
Abr-94	0,0795	0,0788	0,0842	0,2856	0,1820	0,0488	0,1031
May-94	0,0763	0,0768	0,0876	0,2401	0,1399	0,0477	0,0995
Jun-94	0,0752	0,0771	0,0941	0,1442	0,0724	0,0458	0,0974
Jul-94	0,0756	0,0775	0,1014	0,1500	0,0821	0,0456	0,0985
Ago-94	0,0746	0,0781	0,1018	0,0289	0,0171	0,0472	0,0995
Sep-94	0,0736	0,0784	0,1085	0,0349	0,0133	0,0442	0,0995
Oct-94	0,0742	0,0782	0,1086	-0,0394	-0,0167	0,0422	0,1006
Nov-94	0,0740	0,0786	0,1102	0,0293	-0,0002	0,0422	0,0978
Dic-94	0,0747	0,0822	0,1085	-0,1245	-0,0320	0,0420	0,1012

	T (1)	D (1)	L (1)	RV (2)	RF (2)	IPC (2)	CH (1)
Ene-95	0,0802	0,0894	0,1167	-0,2412	-0,0489	0,0434	0,1034
Feb-95	0,0805	0,0860	0,1167	-0,1966	-0,0191	0,0469	0,1063
Mar-95	0,0865	0,0956	0,1175	-0,1728	-0,0176	0,0502	0,1091
Abr-95	0,0857	0,0935	0,1237	-0,1355	0,0063	0,0509	0,1094
May-95	0,0871	0,0938	0,1201	-0,1037	0,0368	0,0491	0,1136
Jun-95	0,0940	0,0963	0,1151	-0,0216	0,0701	0,0499	0,1127
Jul-95	0,0944	0,0965	0,1168	-0,0209	0,0398	0,0462	0,1133
Ago-95	0,0947	0,0960	0,1100	-0,0039	0,1146	0,0416	0,1156
Sep-95	0,0934	0,0938	0,1084	0,0275	0,1220	0,0432	0,1142
Oct-95	0,0930	0,0948	0,1069	-0,0003	0,1194	0,0431	0,1122
Nov-95	0,0944	0,0948	0,1052	0,0333	0,1325	0,0439	0,1124
Dic-95	0,0941	0,0921	0,0996	0,1161	0,1600	0,0420	0,1116
Ene-96	0,0902	0,0889	0,0945	0,1599	0,1871	0,0382	0,1073
Feb-96	0,0903	0,0871	0,0916	0,2144	0,1629	0,0363	0,1051
Mar-96	0,0851	0,0844	0,0946	0,2397	0,1688	0,0336	0,1015
Abr-96	0,0782	0,0758	0,0882	0,2327	0,1835	0,0342	0,0999
May-96	0,0766	0,0747	0,0855	0,2017	0,1601	0,0376	0,0954
Jun-96	0,0731	0,0730	0,0840	0,2398	0,1626	0,0350	0,0913
Jul-96	0,0739	0,0725	0,0813	0,1321	0,1995	0,0358	0,0901
Ago-96	0,0744	0,0733	0,0811	0,1301	0,1389	0,0366	0,0896
Sep-96	0,0733	0,0706	0,0811	0,1860	0,1605	0,0348	0,0881
Oct-96	0,0685	0,0685	0,0732	0,2378	0,1720	0,0339	0,0874
Nov-96	0,0687	0,0670	0,0691	0,2595	0,1716	0,0313	0,0829
Dic-96	0,0655	0,0636	0,0630	0,3290	0,1680	0,0320	0,0803
Ene-97	0,0611	0,0593	0,0613	0,3433	0,1625	0,0277	0,0757
Feb-97	0,0615	0,0589	0,0607	0,2972	0,1706	0,0251	0,0734
Mar-97	0,0583	0,0583	0,0632	0,3257	0,1638	0,0218	0,0722
Abr-97	0,0560	0,0556	0,0657	0,3594	0,1470	0,0167	0,0707
May-97	0,0547	0,0527	0,0587	0,4173	0,1576	0,0141	0,0697
Jun-97	0,0534	0,0521	0,0565	0,4755	0,1662	0,0150	0,0672
Jul-97	0,0534	0,0527	0,0567	0,5351	0,1582	0,0166	0,0662
Ago-97	0,0549	0,0534	0,0582	0,4847	0,1591	0,0174	0,0649
Sep-97	0,0531	0,0517	0,0561	0,5447	0,1496	0,0198	0,0626
Oct-97	0,0512	0,0512	0,0536	0,4008	0,1294	0,0190	0,0638
Nov-97	0,0518	0,0504	0,0552	0,4036	0,1137	0,0206	0,0625
Dic-97	0,0489	0,0483	0,0531	0,3522	0,1180	0,0197	0,0620
Ene-98	0,0483	0,0470	0,0497	0,4016	0,1110	0,0197	0,0599

	T (1)	D (1)	L (1)	RV (2)	RF (2)	IPC (2)	CH (1)
Feb-98	0,0529	0,0464	0,0478	0,5101	0,1192	0,0172	0,0588
Mar-98	0,0459	0,0440	0,0469	0,6305	0,1413	0,0180	0,0583
Abr-98	0,0459	0,0441	0,0462	0,5287	0,1202	0,0197	0,0566
May-98	0,0432	0,0434	0,0474	0,4692	0,1098	0,0205	0,0560
Jun-98	0,0433	0,0433	0,0465	0,3858	0,1057	0,0205	0,0550
Jul-98	0,0440	0,0433	0,0453	0,4231	0,1018	0,0220	0,0551
Ago-98	0,0460	0,0435	0,0457	0,2487	0,1214	0,0203	0,0557
Sep-98	0,0447	0,0425	0,0435	0,0797	0,1135	0,0162	0,0544
Oct-98	0,0404	0,0399	0,0395	0,3191	0,1189	0,0162	0,0543
Nov-98	0,0362	0,0380	0,0404	0,3337	0,1170	0,0138	0,0518
Dic-98	0,0300	0,0336	0,0385	0,3161	0,1164	0,0145	0,0505
Ene-99	0,0311	0,0311	0,0340	0,2281	0,1173	0,0153	0,0502
Feb-99	0,0309	0,0306	0,0340	0,1391	0,0988	0,0185	0,0479
Mar-99	0,0291	0,0303	0,0370	-0,0250	0,0854	0,0217	0,0465
Abr-99	0,0269	0,0268	0,0338	0,0184	0,1028	0,0232	0,0460
May-99	0,0254	0,0256	0,0333	0,0195	0,0907	0,0216	0,0445
Jun-99	0,0256	0,0260	0,0370	0,0235	0,0583	0,0216	0,0430
Jul-99	0,0251	0,0266	0,0426	-0,0806	0,0492	0,0223	0,0426
Ago-99	0,0243	0,0268	0,0461	0,1777	0,0316	0,0238	0,0432
Sep-99	0,0242	0,0269	0,0470	0,2205	0,0081	0,0254	0,0440
Oct-99	0,0248	0,0332	0,0501	0,1202	-0,0134	0,0246	0,0458
Nov-99	0,0292	0,0344	0,0496	0,1252	-0,0070	0,0270	0,0477
Dic-99	0,0302	0,0345	0,0493	0,1503	-0,0244	0,0285	0,0488
Ene-00	0,0302	0,0331	0,0526	0,1091	-0,0439	0,0284	0,0500
Feb-00	0,0325	0,0350	0,0538	0,2327	-0,0291	0,0291	0,0512
Mar-00	0,0350	0,0374	0,0532	0,2237	-0,0158	0,0290	0,0517

(1). Información obtenida del Boletín Económico del Banco de España.

(2). Elaboración propia a través de información obtenida del Boletín Estadístico del Banco de España.

MENÚ SALIR

ANEXO III. VALORES DEL VECM PARA ABRIL DEL 2000 BAJO CADA ESCENARIO “s”

Escenario	$T^{s}_{1,1}$	$D^{s}_{1,1}$	$L^{s}_{1,1}$	$RV^{s}_{1,1}$	$RF^{s}_{1,1}$	$IPC^{s}_{1,1}$	$CH^{s}_{1,1}$
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25	0.0344	0.0353	0.0526	0.2248	-0.0076	0.0283	0.0528
26,27,28,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50	0.0345	0.0387	0.0505	0.2229	-0.0084	0.0280	0.0518
51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75	0.0335	0.0336	0.0513	0.2187	-0.0242	0.0288	0.0527
76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100	0.0343	0.0389	0.0521	0.2240	0.0007	0.0290	0.0543
101,102,103,104,105,106107,108109,110,111,112,113,114,115,116117,118,119,120,121,122,123,124125	0.0392	0.0392	0.0548	0.1957	-0.0213	0.0302	0.0541
126,127,128,129,130,131132,133134,135,136,137,138,139,140,141142,143,144,145,146,147,148,149150	0.0348	0.0366	0.0532	0.2158	-0.0099	0.0287	0.0519
151,152,153,154,155,156157,158159,160,161,162,163,164,165,166167,168,169,170,171,172,173,174175	0.0322	0.0353	0.0522	0.2265	-0.0113	0.0290	0.0531
176,177,178,179,180,181182,183184,185,186,187,188,189,190,191192,193,194,195,196,197,198,199200	0.0336	0.0330	0.0544	0.2078	-0.0414	0.0295	0.0534
201,202,203,204,205,206207,208209,210,211,212,213,214,215,216,217,218219,220,221,222,223,224225	0.0365	0.0393	0.0501	0.2155	0.0017	0.0297	0.0525
226,227,228,229,230,231232,233,234,235,236,237238,239,240,241,242,243244,245,246,247,248,249250	0.0345	0.0374	0.0531	0.2209	-0.0135	0.0286	0.0541
251,252,253,254,255,256257,258259,260,261,262,263,264,265,266267,268,269,270,271,272,273,274275	0.0351	0.0387	0.0535	0.2162	-0.0108	0.0290	0.0529

Escenario	$T^{s}_{1,1}$	$D^{s}_{1,1}$	$L^{s}_{1,1}$	$RV^{s}_{1,1}$	$RF^{s}_{1,1}$	$IPC^{s}_{1,1}$	$CH^{s}_{1,1}$
276,277,278,279,280,281 282,283,284,285,286,287 288,289,290,291,292,293 294,295,296,297,298,299 300	0.0321	0.0367	0.0532	0.2383	0.0146	0.0276	0.0538
301,302,303,304,305,306 307,308309,310,311,312, 313,314,315,316317,318, 319,320,321,322,323,324 325	0.0349	0.0381	0.0522	0.2159	-0.0186	0.0290	0.0535
326,327,328,329,330,331 332,333334,335,336,337, 338,339,340,341342,343, 344,345,346,347,348,349 350	0.0361	0.0384	0.0506	0.2270	-0.0025	0.0272	0.0525
351,352,353,354,355,356 357,358,359,360,361,362 363,364,365,366367,368, 369,370,371,372,373,374 375	0.0342	0.0363	0.0514	0.2269	-0.0040	0.0278	0.0535
376,377,378,379,380,381 382,383,384,385,386,387 388,389,390,391,392,393 394,395,396,397,398,399 400	0.0318	0.0363	0.0520	0.2298	-0.0049	0.0281	0.0532
401,402,403,404,405,406 407,408,409,410,411,412 413,414,415,416,417,418 419,420,421,422,423,424 425	0.0364	0.0390	0.0533	0.2242	0.0002	0.0275	0.0543
426,427,428,429,430,431 432,433434,435,436,437, 438,439,440,441,442,443 444,445,446,447,448,449 450	0.0343	0.0385	0.0524	0.2294	0.0036	0.0274	0.0534
451,452,453,454,455,456 457,458459,460,461,462, 463,464,465,466,467,468 469,470,471,472,473,474 475	0.0339	0.0376	0.0530	0.2209	-0.0077	0.0283	0.0534
476,477,478,479,480,481 482,483,484,485,486,487 488,489,490,491492,493, 494,495,496,497,498,499 500	0.0339	0.0369	0.0518	0.2381	0.0107	0.0269	0.0543
501,502,503,504,505,506 507,508509,510,511,512, 513,514,515,516,517,518 519,520,521,522,523,524 525	0.0353	0.0384	0.0518	0.2150	0.0026	0.0298	0.0521

Escenario	$T^{s}_{1,1}$	$D^{s}_{1,1}$	$L^{s}_{1,1}$	$RV^{s}_{1,1}$	$RF^{s}_{1,1}$	$IPC^{s}_{1,1}$	$CH^{s}_{1,1}$
526,527,528,529,530,531 532,533,534,535,536,537 538,539540,541542,543, 544,545,546,547,548,549 550	0.0363	0.0394	0.0529	0.2195	-0.0060	0.0282	0.0537
551,552,553,554,555,556 557,558,559,560,561,562 563,564,565,566567,568, 569,570,571,572,573,574 575	0.0369	0.0347	0.0529	0.2160	-0.0420	0.0268	0.0540
576,577,578,579,580,581 582,583,584,585,586,587 588,589,590,591,592,593 594,595,596,597,598,599 600	0.0380	0.0397	0.0524	0.2224	-0.0030	0.0269	0.0534
601,602,603,604,605,606 607,608,609,610,611,612 613,614,615,616,617,618 619,620,621,622,623,624 625	0.0349	0.0389	0.0529	0.2288	0.0036	0.0271	0.0521

MENÚ SALIR

ANEXO IV. VALORES DEL VECM PARA MAYO DEL 2000 BAJO CADA ESCENARIO "s"

Escenario	T^{s}_{21}	$D^{s}_{2,1}$	$L^{s}_{2,1}$	$RV^{s}_{2,1}$	RF^{s}_{21}	$IPC^{s}_{2,1}$	$CH^{s}_{2,1}$
Escenario 1	0.0368	0.0370	0.0500	0.2364	0.0038	0.0289	0.0539
Escenario 2	0.0342	0.0362	0.0522	0.2369	0.0115	0.0297	0.0542
Escenario 3	0.0345	0.0329	0.0522	0.2284	-0.0285	0.0292	0.0535
Escenario 4	0.0343	0.0344	0.0487	0.2320	0.0036	0.0313	0.0540
Escenario 5	0.0354	0.0350	0.0536	0.2323	-0.0066	0.0287	0.0535
Escenario 6	0.0339	0.0336	0.0506	0.2447	0.0084	0.0291	0.0540
Escenario 7	0.0353	0.0348	0.0528	0.2300	-0.0057	0.0295	0.0525
Escenario 8	0.0384	0.0344	0.0520	0.2203	-0.0274	0.0289	0.0532
Escenario 9	0.0354	0.0369	0.0535	0.2388	0.0139	0.0286	0.0526
Escenario 10	0.0349	0.0352	0.0533	0.2400	-0.0070	0.0278	0.0537
Escenario 11	0.0303	0.0321	0.0511	0.2382	-0.0096	0.0304	0.0534
Escenario 12	0.0354	0.0368	0.0529	0.2389	0.0028	0.0281	0.0534
Escenario 13	0.0346	0.0353	0.0524	0.2337	0.0015	0.0298	0.0539
Escenario 14	0.0353	0.0361	0.0537	0.2355	-0.0149	0.0280	0.0543
Escenario 15	0.0356	0.0361	0.0524	0.2410	-0.0050	0.0272	0.0539
Escenario 16	0.0356	0.0369	0.0517	0.2351	0.0157	0.0298	0.0543
Escenario 17	0.0345	0.0338	0.0513	0.2431	0.0061	0.0285	0.0534
Escenario 18	0.0333	0.0349	0.0542	0.2389	0.0055	0.0286	0.0521
Escenario 19	0.0356	0.0370	0.0527	0.2323	0.0078	0.0296	0.0529
Escenario 20	0.0356	0.0353	0.0512	0.2367	0.0201	0.0300	0.0536
Escenario 21	0.0371	0.0348	0.0516	0.2232	-0.0227	0.0292	0.0528
Escenario 22	0.0365	0.0396	0.0493	0.2406	0.0204	0.0292	0.0543
Escenario 23	0.0347	0.0345	0.0508	0.2489	-0.0043	0.0267	0.0535
Escenario 24	0.0379	0.0385	0.0529	0.2303	-0.0093	0.0283	0.0543
Escenario 25	0.0370	0.0351	0.0524	0.2415	-0.0019	0.0269	0.0534
Escenario 26	0.0366	0.0381	0.0500	0.2041	-0.0051	0.0271	0.0537
Escenario 27	0.0380	0.0407	0.0491	0.2130	0.0207	0.0268	0.0533
Escenario 28	0.0339	0.0397	0.0489	0.2186	0.0106	0.0265	0.0521
Escenario 29	0.0371	0.0390	0.0514	0.2111	-0.0051	0.0255	0.0525
Escenario 30	0.0387	0.0402	0.0489	0.2161	0.0078	0.0252	0.0523
Escenario 31	0.0345	0.0351	0.0503	0.2076	-0.0007	0.0279	0.0528
Escenario 32	0.0343	0.0370	0.0512	0.2136	-0.0003	0.0268	0.0544
Escenario 33	0.0359	0.0343	0.0487	0.2105	-0.0048	0.0267	0.0523
Escenario 34	0.0319	0.0359	0.0486	0.2222	0.0014	0.0262	0.0531
Escenario 35	0.0379	0.0421	0.0506	0.2165	0.0182	0.0252	0.0523

Escenario	T^s_{21}	$D^s_{2,1}$	$L^s_{2,1}$	$RV^s_{2,1}$	RF^s_{21}	$IPC^s_{2,1}$	$CH^s_{2,1}$
Escenario 36	0.0359	0.0395	0.0484	0.2224	0.0160	0.0260	0.0537
Escenario 37	0.0381	0.0385	0.0506	0.2099	-0.0034	0.0259	0.0542
Escenario 38	0.0367	0.0402	0.0497	0.2224	0.0224	0.0255	0.0531
Escenario 39	0.0399	0.0388	0.0490	0.2072	-0.0049	0.0257	0.0530
Escenario 40	0.0356	0.0357	0.0510	0.2130	-0.0128	0.0258	0.0535
Escenario 41	0.0345	0.0352	0.0506	0.2124	-0.0078	0.0268	0.0528
Escenario 42	0.0369	0.0379	0.0483	0.2166	0.0071	0.0259	0.0523
Escenario 43	0.0345	0.0381	0.0523	0.2167	0.0111	0.0262	0.0526
Escenario 44	0.0366	0.0394	0.0473	0.2082	0.0033	0.0276	0.0529
Escenario 45	0.0372	0.0383	0.0485	0.2145	0.0065	0.0261	0.0530
Escenario 46	0.0374	0.0394	0.0515	0.2059	-0.0011	0.0265	0.0532
Escenario 47	0.0375	0.0404	0.0520	0.2115	0.0133	0.0263	0.0530
Escenario 48	0.0358	0.0378	0.0502	0.2156	0.0056	0.0258	0.0524
Escenario 49	0.0357	0.0375	0.0530	0.2049	0.0002	0.0269	0.0521
Escenario 50	0.0342	0.0366	0.0501	0.2200	-0.0043	0.0259	0.0538
Escenario 51	0.0343	0.0335	0.0498	0.2364	-0.0119	0.0300	0.0536
Escenario 52	0.0338	0.0330	0.0494	0.2474	-0.0022	0.0285	0.0529
Escenario 53	0.0338	0.0316	0.0495	0.2403	-0.0196	0.0292	0.0522
Escenario 54	0.0319	0.0294	0.0517	0.2382	-0.0276	0.0292	0.0533
Escenario 55	0.0344	0.0340	0.0517	0.2359	-0.0112	0.0293	0.0538
Escenario 56	0.0364	0.0364	0.0513	0.2373	0.0001	0.0288	0.0536
Escenario 57	0.0345	0.0356	0.0518	0.2411	0.0092	0.0295	0.0529
Escenario 58	0.0350	0.0309	0.0520	0.2286	-0.0291	0.0297	0.0529
Escenario 59	0.0371	0.0341	0.0516	0.2241	-0.0190	0.0305	0.0530
Escenario 60	0.0327	0.0334	0.0520	0.2451	0.0116	0.0295	0.0530
Escenario 61	0.0345	0.0349	0.0528	0.2253	-0.0168	0.0308	0.0528
Escenario 62	0.0331	0.0315	0.0527	0.2288	-0.0278	0.0303	0.0538
Escenario 63	0.0332	0.0307	0.0504	0.2377	-0.0193	0.0297	0.0542
Escenario 64	0.0352	0.0346	0.0523	0.2364	-0.0100	0.0288	0.0529
Escenario 65	0.0349	0.0370	0.0508	0.2398	0.0033	0.0295	0.0535
Escenario 66	0.0366	0.0333	0.0532	0.2183	-0.0288	0.0305	0.0535
Escenario 67	0.0338	0.0326	0.0519	0.2312	-0.0195	0.0298	0.0529
Escenario 68	0.0327	0.0329	0.0539	0.2351	-0.0168	0.0296	0.0530
Escenario 69	0.0341	0.0323	0.0547	0.2279	-0.0216	0.0297	0.0518
Escenario 70	0.0371	0.0334	0.0517	0.2274	-0.0185	0.0294	0.0532
Escenario 71	0.0327	0.0319	0.0494	0.2377	-0.0127	0.0302	0.0528
Escenario 72	0.0317	0.0330	0.0513	0.2425	-0.0040	0.0296	0.0530
Escenario 73	0.0343	0.0324	0.0527	0.2341	-0.0069	0.0297	0.0530

Escenario	T^{s}_{21}	$D^{s}_{2,1}$	$L^{s}_{2,1}$	$RV^{s}_{2,1}$	RF^{s}_{21}	$IPC^{s}_{2,1}$	$CH^{s}_{2,1}$
Escenario 74	0.0343	0.0339	0.0516	0.2290	-0.0267	0.0300	0.0537
Escenario 75	0.0329	0.0317	0.0521	0.2323	-0.0166	0.0306	0.0540
Escenario 76	0.0352	0.0374	0.0501	0.2035	-0.0035	0.0288	0.0563
Escenario 77	0.0362	0.0371	0.0519	0.2018	-0.0010	0.0287	0.0554
Escenario 78	0.0379	0.0411	0.0492	0.2034	0.0191	0.0289	0.0563
Escenario 79	0.0399	0.0405	0.0480	0.1950	-0.0032	0.0292	0.0558
Escenario 80	0.0353	0.0386	0.0488	0.2002	-0.0048	0.0294	0.0558
Escenario 81	0.0338	0.0407	0.0488	0.2240	0.0362	0.0275	0.0562
Escenario 82	0.0365	0.0396	0.0521	0.1974	0.0083	0.0292	0.0553
Escenario 83	0.0347	0.0382	0.0505	0.2101	0.0075	0.0278	0.0547
Escenario 84	0.0342	0.0380	0.0531	0.2081	0.0037	0.0275	0.0548
Escenario 85	0.0375	0.0388	0.0495	0.1966	0.0051	0.0294	0.0552
Escenario 86	0.0359	0.0420	0.0510	0.2067	0.0281	0.0286	0.0545
Escenario 87	0.0367	0.0400	0.0505	0.2011	0.0207	0.0292	0.0547
Escenario 88	0.0365	0.0391	0.0538	0.2030	0.0042	0.0278	0.0563
Escenario 89	0.0381	0.0394	0.0485	0.2052	-0.0029	0.0272	0.0549
Escenario 90	0.0350	0.0383	0.0497	0.2053	0.0175	0.0296	0.0561
Escenario 91	0.0347	0.0355	0.0513	0.2094	-0.0068	0.0274	0.0556
Escenario 92	0.0359	0.0370	0.0502	0.2006	-0.0067	0.0284	0.0555
Escenario 93	0.0345	0.0376	0.0499	0.2077	0.0094	0.0284	0.0548
Escenario 94	0.0353	0.0400	0.0518	0.2002	0.0220	0.0299	0.0548
Escenario 95	0.0368	0.0386	0.0504	0.2005	0.0075	0.0281	0.0550
Escenario 96	0.0332	0.0369	0.0513	0.2040	0.0105	0.0295	0.0546
Escenario 97	0.0337	0.0345	0.0503	0.1975	-0.0168	0.0296	0.0550
Escenario 98	0.0365	0.0401	0.0504	0.2065	0.0130	0.0277	0.0550
Escenario 99	0.0342	0.0365	0.0525	0.1974	-0.0072	0.0291	0.0550
Escenario 100	0.0349	0.0389	0.0483	0.2078	0.0080	0.0285	0.0548
Escenario 101	0.0362	0.0370	0.0556	0.2062	-0.0160	0.0304	0.0553
Escenario 102	0.0363	0.0404	0.0535	0.2043	-0.0168	0.0301	0.0543
Escenario 103	0.0354	0.0353	0.0543	0.2001	-0.0327	0.0308	0.0552
Escenario 104	0.0361	0.0406	0.0550	0.2054	-0.0077	0.0310	0.0568
Escenario 105	0.0410	0.0408	0.0577	0.1771	-0.0298	0.0322	0.0566
Escenario 106	0.0366	0.0383	0.0562	0.1972	-0.0184	0.0307	0.0545
Escenario 107	0.0340	0.0369	0.0551	0.2079	-0.0197	0.0310	0.0557
Escenario 108	0.0354	0.0347	0.0574	0.1892	-0.0498	0.0315	0.0560
Escenario 109	0.0383	0.0409	0.0531	0.1968	-0.0068	0.0317	0.0551
Escenario 110	0.0363	0.0390	0.0560	0.2023	-0.0220	0.0306	0.0566
Escenario 111	0.0369	0.0404	0.0565	0.1976	-0.0192	0.0310	0.0554

Escenario	T^s_{21}	$D^s_{2,1}$	$L^s_{2,1}$	$RV^s_{2,1}$	RF^s_{21}	$IPC^s_{2,1}$	$CH^s_{2,1}$
Escenario 112	0.0340	0.0384	0.0562	0.2197	0.0061	0.0296	0.0564
Escenario 113	0.0368	0.0398	0.0551	0.1973	-0.0271	0.0310	0.0561
Escenario 114	0.0379	0.0401	0.0536	0.2083	-0.0109	0.0293	0.0550
Escenario 115	0.0360	0.0380	0.0544	0.2083	-0.0125	0.0299	0.0560
Escenario 116	0.0336	0.0379	0.0550	0.2112	-0.0134	0.0302	0.0558
Escenario 117	0.0382	0.0407	0.0562	0.2056	-0.0082	0.0295	0.0569
Escenario 118	0.0362	0.0402	0.0554	0.2108	-0.0048	0.0294	0.0559
Escenario 119	0.0357	0.0392	0.0560	0.2023	-0.0161	0.0303	0.0560
Escenario 120	0.0357	0.0386	0.0548	0.2195	0.0023	0.0290	0.0569
Escenario 121	0.0371	0.0401	0.0548	0.1963	-0.0058	0.0318	0.0546
Escenario 122	0.0381	0.0411	0.0558	0.2008	-0.0145	0.0302	0.0562
Escenario 123	0.0387	0.0364	0.0559	0.1973	-0.0505	0.0289	0.0565
Escenario 124	0.0398	0.0413	0.0554	0.2037	-0.0114	0.0289	0.0560
Escenario 125	0.0367	0.0406	0.0558	0.2102	-0.0049	0.0291	0.0546
Escenario 126	0.0349	0.0340	0.0525	0.2199	-0.0114	0.0284	0.0535
Escenario 127	0.0335	0.0365	0.0541	0.2244	-0.0004	0.0279	0.0523
Escenario 128	0.0332	0.0334	0.0550	0.2196	-0.0128	0.0283	0.0528
Escenario 129	0.0367	0.0380	0.0525	0.2205	0.0040	0.0276	0.0527
Escenario 130	0.0369	0.0375	0.0539	0.2108	0.0012	0.0286	0.0512
Escenario 131	0.0375	0.0379	0.0529	0.2097	0.0076	0.0291	0.0525
Escenario 132	0.0378	0.0389	0.0539	0.2096	0.0033	0.0292	0.0531
Escenario 133	0.0353	0.0370	0.0496	0.2293	0.0018	0.0276	0.0537
Escenario 134	0.0368	0.0375	0.0511	0.2103	-0.0191	0.0291	0.0532
Escenario 135	0.0368	0.0377	0.0556	0.2084	-0.0054	0.0288	0.0528
Escenario 136	0.0351	0.0377	0.0529	0.2205	0.0012	0.0280	0.0524
Escenario 137	0.0347	0.0389	0.0512	0.2336	0.0266	0.0275	0.0528
Escenario 138	0.0362	0.0342	0.0531	0.2228	-0.0160	0.0269	0.0526
Escenario 139	0.0367	0.0372	0.0520	0.2174	-0.0076	0.0286	0.0549
Escenario 140	0.0354	0.0383	0.0528	0.2193	0.0034	0.0284	0.0525
Escenario 141	0.0341	0.0378	0.0537	0.2166	0.0013	0.0294	0.0534
Escenario 142	0.0336	0.0349	0.0555	0.2259	-0.0156	0.0264	0.0528
Escenario 143	0.0347	0.0366	0.0540	0.2328	-0.0004	0.0257	0.0524
Escenario 144	0.0348	0.0330	0.0514	0.2205	-0.0155	0.0282	0.0537
Escenario 145	0.0325	0.0348	0.0551	0.2107	-0.0193	0.0296	0.0520
Escenario 146	0.0373	0.0364	0.0535	0.2117	-0.0079	0.0288	0.0535
Escenario 147	0.0385	0.0380	0.0521	0.2178	-0.0045	0.0269	0.0515
Escenario 148	0.0347	0.0363	0.0477	0.2390	0.0155	0.0275	0.0535
Escenario 149	0.0358	0.0389	0.0513	0.2236	0.0126	0.0284	0.0528

Escenario	T^{s}_{21}	$D^{s}_{2,1}$	$L^{s}_{2,1}$	$RV^{s}_{2,1}$	RF^{s}_{21}	$IPC^{s}_{2,1}$	$CH^{s}_{2,1}$
Escenario 150	0.0344	0.0364	0.0526	0.2224	0.0127	0.0290	0.0536
Escenario 151	0.0342	0.0356	0.0535	0.2233	0.0037	0.0281	0.0539
Escenario 152	0.0323	0.0359	0.0514	0.2266	0.0045	0.0294	0.0539
Escenario 153	0.0348	0.0376	0.0543	0.2163	-0.0051	0.0285	0.0535
Escenario 154	0.0361	0.0389	0.0540	0.2067	-0.0033	0.0300	0.0541
Escenario 155	0.0315	0.0313	0.0525	0.2209	-0.0086	0.0298	0.0543
Escenario 156	0.0354	0.0352	0.0516	0.2174	-0.0039	0.0286	0.0540
Escenario 157	0.0353	0.0371	0.0521	0.2167	0.0124	0.0295	0.0531
Escenario 158	0.0366	0.0374	0.0522	0.2033	-0.0153	0.0305	0.0540
Escenario 159	0.0360	0.0363	0.0540	0.2075	-0.0178	0.0294	0.0541
Escenario 160	0.0356	0.0380	0.0495	0.2173	0.0112	0.0296	0.0526
Escenario 161	0.0316	0.0335	0.0549	0.2240	-0.0089	0.0285	0.0543
Escenario 162	0.0325	0.0337	0.0518	0.2240	0.0009	0.0291	0.0532
Escenario 163	0.0382	0.0362	0.0522	0.2106	-0.0099	0.0285	0.0540
Escenario 164	0.0372	0.0372	0.0497	0.2220	-0.0027	0.0278	0.0537
Escenario 165	0.0352	0.0380	0.0543	0.2208	0.0125	0.0283	0.0540
Escenario 166	0.0353	0.0348	0.0542	0.2116	-0.0263	0.0285	0.0535
Escenario 167	0.0350	0.0374	0.0498	0.2192	0.0112	0.0299	0.0533
Escenario 168	0.0348	0.0349	0.0519	0.2130	-0.0114	0.0296	0.0539
Escenario 169	0.0375	0.0375	0.0500	0.2112	0.0073	0.0306	0.0545
Escenario 170	0.0382	0.0374	0.0529	0.2141	0.0062	0.0289	0.0548
Escenario 171	0.0348	0.0382	0.0514	0.2209	0.0108	0.0293	0.0535
Escenario 172	0.0371	0.0392	0.0526	0.2109	-0.0057	0.0292	0.0545
Escenario 173	0.0306	0.0307	0.0501	0.2283	-0.0072	0.0297	0.0542
Escenario 174	0.0362	0.0381	0.0527	0.2078	-0.0101	0.0300	0.0541
Escenario 175	0.0356	0.0355	0.0499	0.2058	-0.0125	0.0312	0.0535
Escenario 176	0.0324	0.0305	0.0590	0.2167	-0.0390	0.0315	0.0520
Escenario 177	0.0314	0.0297	0.0569	0.2253	-0.0481	0.0314	0.0547
Escenario 178	0.0322	0.0337	0.0561	0.2173	-0.0258	0.0337	0.0548
Escenario 179	0.0342	0.0357	0.0586	0.2235	-0.0302	0.0310	0.0550
Escenario 180	0.0313	0.0303	0.0569	0.2223	-0.0434	0.0318	0.0537
Escenario 181	0.0332	0.0343	0.0553	0.2233	-0.0193	0.0322	0.0536
Escenario 182	0.0363	0.0345	0.0620	0.1930	-0.0607	0.0329	0.0534
Escenario 183	0.0340	0.0349	0.0529	0.2205	-0.0293	0.0328	0.0552
Escenario 184	0.0325	0.0335	0.0550	0.2289	-0.0278	0.0313	0.0546
Escenario 185	0.0345	0.0331	0.0576	0.2196	-0.0387	0.0312	0.0545
Escenario 186	0.0343	0.0335	0.0573	0.2144	-0.0335	0.0323	0.0536
Escenario 187	0.0320	0.0328	0.0567	0.2238	-0.0293	0.0322	0.0536

Escenario	T^s_{21}	$D^s_{2,1}$	$L^s_{2,1}$	$RV^s_{2,1}$	RF^s_{21}	$IPC^s_{2,1}$	$CH^s_{2,1}$
Escenario 188	0.0310	0.0306	0.0576	0.2316	-0.0357	0.0304	0.0540
Escenario 189	0.0355	0.0362	0.0553	0.2223	-0.0227	0.0313	0.0540
Escenario 190	0.0350	0.0346	0.0535	0.2163	-0.0301	0.0327	0.0542
Escenario 191	0.0338	0.0355	0.0556	0.2272	-0.0042	0.0314	0.0532
Escenario 192	0.0326	0.0329	0.0559	0.2293	-0.0297	0.0308	0.0544
Escenario 193	0.0341	0.0351	0.0571	0.2241	-0.0425	0.0300	0.0552
Escenario 194	0.0351	0.0322	0.0569	0.2185	-0.0503	0.0305	0.0536
Escenario 195	0.0322	0.0316	0.0577	0.2143	-0.0435	0.0328	0.0544
Escenario 196	0.0307	0.0298	0.0540	0.2386	-0.0273	0.0305	0.0544
Escenario 197	0.0348	0.0365	0.0566	0.2199	-0.0034	0.0328	0.0546
Escenario 198	0.0354	0.0331	0.0578	0.2143	-0.0472	0.0311	0.0545
Escenario 199	0.0336	0.0342	0.0545	0.2215	-0.0328	0.0321	0.0541
Escenario 200	0.0336	0.0344	0.0562	0.2283	-0.0146	0.0311	0.0544
Escenario 201	0.0384	0.0401	0.0506	0.1949	0.0099	0.0295	0.0538
Escenario 202	0.0369	0.0375	0.0468	0.2060	0.0048	0.0283	0.0529
Escenario 203	0.0355	0.0372	0.0488	0.2059	0.0206	0.0296	0.0536
Escenario 204	0.0346	0.0338	0.0468	0.2191	0.0069	0.0272	0.0536
Escenario 205	0.0352	0.0381	0.0486	0.2132	0.0152	0.0282	0.0539
Escenario 206	0.0367	0.0373	0.0493	0.2060	-0.0003	0.0277	0.0538
Escenario 207	0.0336	0.0350	0.0492	0.2001	0.0043	0.0302	0.0535
Escenario 208	0.0385	0.0378	0.0493	0.1961	-0.0077	0.0282	0.0533
Escenario 209	0.0385	0.0395	0.0481	0.2064	0.0105	0.0271	0.0532
Escenario 210	0.0408	0.0415	0.0491	0.2025	0.0086	0.0271	0.0549
Escenario 211	0.0383	0.0393	0.0449	0.2139	0.0205	0.0279	0.0546
Escenario 212	0.0377	0.0371	0.0471	0.1940	-0.0170	0.0285	0.0527
Escenario 213	0.0396	0.0417	0.0503	0.2056	0.0131	0.0267	0.0526
Escenario 214	0.0388	0.0409	0.0503	0.2015	0.0180	0.0283	0.0536
Escenario 215	0.0364	0.0401	0.0473	0.2128	0.0328	0.0287	0.0537
Escenario 216	0.0387	0.0409	0.0522	0.1990	0.0127	0.0274	0.0517
Escenario 217	0.0382	0.0385	0.0496	0.2003	0.0062	0.0287	0.0548
Escenario 218	0.0399	0.0390	0.0502	0.1911	0.0102	0.0292	0.0534
Escenario 219	0.0360	0.0396	0.0468	0.2191	0.0381	0.0279	0.0549
Escenario 220	0.0392	0.0422	0.0471	0.2066	0.0284	0.0280	0.0522
Escenario 221	0.0360	0.0377	0.0473	0.2157	0.0179	0.0279	0.0532
Escenario 222	0.0385	0.0388	0.0486	0.2103	0.0116	0.0266	0.0525
Escenario 223	0.0374	0.0387	0.0503	0.1976	0.0012	0.0295	0.0541
Escenario 224	0.0373	0.0427	0.0502	0.2068	0.0271	0.0277	0.0527
Escenario 225	0.0377	0.0430	0.0509	0.2063	0.0295	0.0283	0.0536

Escenario	T^{s}_{21}	$D^{s}_{2,1}$	$L^{s}_{2,1}$	$RV^{s}_{2,1}$	RF^{s}_{21}	$IPC^{s}_{2,1}$	$CH^{s}_{2,1}$
Escenario 226	0.0353	0.0366	0.0534	0.2128	-0.0087	0.0289	0.0550
Escenario 227	0.0351	0.0376	0.0538	0.2247	0.0040	0.0279	0.0561
Escenario 228	0.0341	0.0380	0.0527	0.2220	0.0001	0.0284	0.0548
Escenario 229	0.0341	0.0377	0.0519	0.2193	0.0079	0.0297	0.0542
Escenario 230	0.0379	0.0395	0.0515	0.2105	-0.0067	0.0293	0.0555
Escenario 231	0.0352	0.0381	0.0523	0.2209	0.0018	0.0282	0.0547
Escenario 232	0.0374	0.0367	0.0553	0.2011	-0.0259	0.0295	0.0564
Escenario 233	0.0350	0.0374	0.0537	0.2163	-0.0016	0.0291	0.0557
Escenario 234	0.0345	0.0367	0.0526	0.2159	-0.0076	0.0295	0.0556
Escenario 235	0.0350	0.0385	0.0520	0.2173	-0.0031	0.0294	0.0551
Escenario 236	0.0364	0.0368	0.0547	0.2086	-0.0132	0.0285	0.0555
Escenario 237	0.0349	0.0371	0.0533	0.2065	-0.0136	0.0300	0.0541
Escenario 238	0.0345	0.0369	0.0535	0.2196	-0.0079	0.0284	0.0548
Escenario 239	0.0356	0.0377	0.0524	0.2157	-0.0056	0.0290	0.0550
Escenario 240	0.0364	0.0371	0.0527	0.2123	-0.0154	0.0285	0.0552
Escenario 241	0.0371	0.0388	0.0519	0.2115	-0.0061	0.0291	0.0545
Escenario 242	0.0374	0.0370	0.0515	0.2033	-0.0171	0.0299	0.0543
Escenario 243	0.0400	0.0401	0.0502	0.2057	-0.0041	0.0294	0.0558
Escenario 244	0.0364	0.0363	0.0537	0.2182	-0.0286	0.0267	0.0557
Escenario 245	0.0324	0.0365	0.0507	0.2304	0.0038	0.0283	0.0558
Escenario 246	0.0356	0.0379	0.0538	0.2135	-0.0042	0.0286	0.0547
Escenario 247	0.0373	0.0400	0.0537	0.2247	0.0170	0.0271	0.0550
Escenario 248	0.0346	0.0363	0.0518	0.2086	-0.0157	0.0304	0.0551
Escenario 249	0.0358	0.0376	0.0542	0.2064	-0.0151	0.0296	0.0551
Escenario 250	0.0338	0.0354	0.0512	0.2272	0.0017	0.0283	0.0557
Escenario 251	0.0356	0.0376	0.0537	0.2001	-0.0071	0.0284	0.0543
Escenario 252	0.0354	0.0386	0.0541	0.2120	0.0057	0.0274	0.0553
Escenario 253	0.0344	0.0390	0.0530	0.2094	0.0018	0.0279	0.0541
Escenario 254	0.0344	0.0387	0.0521	0.2066	0.0095	0.0292	0.0535
Escenario 255	0.0382	0.0405	0.0518	0.1978	-0.0051	0.0288	0.0548
Escenario 256	0.0355	0.0391	0.0526	0.2083	0.0035	0.0277	0.0540
Escenario 257	0.0377	0.0377	0.0556	0.1885	-0.0242	0.0290	0.0557
Escenario 258	0.0353	0.0384	0.0539	0.2037	0.0001	0.0286	0.0549
Escenario 259	0.0347	0.0377	0.0528	0.2032	-0.0060	0.0290	0.0548
Escenario 260	0.0353	0.0395	0.0522	0.2046	-0.0015	0.0289	0.0543
Escenario 261	0.0367	0.0378	0.0549	0.1959	-0.0115	0.0280	0.0547
Escenario 262	0.0352	0.0381	0.0536	0.1939	-0.0120	0.0295	0.0534
Escenario 263	0.0348	0.0379	0.0538	0.2069	-0.0062	0.0279	0.0540

Escenario	T^s_{21}	$D^s_{2,1}$	$L^s_{2,1}$	$RV^s_{2,1}$	RF^s_{21}	$IPC^s_{2,1}$	$CH^s_{2,1}$
Escenario 264	0.0359	0.0387	0.0527	0.2031	-0.0039	0.0285	0.0543
Escenario 265	0.0367	0.0381	0.0530	0.1996	-0.0138	0.0280	0.0545
Escenario 266	0.0374	0.0398	0.0522	0.1988	-0.0045	0.0286	0.0537
Escenario 267	0.0377	0.0380	0.0518	0.1907	-0.0155	0.0294	0.0536
Escenario 268	0.0402	0.0411	0.0505	0.1930	-0.0024	0.0289	0.0551
Escenario 269	0.0367	0.0373	0.0540	0.2055	-0.0270	0.0262	0.0550
Escenario 270	0.0327	0.0375	0.0510	0.2177	0.0054	0.0278	0.0551
Escenario 271	0.0359	0.0389	0.0540	0.2009	-0.0025	0.0281	0.0540
Escenario 272	0.0376	0.0410	0.0539	0.2121	0.0186	0.0266	0.0543
Escenario 273	0.0349	0.0372	0.0521	0.1960	-0.0141	0.0299	0.0544
Escenario 274	0.0361	0.0386	0.0545	0.1937	-0.0135	0.0291	0.0544
Escenario 275	0.0341	0.0364	0.0514	0.2145	0.0033	0.0278	0.0549
Escenario 276	0.0342	0.0348	0.0513	0.2325	0.0188	0.0277	0.0542
Escenario 277	0.0343	0.0383	0.0492	0.2306	0.0180	0.0273	0.0532
Escenario 278	0.0333	0.0331	0.0500	0.2263	0.0021	0.0281	0.0541
Escenario 279	0.0340	0.0385	0.0508	0.2317	0.0271	0.0283	0.0557
Escenario 280	0.0390	0.0387	0.0535	0.2034	0.0050	0.0295	0.0555
Escenario 281	0.0346	0.0361	0.0519	0.2235	0.0164	0.0280	0.0534
Escenario 282	0.0320	0.0348	0.0509	0.2342	0.0151	0.0283	0.0545
Escenario 283	0.0334	0.0325	0.0531	0.2155	-0.0150	0.0288	0.0549
Escenario 284	0.0363	0.0388	0.0488	0.2231	0.0280	0.0290	0.0540
Escenario 285	0.0343	0.0369	0.0518	0.2286	0.0128	0.0279	0.0555
Escenario 286	0.0348	0.0382	0.0522	0.2239	0.0156	0.0283	0.0543
Escenario 287	0.0319	0.0362	0.0519	0.2460	0.0409	0.0269	0.0552
Escenario 288	0.0347	0.0376	0.0509	0.2235	0.0077	0.0283	0.0550
Escenario 289	0.0358	0.0380	0.0493	0.2346	0.0239	0.0265	0.0539
Escenario 290	0.0339	0.0359	0.0501	0.2346	0.0223	0.0272	0.0549
Escenario 291	0.0315	0.0358	0.0507	0.2375	0.0214	0.0274	0.0547
Escenario 292	0.0362	0.0385	0.0520	0.2319	0.0266	0.0268	0.0558
Escenario 293	0.0341	0.0381	0.0511	0.2371	0.0300	0.0267	0.0548
Escenario 294	0.0337	0.0371	0.0517	0.2286	0.0187	0.0276	0.0548
Escenario 295	0.0337	0.0365	0.0505	0.2458	0.0371	0.0262	0.0557
Escenario 296	0.0351	0.0379	0.0505	0.2226	0.0290	0.0291	0.0535
Escenario 297	0.0361	0.0389	0.0516	0.2271	0.0203	0.0275	0.0551
Escenario 298	0.0366	0.0343	0.0516	0.2236	-0.0157	0.0261	0.0554
Escenario 299	0.0378	0.0392	0.0511	0.2300	0.0234	0.0262	0.0549
Escenario 300	0.0347	0.0384	0.0516	0.2365	0.0299	0.0264	0.0535
Escenario 301	0.0355	0.0357	0.0521	0.2086	-0.0176	0.0283	0.0552

Escenario	T^{s}_{21}	$D^{s}_{2,1}$	$L^{s}_{2,1}$	$RV^{s}_{2,1}$	RF^{s}_{21}	$IPC^{s}_{2,1}$	$CH^{s}_{2,1}$
Escenario 302	0.0342	0.0382	0.0536	0.2131	-0.0066	0.0278	0.0540
Escenario 303	0.0339	0.0351	0.0546	0.2083	-0.0190	0.0281	0.0545
Escenario 304	0.0374	0.0397	0.0521	0.2092	-0.0022	0.0274	0.0543
Escenario 305	0.0376	0.0391	0.0535	0.1995	-0.0050	0.0284	0.0528
Escenario 306	0.0382	0.0396	0.0524	0.1984	0.0013	0.0290	0.0541
Escenario 307	0.0384	0.0406	0.0535	0.1983	-0.0029	0.0291	0.0548
Escenario 308	0.0360	0.0387	0.0492	0.2180	-0.0044	0.0274	0.0553
Escenario 309	0.0375	0.0391	0.0506	0.1990	-0.0253	0.0289	0.0548
Escenario 310	0.0375	0.0393	0.0552	0.1971	-0.0116	0.0287	0.0544
Escenario 311	0.0357	0.0394	0.0525	0.2092	-0.0050	0.0279	0.0541
Escenario 312	0.0354	0.0406	0.0507	0.2223	0.0204	0.0274	0.0544
Escenario 313	0.0368	0.0358	0.0527	0.2115	-0.0222	0.0268	0.0542
Escenario 314	0.0374	0.0389	0.0516	0.2061	-0.0138	0.0284	0.0566
Escenario 315	0.0360	0.0400	0.0524	0.2080	-0.0028	0.0282	0.0541
Escenario 316	0.0348	0.0395	0.0533	0.2053	-0.0049	0.0293	0.0550
Escenario 317	0.0343	0.0365	0.0551	0.2146	-0.0218	0.0262	0.0545
Escenario 318	0.0354	0.0383	0.0536	0.2215	-0.0066	0.0255	0.0541
Escenario 319	0.0355	0.0347	0.0510	0.2092	-0.0217	0.0280	0.0554
Escenario 320	0.0332	0.0365	0.0547	0.1994	-0.0255	0.0294	0.0536
Escenario 321	0.0380	0.0381	0.0531	0.2004	-0.0141	0.0286	0.0551
Escenario 322	0.0392	0.0397	0.0517	0.2065	-0.0107	0.0267	0.0532
Escenario 323	0.0354	0.0379	0.0473	0.2277	0.0092	0.0273	0.0551
Escenario 324	0.0365	0.0405	0.0509	0.2123	0.0063	0.0283	0.0545
Escenario 325	0.0350	0.0380	0.0522	0.2111	0.0064	0.0289	0.0552
Escenario 326	0.0375	0.0386	0.0513	0.2392	0.0142	0.0248	0.0534
Escenario 327	0.0356	0.0390	0.0492	0.2425	0.0149	0.0261	0.0534
Escenario 328	0.0381	0.0407	0.0521	0.2322	0.0054	0.0252	0.0530
Escenario 329	0.0394	0.0420	0.0518	0.2227	0.0072	0.0267	0.0535
Escenario 330	0.0348	0.0344	0.0503	0.2369	0.0019	0.0265	0.0538
Escenario 331	0.0387	0.0382	0.0494	0.2333	0.0066	0.0253	0.0535
Escenario 332	0.0386	0.0402	0.0499	0.2326	0.0229	0.0262	0.0526
Escenario 333	0.0399	0.0405	0.0500	0.2193	-0.0048	0.0272	0.0535
Escenario 334	0.0393	0.0393	0.0518	0.2235	-0.0073	0.0261	0.0535
Escenario 335	0.0389	0.0411	0.0473	0.2333	0.0216	0.0263	0.0521
Escenario 336	0.0349	0.0366	0.0527	0.2400	0.0016	0.0252	0.0537
Escenario 337	0.0358	0.0368	0.0496	0.2399	0.0114	0.0258	0.0527
Escenario 338	0.0415	0.0393	0.0500	0.2265	0.0005	0.0252	0.0535
Escenario 339	0.0405	0.0402	0.0475	0.2380	0.0077	0.0245	0.0532

Escenario	T^{s}_{21}	$D^{s}_{2,1}$	$L^{s}_{2,1}$	$RV^{s}_{2,1}$	RF^{s}_{21}	$IPC^{s}_{2,1}$	$CH^{s}_{2,1}$
Escenario 340	0.0386	0.0411	0.0521	0.2367	0.0229	0.0250	0.0534
Escenario 341	0.0386	0.0379	0.0521	0.2275	-0.0158	0.0252	0.0530
Escenario 342	0.0383	0.0405	0.0476	0.2351	0.0216	0.0266	0.0528
Escenario 343	0.0381	0.0380	0.0497	0.2289	-0.0010	0.0263	0.0534
Escenario 344	0.0408	0.0406	0.0478	0.2271	0.0177	0.0273	0.0540
Escenario 345	0.0415	0.0405	0.0507	0.2300	0.0167	0.0256	0.0543
Escenario 346	0.0381	0.0413	0.0492	0.2368	0.0212	0.0260	0.0530
Escenario 347	0.0404	0.0423	0.0504	0.2268	0.0048	0.0259	0.0540
Escenario 348	0.0339	0.0338	0.0479	0.2443	0.0033	0.0264	0.0537
Escenario 349	0.0395	0.0412	0.0505	0.2238	0.0003	0.0267	0.0536
Escenario 350	0.0389	0.0386	0.0477	0.2217	-0.0021	0.0280	0.0529
Escenario 351	0.0350	0.0338	0.0531	0.2262	-0.0010	0.0279	0.0517
Escenario 352	0.0340	0.0330	0.0511	0.2348	-0.0101	0.0278	0.0544
Escenario 353	0.0348	0.0371	0.0503	0.2268	0.0122	0.0302	0.0545
Escenario 354	0.0368	0.0390	0.0528	0.2330	0.0078	0.0274	0.0547
Escenario 355	0.0339	0.0336	0.0511	0.2318	-0.0054	0.0282	0.0534
Escenario 356	0.0357	0.0376	0.0494	0.2328	0.0187	0.0286	0.0533
Escenario 357	0.0389	0.0378	0.0562	0.2025	-0.0227	0.0294	0.0531
Escenario 358	0.0365	0.0382	0.0471	0.2300	0.0087	0.0292	0.0549
Escenario 359	0.0350	0.0368	0.0492	0.2384	0.0102	0.0278	0.0544
Escenario 360	0.0370	0.0364	0.0517	0.2291	-0.0006	0.0276	0.0543
Escenario 361	0.0369	0.0368	0.0515	0.2239	0.0045	0.0288	0.0533
Escenario 362	0.0346	0.0361	0.0508	0.2333	0.0087	0.0287	0.0533
Escenario 363	0.0336	0.0339	0.0518	0.2411	0.0023	0.0268	0.0537
Escenario 364	0.0381	0.0396	0.0495	0.2318	0.0153	0.0278	0.0537
Escenario 365	0.0375	0.0380	0.0477	0.2258	0.0079	0.0291	0.0540
Escenario 366	0.0363	0.0388	0.0498	0.2367	0.0338	0.0278	0.0529
Escenario 367	0.0351	0.0362	0.0501	0.2388	0.0083	0.0272	0.0541
Escenario 368	0.0367	0.0384	0.0512	0.2336	-0.0045	0.0265	0.0549
Escenario 369	0.0377	0.0355	0.0511	0.2280	-0.0123	0.0270	0.0533
Escenario 370	0.0347	0.0349	0.0519	0.2238	-0.0055	0.0293	0.0541
Escenario 371	0.0333	0.0331	0.0481	0.2481	0.0107	0.0270	0.0542
Escenario 372	0.0374	0.0398	0.0508	0.2294	0.0346	0.0293	0.0543
Escenario 373	0.0379	0.0364	0.0520	0.2238	-0.0092	0.0275	0.0542
Escenario 374	0.0361	0.0375	0.0487	0.2310	0.0052	0.0285	0.0538
Escenario 375	0.0361	0.0378	0.0504	0.2378	0.0234	0.0276	0.0542
Escenario 376	0.0356	0.0376	0.0530	0.2071	0.0016	0.0291	0.0543
Escenario 377	0.0342	0.0349	0.0493	0.2182	-0.0035	0.0279	0.0535

Escenario	T^{s}_{21}	$D^{s}_{2,1}$	$L^{s}_{2,1}$	$RV^{s}_{2,1}$	RF^{s}_{21}	$IPC^{s}_{2,1}$	$CH^{s}_{2,1}$
Escenario 378	0.0328	0.0346	0.0512	0.2182	0.0123	0.0292	0.0541
Escenario 379	0.0319	0.0312	0.0492	0.2313	-0.0014	0.0268	0.0542
Escenario 380	0.0325	0.0356	0.0510	0.2255	0.0069	0.0278	0.0545
Escenario 381	0.0340	0.0348	0.0518	0.2182	-0.0086	0.0274	0.0544
Escenario 382	0.0309	0.0324	0.0516	0.2124	-0.0040	0.0298	0.0540
Escenario 383	0.0358	0.0353	0.0517	0.2084	-0.0160	0.0278	0.0538
Escenario 384	0.0357	0.0369	0.0505	0.2186	0.0022	0.0267	0.0538
Escenario 385	0.0380	0.0390	0.0515	0.2148	0.0003	0.0267	0.0555
Escenario 386	0.0356	0.0368	0.0473	0.2261	0.0122	0.0275	0.0551
Escenario 387	0.0349	0.0346	0.0495	0.2063	-0.0253	0.0281	0.0533
Escenario 388	0.0369	0.0391	0.0528	0.2178	0.0048	0.0263	0.0532
Escenario 389	0.0360	0.0384	0.0528	0.2138	0.0097	0.0279	0.0542
Escenario 390	0.0336	0.0375	0.0498	0.2251	0.0246	0.0283	0.0543
Escenario 391	0.0360	0.0383	0.0546	0.2113	0.0044	0.0270	0.0522
Escenario 392	0.0354	0.0360	0.0521	0.2126	-0.0021	0.0283	0.0554
Escenario 393	0.0371	0.0365	0.0527	0.2034	0.0019	0.0288	0.0540
Escenario 394	0.0333	0.0371	0.0493	0.2314	0.0298	0.0275	0.0555
Escenario 395	0.0364	0.0396	0.0495	0.2188	0.0201	0.0276	0.0527
Escenario 396	0.0332	0.0352	0.0497	0.2280	0.0096	0.0275	0.0538
Escenario 397	0.0357	0.0363	0.0510	0.2226	0.0033	0.0262	0.0530
Escenario 398	0.0346	0.0361	0.0528	0.2098	-0.0071	0.0291	0.0547
Escenario 399	0.0345	0.0401	0.0527	0.2191	0.0188	0.0273	0.0532
Escenario 400	0.0350	0.0404	0.0533	0.2186	0.0212	0.0279	0.0541
Escenario 401	0.0368	0.0331	0.0526	0.2249	0.0035	0.0172	0.0326
Escenario 402	0.0365	0.0341	0.0530	0.2368	0.0162	0.0161	0.0337
Escenario 403	0.0355	0.0345	0.0519	0.2341	0.0123	0.0167	0.0324
Escenario 404	0.0355	0.0342	0.0511	0.2314	0.0201	0.0180	0.0318
Escenario 405	0.0393	0.0360	0.0507	0.2225	0.0055	0.0176	0.0331
Escenario 406	0.0366	0.0346	0.0515	0.2330	0.0140	0.0165	0.0324
Escenario 407	0.0388	0.0332	0.0545	0.2132	-0.0137	0.0178	0.0340
Escenario 408	0.0364	0.0339	0.0528	0.2284	0.0106	0.0174	0.0333
Escenario 409	0.0359	0.0332	0.0517	0.2280	0.0046	0.0178	0.0332
Escenario 410	0.0365	0.0350	0.0512	0.2294	0.0090	0.0177	0.0327
Escenario 411	0.0378	0.0333	0.0538	0.2207	-0.0010	0.0168	0.0331
Escenario 412	0.0363	0.0336	0.0525	0.2186	-0.0014	0.0183	0.0317
Escenario 413	0.0360	0.0334	0.0527	0.2317	0.0043	0.0167	0.0324
Escenario 414	0.0370	0.0342	0.0516	0.2278	0.0066	0.0173	0.0326
Escenario 415	0.0379	0.0336	0.0519	0.2244	-0.0032	0.0168	0.0328

Escenario	T^s_{21}	$D^s_{2,1}$	$L^s_{2,1}$	$RV^s_{2,1}$	RF^s_{21}	$IPC^s_{2,1}$	$CH^s_{2,1}$
Escenario 416	0.0385	0.0353	0.0511	0.2236	0.0061	0.0174	0.0321
Escenario 417	0.0388	0.0335	0.0507	0.2154	-0.0049	0.0182	0.0320
Escenario 418	0.0414	0.0366	0.0494	0.2177	0.0081	0.0177	0.0334
Escenario 419	0.0378	0.0328	0.0529	0.2303	-0.0164	0.0149	0.0333
Escenario 420	0.0338	0.0330	0.0499	0.2425	0.0160	0.0166	0.0334
Escenario 421	0.0370	0.0344	0.0530	0.2256	0.0080	0.0169	0.0323
Escenario 422	0.0388	0.0365	0.0529	0.2368	0.0292	0.0154	0.0326
Escenario 423	0.0361	0.0328	0.0510	0.2207	-0.0035	0.0187	0.0327
Escenario 424	0.0372	0.0341	0.0534	0.2185	-0.0029	0.0179	0.0327
Escenario 425	0.0352	0.0319	0.0503	0.2393	0.0138	0.0166	0.0333
Escenario 426	0.0361	0.0376	0.0515	0.2196	0.0077	0.0268	0.0543
Escenario 427	0.0359	0.0387	0.0519	0.2315	0.0205	0.0257	0.0553
Escenario 428	0.0349	0.0391	0.0508	0.2289	0.0166	0.0263	0.0541
Escenario 429	0.0349	0.0388	0.0500	0.2261	0.0243	0.0276	0.0535
Escenario 430	0.0387	0.0406	0.0496	0.2173	0.0098	0.0272	0.0548
Escenario 431	0.0360	0.0392	0.0504	0.2278	0.0183	0.0261	0.0540
Escenario 432	0.0382	0.0378	0.0534	0.2080	-0.0094	0.0273	0.0557
Escenario 433	0.0358	0.0385	0.0517	0.2232	0.0149	0.0270	0.0550
Escenario 434	0.0353	0.0378	0.0506	0.2227	0.0089	0.0273	0.0549
Escenario 435	0.0358	0.0396	0.0501	0.2241	0.0133	0.0272	0.0543
Escenario 436	0.0372	0.0379	0.0527	0.2154	0.0033	0.0264	0.0547
Escenario 437	0.0357	0.0382	0.0514	0.2134	0.0029	0.0279	0.0534
Escenario 438	0.0354	0.0380	0.0516	0.2264	0.0086	0.0263	0.0540
Escenario 439	0.0364	0.0388	0.0505	0.2226	0.0109	0.0269	0.0543
Escenario 440	0.0373	0.0382	0.0508	0.2191	0.0010	0.0264	0.0545
Escenario 441	0.0379	0.0399	0.0500	0.2183	0.0104	0.0270	0.0537
Escenario 442	0.0382	0.0381	0.0496	0.2101	-0.0006	0.0278	0.0536
Escenario 443	0.0408	0.0412	0.0483	0.2125	0.0124	0.0273	0.0551
Escenario 444	0.0372	0.0374	0.0518	0.2250	-0.0121	0.0245	0.0550
Escenario 445	0.0332	0.0376	0.0488	0.2372	0.0203	0.0261	0.0551
Escenario 446	0.0364	0.0390	0.0519	0.2203	0.0123	0.0264	0.0540
Escenario 447	0.0382	0.0411	0.0518	0.2316	0.0334	0.0250	0.0543
Escenario 448	0.0355	0.0373	0.0499	0.2155	0.0007	0.0283	0.0544
Escenario 449	0.0366	0.0387	0.0523	0.2132	0.0013	0.0275	0.0544
Escenario 450	0.0346	0.0365	0.0492	0.2340	0.0181	0.0262	0.0549
Escenario 451	0.0345	0.0343	0.0532	0.2022	-0.0133	0.0297	0.0554
Escenario 452	0.0336	0.0369	0.0507	0.2217	-0.0042	0.0277	0.0557
Escenario 453	0.0355	0.0390	0.0549	0.2084	0.0082	0.0285	0.0546

Escenario	T^{s}_{21}	$D^{s}_{2,1}$	$L^{s}_{2,1}$	$RV^{s}_{2,1}$	RF^{s}_{21}	$IPC^{s}_{2,1}$	$CH^{s}_{2,1}$
Escenario 454	0.0363	0.0408	0.0527	0.2183	0.0156	0.0272	0.0546
Escenario 455	0.0374	0.0383	0.0541	0.2015	-0.0261	0.0273	0.0544
Escenario 456	0.0369	0.0376	0.0521	0.2156	-0.0047	0.0268	0.0548
Escenario 457	0.0371	0.0374	0.0530	0.2098	0.0051	0.0278	0.0536
Escenario 458	0.0383	0.0413	0.0521	0.2211	0.0250	0.0263	0.0537
Escenario 459	0.0375	0.0381	0.0535	0.1997	-0.0175	0.0283	0.0547
Escenario 460	0.0373	0.0363	0.0539	0.1971	-0.0302	0.0282	0.0544
Escenario 461	0.0351	0.0379	0.0517	0.2182	0.0142	0.0278	0.0547
Escenario 462	0.0338	0.0359	0.0516	0.2182	-0.0040	0.0279	0.0546
Escenario 463	0.0341	0.0352	0.0538	0.2103	-0.0237	0.0277	0.0546
Escenario 464	0.0346	0.0385	0.0539	0.2167	-0.0038	0.0274	0.0560
Escenario 465	0.0365	0.0393	0.0507	0.2245	-0.0057	0.0257	0.0548
Escenario 466	0.0351	0.0365	0.0493	0.2271	0.0186	0.0270	0.0542
Escenario 467	0.0370	0.0394	0.0529	0.2110	0.0004	0.0272	0.0535
Escenario 468	0.0336	0.0345	0.0543	0.2068	-0.0199	0.0284	0.0545
Escenario 469	0.0333	0.0368	0.0527	0.2215	-0.0043	0.0275	0.0551
Escenario 470	0.0341	0.0365	0.0506	0.2129	-0.0004	0.0286	0.0534
Escenario 471	0.0353	0.0397	0.0533	0.2210	0.0097	0.0267	0.0544
Escenario 472	0.0348	0.0363	0.0518	0.2155	-0.0054	0.0275	0.0554
Escenario 473	0.0362	0.0370	0.0545	0.2113	-0.0110	0.0270	0.0548
Escenario 474	0.0363	0.0390	0.0528	0.2092	0.0029	0.0285	0.0545
Escenario 475	0.0358	0.0369	0.0520	0.2034	-0.0022	0.0298	0.0530
Escenario 476	0.0370	0.0350	0.0483	0.2392	-0.0063	0.0265	0.0548
Escenario 477	0.0395	0.0406	0.0497	0.2352	0.0155	0.0270	0.0540
Escenario 478	0.0350	0.0387	0.0520	0.2499	0.0327	0.0262	0.0540
Escenario 479	0.0356	0.0366	0.0495	0.2406	0.0185	0.0281	0.0546
Escenario 480	0.0386	0.0383	0.0490	0.2401	0.0156	0.0266	0.0551
Escenario 481	0.0360	0.0390	0.0509	0.2407	0.0354	0.0283	0.0554
Escenario 482	0.0331	0.0341	0.0489	0.2475	0.0115	0.0276	0.0540
Escenario 483	0.0323	0.0335	0.0462	0.2562	0.0211	0.0269	0.0546
Escenario 484	0.0351	0.0367	0.0526	0.2449	0.0169	0.0264	0.0545
Escenario 485	0.0328	0.0348	0.0511	0.2565	0.0208	0.0258	0.0539
Escenario 486	0.0368	0.0363	0.0484	0.2367	0.0144	0.0283	0.0542
Escenario 487	0.0340	0.0359	0.0454	0.2594	0.0269	0.0266	0.0555
Escenario 488	0.0383	0.0394	0.0497	0.2409	0.0098	0.0259	0.0537
Escenario 489	0.0334	0.0388	0.0501	0.2506	0.0486	0.0280	0.0543
Escenario 490	0.0368	0.0374	0.0459	0.2523	0.0227	0.0263	0.0551
Escenario 491	0.0371	0.0392	0.0480	0.2428	0.0231	0.0276	0.0544

Escenario	T^s_{21}	$D^s_{2,1}$	$L^s_{2,1}$	$RV^s_{2,1}$	RF^s_{21}	$IPC^s_{2,1}$	$CH^s_{2,1}$
Escenario 492	0.0359	0.0391	0.0517	0.2415	0.0177	0.0270	0.0537
Escenario 493	0.0378	0.0368	0.0474	0.2385	0.0247	0.0282	0.0541
Escenario 494	0.0378	0.0376	0.0473	0.2335	0.0116	0.0284	0.0546
Escenario 495	0.0326	0.0363	0.0491	0.2499	0.0316	0.0279	0.0551
Escenario 496	0.0356	0.0356	0.0488	0.2424	0.0128	0.0271	0.0536
Escenario 497	0.0340	0.0358	0.0513	0.2505	0.0126	0.0259	0.0546
Escenario 498	0.0339	0.0366	0.0479	0.2535	0.0167	0.0265	0.0553
Escenario 499	0.0350	0.0365	0.0498	0.2401	0.0012	0.0275	0.0541
Escenario 500	0.0335	0.0368	0.0495	0.2609	0.0324	0.0256	0.0555
Escenario 501	0.0368	0.0388	0.0520	0.1972	0.0184	0.0292	0.0527
Escenario 502	0.0379	0.0406	0.0491	0.2153	0.0330	0.0266	0.0534
Escenario 503	0.0331	0.0378	0.0492	0.2023	0.0245	0.0311	0.0537
Escenario 504	0.0360	0.0391	0.0542	0.2034	0.0072	0.0274	0.0536
Escenario 505	0.0378	0.0383	0.0488	0.2058	-0.0020	0.0270	0.0535
Escenario 506	0.0347	0.0377	0.0509	0.2132	0.0186	0.0274	0.0532
Escenario 507	0.0368	0.0379	0.0491	0.1948	0.0116	0.0298	0.0525
Escenario 508	0.0366	0.0373	0.0498	0.1981	0.0058	0.0288	0.0530
Escenario 509	0.0354	0.0356	0.0488	0.1888	-0.0137	0.0301	0.0529
Escenario 510	0.0361	0.0383	0.0506	0.1949	0.0060	0.0297	0.0537
Escenario 511	0.0377	0.0368	0.0511	0.1894	-0.0102	0.0293	0.0536
Escenario 512	0.0399	0.0418	0.0507	0.2089	0.0124	0.0262	0.0542
Escenario 513	0.0365	0.0397	0.0498	0.1972	0.0144	0.0301	0.0539
Escenario 514	0.0347	0.0377	0.0503	0.2052	0.0019	0.0281	0.0536
Escenario 515	0.0351	0.0381	0.0493	0.2042	0.0108	0.0285	0.0530
Escenario 516	0.0355	0.0385	0.0503	0.2023	0.0118	0.0290	0.0544
Escenario 517	0.0330	0.0359	0.0517	0.2097	0.0074	0.0281	0.0532
Escenario 518	0.0346	0.0370	0.0515	0.1960	0.0009	0.0296	0.0528
Escenario 519	0.0375	0.0387	0.0510	0.1961	0.0000	0.0287	0.0538
Escenario 520	0.0372	0.0408	0.0515	0.1992	0.0416	0.0303	0.0531
Escenario 521	0.0387	0.0401	0.0498	0.1922	0.0109	0.0296	0.0531
Escenario 522	0.0343	0.0389	0.0495	0.2108	0.0231	0.0285	0.0528
Escenario 523	0.0383	0.0386	0.0506	0.1969	0.0077	0.0283	0.0529
Escenario 524	0.0350	0.0376	0.0498	0.1977	0.0147	0.0303	0.0538
Escenario 525	0.0373	0.0380	0.0526	0.1882	0.0031	0.0299	0.0535
Escenario 526	0.0332	0.0381	0.0531	0.2306	0.0135	0.0266	0.0549
Escenario 527	0.0356	0.0372	0.0513	0.2185	-0.0082	0.0272	0.0546
Escenario 528	0.0372	0.0374	0.0518	0.2171	-0.0088	0.0268	0.0549
Escenario 529	0.0343	0.0370	0.0531	0.2325	0.0022	0.0249	0.0539

Escenario	T^{s}_{21}	$D^{s}_{2,1}$	$L^{s}_{2,1}$	$RV^{s}_{2,1}$	RF^{s}_{21}	$IPC^{s}_{2,1}$	$CH^{s}_{2,1}$
Escenario 530	0.0374	0.0409	0.0537	0.2173	0.0093	0.0263	0.0544
Escenario 531	0.0379	0.0391	0.0499	0.2081	-0.0050	0.0284	0.0534
Escenario 532	0.0380	0.0394	0.0533	0.2012	-0.0089	0.0291	0.0545
Escenario 533	0.0334	0.0381	0.0512	0.2345	0.0068	0.0262	0.0554
Escenario 534	0.0382	0.0431	0.0543	0.2095	0.0132	0.0281	0.0547
Escenario 535	0.0379	0.0401	0.0524	0.2196	0.0019	0.0265	0.0553
Escenario 536	0.0410	0.0442	0.0524	0.2183	0.0139	0.0255	0.0549
Escenario 537	0.0353	0.0363	0.0545	0.2162	-0.0149	0.0267	0.0546
Escenario 538	0.0403	0.0434	0.0504	0.2109	0.0206	0.0280	0.0546
Escenario 539	0.0382	0.0393	0.0522	0.2107	-0.0010	0.0275	0.0548
Escenario 540	0.0366	0.0386	0.0515	0.2083	-0.0082	0.0289	0.0546
Escenario 541	0.0338	0.0385	0.0528	0.2331	0.0197	0.0269	0.0560
Escenario 542	0.0359	0.0401	0.0516	0.2155	0.0078	0.0282	0.0545
Escenario 543	0.0344	0.0367	0.0512	0.2215	-0.0128	0.0266	0.0547
Escenario 544	0.0384	0.0416	0.0525	0.2159	0.0194	0.0279	0.0564
Escenario 545	0.0370	0.0391	0.0523	0.2160	-0.0114	0.0270	0.0557
Escenario 546	0.0364	0.0391	0.0510	0.2169	-0.0155	0.0271	0.0546
Escenario 547	0.0361	0.0380	0.0498	0.2201	-0.0054	0.0273	0.0552
Escenario 548	0.0378	0.0406	0.0536	0.2244	0.0091	0.0254	0.0546
Escenario 549	0.0373	0.0391	0.0534	0.2235	-0.0129	0.0251	0.0557
Escenario 550	0.0391	0.0418	0.0530	0.2060	-0.0129	0.0268	0.0539
Escenario 551	0.0385	0.0360	0.0517	0.2516	-0.0186	0.0295	0.0544
Escenario 552	0.0357	0.0341	0.0541	0.2535	-0.0476	0.0288	0.0544
Escenario 553	0.0371	0.0386	0.0539	0.2554	-0.0182	0.0290	0.0545
Escenario 554	0.0369	0.0351	0.0562	0.2545	-0.0313	0.0284	0.0544
Escenario 555	0.0374	0.0359	0.0526	0.2606	-0.0115	0.0285	0.0549
Escenario 556	0.0362	0.0341	0.0548	0.2517	-0.0381	0.0292	0.0547
Escenario 557	0.0360	0.0352	0.0539	0.2620	-0.0228	0.0277	0.0540
Escenario 558	0.0369	0.0345	0.0534	0.2544	-0.0408	0.0283	0.0537
Escenario 559	0.0335	0.0351	0.0578	0.2636	-0.0094	0.0284	0.0539
Escenario 560	0.0342	0.0355	0.0574	0.2643	-0.0330	0.0274	0.0549
Escenario 561	0.0354	0.0348	0.0565	0.2608	-0.0261	0.0275	0.0539
Escenario 562	0.0398	0.0377	0.0539	0.2492	-0.0315	0.0287	0.0544
Escenario 563	0.0376	0.0362	0.0552	0.2500	-0.0401	0.0288	0.0555
Escenario 564	0.0374	0.0379	0.0555	0.2462	-0.0264	0.0291	0.0530
Escenario 565	0.0346	0.0340	0.0563	0.2494	-0.0449	0.0295	0.0544
Escenario 566	0.0376	0.0372	0.0553	0.2612	-0.0274	0.0272	0.0550
Escenario 567	0.0362	0.0360	0.0564	0.2535	-0.0267	0.0290	0.0546

Escenario	T^s_{21}	$D^s_{2,1}$	$L^s_{2,1}$	$RV^s_{2,1}$	RF^s_{21}	$IPC^s_{2,1}$	$CH^s_{2,1}$
Escenario 568	0.0370	0.0336	0.0538	0.2582	-0.0503	0.0273	0.0554
Escenario 569	0.0352	0.0342	0.0556	0.2641	-0.0348	0.0269	0.0542
Escenario 570	0.0395	0.0363	0.0557	0.2407	-0.0516	0.0288	0.0532
Escenario 571	0.0341	0.0336	0.0558	0.2617	-0.0355	0.0277	0.0540
Escenario 572	0.0370	0.0383	0.0545	0.2601	-0.0121	0.0286	0.0548
Escenario 573	0.0377	0.0379	0.0545	0.2498	-0.0170	0.0301	0.0555
Escenario 574	0.0364	0.0379	0.0550	0.2629	-0.0155	0.0279	0.0541
Escenario 575	0.0346	0.0361	0.0546	0.2819	-0.0122	0.0257	0.0553
Escenario 576	0.0421	0.0443	0.0520	0.2291	0.0284	0.0263	0.0535
Escenario 577	0.0388	0.0378	0.0530	0.2269	-0.0110	0.0261	0.0534
Escenario 578	0.0383	0.0396	0.0517	0.2421	0.0107	0.0252	0.0551
Escenario 579	0.0369	0.0379	0.0517	0.2400	-0.0036	0.0255	0.0550
Escenario 580	0.0416	0.0423	0.0499	0.2346	0.0067	0.0252	0.0541
Escenario 581	0.0369	0.0393	0.0539	0.2375	0.0000	0.0256	0.0541
Escenario 582	0.0355	0.0373	0.0513	0.2438	0.0010	0.0258	0.0545
Escenario 583	0.0399	0.0412	0.0525	0.2323	0.0121	0.0255	0.0528
Escenario 584	0.0361	0.0384	0.0516	0.2518	0.0084	0.0242	0.0560
Escenario 585	0.0367	0.0385	0.0524	0.2433	0.0039	0.0254	0.0553
Escenario 586	0.0393	0.0405	0.0539	0.2356	0.0055	0.0257	0.0552
Escenario 587	0.0385	0.0402	0.0517	0.2462	0.0083	0.0245	0.0541
Escenario 588	0.0414	0.0410	0.0535	0.2324	-0.0003	0.0249	0.0543
Escenario 589	0.0383	0.0417	0.0485	0.2415	0.0315	0.0272	0.0546
Escenario 590	0.0373	0.0396	0.0527	0.2325	0.0035	0.0268	0.0541
Escenario 591	0.0391	0.0414	0.0489	0.2375	0.0087	0.0267	0.0550
Escenario 592	0.0360	0.0385	0.0507	0.2479	0.0175	0.0256	0.0548
Escenario 593	0.0376	0.0398	0.0487	0.2413	0.0104	0.0270	0.0558
Escenario 594	0.0407	0.0417	0.0487	0.2353	-0.0061	0.0251	0.0532
Escenario 595	0.0350	0.0364	0.0533	0.2360	-0.0062	0.0270	0.0545
Escenario 596	0.0390	0.0391	0.0507	0.2323	-0.0008	0.0263	0.0543
Escenario 597	0.0397	0.0399	0.0497	0.2291	0.0040	0.0271	0.0540
Escenario 598	0.0356	0.0358	0.0507	0.2422	-0.0138	0.0255	0.0541
Escenario 599	0.0393	0.0383	0.0492	0.2253	-0.0237	0.0262	0.0536
Escenario 600	0.0387	0.0400	0.0522	0.2439	0.0043	0.0243	0.0548
Escenario 601	0.0334	0.0364	0.0512	0.2421	0.0180	0.0246	0.0536
Escenario 602	0.0383	0.0414	0.0522	0.2183	0.0167	0.0266	0.0540
Escenario 603	0.0369	0.0402	0.0530	0.2272	0.0248	0.0252	0.0513
Escenario 604	0.0367	0.0398	0.0532	0.2283	0.0147	0.0250	0.0534
Escenario 605	0.0370	0.0407	0.0533	0.2350	0.0270	0.0245	0.0534

Escenario	T^{s}_{21}	$D^{s}_{2,1}$	$L^{s}_{2,1}$	$RV^{s}_{2,1}$	RF^{s}_{21}	$IPC^{s}_{2,1}$	$CH^{s}_{2,1}$
Escenario 606	0.0378	0.0401	0.0499	0.2312	0.0066	0.0242	0.0517
Escenario 607	0.0374	0.0390	0.0493	0.2230	0.0100	0.0264	0.0527
Escenario 608	0.0378	0.0406	0.0515	0.2218	0.0192	0.0265	0.0532
Escenario 609	0.0361	0.0385	0.0495	0.2278	0.0235	0.0268	0.0532
Escenario 610	0.0383	0.0389	0.0506	0.2325	0.0133	0.0248	0.0545
Escenario 611	0.0387	0.0398	0.0531	0.2111	0.0102	0.0271	0.0531
Escenario 612	0.0385	0.0411	0.0495	0.2322	0.0226	0.0252	0.0547
Escenario 613	0.0353	0.0356	0.0538	0.2209	-0.0084	0.0258	0.0538
Escenario 614	0.0377	0.0398	0.0500	0.2264	0.0194	0.0261	0.0525
Escenario 615	0.0364	0.0376	0.0508	0.2307	0.0037	0.0249	0.0534
Escenario 616	0.0362	0.0424	0.0522	0.2374	0.0291	0.0244	0.0538
Escenario 617	0.0372	0.0381	0.0536	0.2146	-0.0072	0.0259	0.0528
Escenario 618	0.0369	0.0388	0.0516	0.2219	0.0121	0.0267	0.0538
Escenario 619	0.0382	0.0416	0.0511	0.2224	0.0208	0.0264	0.0529
Escenario 620	0.0353	0.0382	0.0513	0.2227	0.0155	0.0270	0.0524
Escenario 621	0.0384	0.0399	0.0506	0.2237	0.0066	0.0255	0.0530
Escenario 622	0.0400	0.0413	0.0520	0.2167	0.0040	0.0258	0.0536
Escenario 623	0.0373	0.0381	0.0515	0.2215	-0.0071	0.0254	0.0537
Escenario 624	0.0344	0.0385	0.0509	0.2278	0.0068	0.0269	0.0540
Escenario 625	0.0372	0.0409	0.0528	0.2234	0.0200	0.0260	0.0533

MENÚ SALIR

ANEXO V. VALORES MENSUALES DEL VECM PARA ABRIL DEL 2000 BAJO CADA ESCENARIO "s"

Escenario	$T^{(12)s}_{1,1}$	$D^{(12)s}_{1,1}$	$L^{(12)s}_{1,1}$	$RV^{(12)s}_{1,1}$	$RF^{(12)s}_{1,1}$	$IPC^{(12)s}_{1,1}$	$CH^{(12)s}_{1,1}$
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 13,14,15,16,17,18,19,20, 21,22,23,24,25	0.00282	0.00290	0.00428	0.02456	0.02337	0.00330	0.00430
26,27,28,28,29,30,31,32, 33,34,35,36,37,38,39,40, 41,42,43,44,45,46,47,48, 49,50	0.00283	0.00317	0.00412	0.02264	0.02255	0.00298	0.00422
51,52,53,54,55,56,57,58, 59,60,61,62,63,64,65,66, 67,68,69,70,71,72,73,74, 75	0.00275	0.00276	0.00418	0.01841	0.00669	0.00373	0.00429
76,77,78,79,80,81,82,83, 84,85,86,87,88,89,90,91, 92,93,94,95,96,97,98,99, 100	0.00281	0.00319	0.00424	0.02374	0.03167	0.00396	0.00441
101,102,103,104,105,106 107,108109,110,111,112, 113,114,115,116117,118, 119,120,121,122,123,124 125	0.00321	0.00321	0.00445	-0.00454	0.00961	0.00513	0.00440
126,127,128,129,130,131 132,133134,135,136,137, 138,139,140,141142,143, 144,145,146,147,148,149 150	0.00285	0.00300	0.00433	0.01557	0.02100	0.00363	0.00423
151,152,153,154,155,156 157,158159,160,161,162, 163,164,165,166167,168, 169,170,171,172,173,174 175	0.00264	0.00289	0.00425	0.02625	0.01969	0.00391	0.00432
176,177,178,179,180,181 182,183184,185,186,187, 188,189,190,191192,193, 194,195,196,197,198,199 200	0.00276	0.00271	0.00443	0.00756	-0.01044	0.00445	0.00435
201,202,203,204,205,206 207,208209,210,211,212, 213,214,215,216,217,218 219,220,221,222,223,224 225	0.00299	0.00321	0.00408	0.01521	0.03262	0.00464	0.00428
226,227,228,229,230,231 232,233,234,235,236,237 238,239,240,241,242,243 244,245,246,247,248,249 250	0.00283	0.00306	0.00432	0.02061	0.01741	0.00356	0.00440
251,252,253,254,255,256 257,258259,260,261,262, 263,264,265,266267,268, 269,270,271,272,273,274 275	0.00288	0.00317	0.00436	0.01592	0.02016	0.00396	0.00430

Escenario	$T^{(12)s}_{1,1}$	$D^{(12)s}_{1,1}$	$L^{(12)s}_{1,1}$	$RV^{(12)s}_{1,1}$	$RF^{(12)s}_{1,1}$	$IPC^{(12)s}_{1,1}$	$CH^{(12)s}_{1,1}$
276,277,278,279,280,281 282,283,284,285,286,287 288,289,290,291,292,293 294,295,296,297,298,299 300	0.00287	0.00312	0.00425	0.01561	0.01229	0.00394	0.00436
301,302,303,304,305,306 307,308309,310,311,312, 313,314,315,316317,318, 319,320,321,322,323,324 325	0.00296	0.00315	0.00412	0.02670	0.02845	0.00218	0.00427
326,327,328,329,330,331 332,333334,335,336,337, 338,339,340,341342,343, 344,345,346,347,348,349 350	0.00280	0.00298	0.00419	0.02667	0.02692	0.00281	0.00435
351,352,353,354,355,356 357,358,359,360,361,362 363,364,365,366367,368, 369,370,371,372,373,374 375	0.00261	0.00297	0.00424	0.02953	0.02601	0.00308	0.00433
376,377,378,379,380,381 382,383,384,385,386,387 388,389,390,391,392,393 394,395,396,397,398,399 400	0.00298	0.00319	0.00433	0.02393	0.03118	0.00244	0.00442
401,402,403,404,405,406 407,408,409,410,411,412 413,414,415,416,417,418 419,420,421,422,423,424 425	0.00282	0.00316	0.00427	0.02915	0.03455	0.00233	0.00434
426,427,428,429,430,431 432,433434,435,436,437, 438,439,440,441,442,443 444,445,446,447,448,449 450	0.00278	0.00308	0.00432	0.02068	0.02327	0.00322	0.00435
451,452,453,454,455,456 457,458459,460,461,462, 463,464,465,466,467,468 469,470,471,472,473,474 475	0.00278	0.00303	0.00422	0.03783	0.04165	0.00188	0.00442
476,477,478,479,480,481 482,483,484,485,486,487 488,489,490,491492,493, 494,495,496,497,498,499 500	0.00289	0.00315	0.00422	0.01470	0.03357	0.00475	0.00424
501,502,503,504,505,506 507,508509,510,511,512, 513,514,515,516,517,518 519,520,521,522,523,524 525	0.00298	0.00323	0.00430	0.01919	0.02490	0.00313	0.00437

Escenario	$T^{(12)s}_{1,1}$	$D^{(12)s}_{1,1}$	$L^{(12)s}_{1,1}$	$RV^{(12)s}_{1,1}$	$RF^{(12)s}_{1,1}$	$IPC^{(12)s}_{1,1}$	$CH^{(12)s}_{1,1}$
526,527,528,529,530,531 532,533,534,535,536,537 538,539540,541542,543, 544,545,546,547,548,549 550	0.00311	0.00325	0.00427	0.02209	0.02799	0.00183	0.00435
551,552,553,554,555,556 557,558,559,560,561,562 563,564,565,566567,568, 569,570,571,572,573,574 575	0.00286	0.00319	0.00430	0.02854	0.03450	0.00204	0.00424
576,577,578,579,580,581 582,583,584,585,586,587 588,589,590,591,592,593 594,595,596,597,598,599 600	0.00278	0.00303	0.00422	0.03783	0.04165	0.00188	0.00442
601,602,603,604,605,606 607,608,609,610,611,612 613,614,615,616,617,618 619,620,621,622,623,624 625	0.00287	0.00312	0.00425	0.01561	0.01229	0.00394	0.00436

MENÚ SALIR

ANEXO VI. VALORES MENSUALES DEL VECM PARA MAYO DEL 2000 BAJO CADA ESCENARIO "s".

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 1	0.00302	0.00303	0.00407	0.07691	0.02273	0.000044	0.00439
Escenario 2	0.00280	0.00297	0.00425	0.07735	0.03041	0.000790	0.00441
Escenario 3	0.00283	0.00270	0.00425	0.06891	-0.00952	0.000317	0.00435
Escenario 4	0.00282	0.00283	0.00397	0.07243	0.02256	0.002363	0.00439
Escenario 5	0.00290	0.00287	0.00436	0.07278	0.01232	-0.000199	0.00435
Escenario 6	0.00278	0.00275	0.00412	0.08521	0.02734	0.000202	0.00439
Escenario 7	0.00289	0.00286	0.00430	0.07048	0.01328	0.000590	0.00427
Escenario 8	0.00314	0.00283	0.00423	0.06079	-0.00842	0.000036	0.00433
Escenario 9	0.00290	0.00303	0.00435	0.07931	0.03284	-0.000333	0.00428
Escenario 10	0.00286	0.00289	0.00433	0.08049	0.01197	-0.001109	0.00437
Escenario 11	0.00249	0.00263	0.00416	0.07868	0.00932	0.001485	0.00435
Escenario 12	0.00290	0.00302	0.00430	0.07937	0.02175	-0.000832	0.00435
Escenario 13	0.00284	0.00290	0.00426	0.07417	0.02049	0.000946	0.00439
Escenario 14	0.00290	0.00296	0.00437	0.07599	0.00409	-0.000905	0.00442
Escenario 15	0.00292	0.00296	0.00427	0.08147	0.01398	-0.001670	0.00438
Escenario 16	0.00292	0.00302	0.00421	0.07560	0.03461	0.000885	0.00442
Escenario 17	0.00283	0.00277	0.00418	0.08360	0.02503	-0.000433	0.00434
Escenario 18	0.00273	0.00286	0.00441	0.07939	0.02449	-0.000287	0.00424
Escenario 19	0.00292	0.00303	0.00429	0.07279	0.02674	0.000665	0.00430
Escenario 20	0.00292	0.00289	0.00417	0.07719	0.03905	0.001057	0.00436
Escenario 21	0.00304	0.00285	0.00420	0.06371	-0.00372	0.000336	0.00430
Escenario 22	0.00299	0.00324	0.00402	0.08112	0.03933	0.000342	0.00442
Escenario 23	0.00284	0.00283	0.00414	0.08940	0.01465	-0.002159	0.00435
Escenario 24	0.00311	0.00315	0.00430	0.07081	0.00965	-0.000618	0.00441
Escenario 25	0.00303	0.00288	0.00426	0.08193	0.01706	-0.001964	0.00434
Escenario 26	0.00300	0.00312	0.00408	0.04458	0.01386	-0.001799	0.00437
Escenario 27	0.00312	0.00333	0.00400	0.05344	0.03965	-0.002141	0.00434
Escenario 28	0.00278	0.00325	0.00398	0.05910	0.02952	-0.002394	0.00424
Escenario 29	0.00304	0.00319	0.00419	0.05161	0.01381	-0.003416	0.00427
Escenario 30	0.00317	0.00329	0.00398	0.05655	0.02670	-0.003729	0.00426
Escenario 31	0.00283	0.00288	0.00410	0.04809	0.01825	-0.001011	0.00429
Escenario 32	0.00281	0.00303	0.00417	0.05409	0.01865	-0.002096	0.00443
Escenario 33	0.00294	0.00281	0.00397	0.05093	0.01411	-0.002201	0.00426
Escenario 34	0.00262	0.00294	0.00396	0.06264	0.02033	-0.002711	0.00432
Escenario 35	0.00310	0.00344	0.00412	0.05693	0.03712	-0.003741	0.00426

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 36	0.00295	0.00323	0.00395	0.06284	0.03496	-0.002935	0.00437
Escenario 37	0.00312	0.00315	0.00412	0.05039	0.01555	-0.003044	0.00440
Escenario 38	0.00301	0.00329	0.00405	0.06288	0.04134	-0.003390	0.00432
Escenario 39	0.00327	0.00318	0.00400	0.04767	0.01401	-0.003218	0.00431
Escenario 40	0.00292	0.00292	0.00416	0.05344	0.00613	-0.003119	0.00436
Escenario 41	0.00283	0.00289	0.00412	0.05291	0.01113	-0.002119	0.00430
Escenario 42	0.00302	0.00310	0.00394	0.05702	0.02604	-0.002990	0.00425
Escenario 43	0.00283	0.00312	0.00426	0.05718	0.02999	-0.002704	0.00428
Escenario 44	0.00300	0.00323	0.00386	0.04869	0.02224	-0.001321	0.00430
Escenario 45	0.00305	0.00314	0.00396	0.05496	0.02543	-0.002749	0.00431
Escenario 46	0.00306	0.00323	0.00419	0.04642	0.01787	-0.002399	0.00433
Escenario 47	0.00307	0.00331	0.00423	0.05200	0.03221	-0.002641	0.00431
Escenario 48	0.00294	0.00310	0.00409	0.05609	0.02456	-0.003079	0.00427
Escenario 49	0.00293	0.00307	0.00431	0.04534	0.01914	-0.001995	0.00424
Escenario 50	0.00281	0.00300	0.00408	0.06049	0.01469	-0.002958	0.00437
Escenario 51	0.00281	0.00275	0.00406	0.07687	0.00709	0.001061	0.00436
Escenario 52	0.00277	0.00271	0.00403	0.08792	0.01673	-0.000353	0.00431
Escenario 53	0.00277	0.00260	0.00403	0.08072	-0.00070	0.000275	0.00425
Escenario 54	0.00262	0.00242	0.00421	0.07866	-0.00863	0.000339	0.00434
Escenario 55	0.00282	0.00279	0.00421	0.07635	0.00770	0.000448	0.00438
Escenario 56	0.00298	0.00299	0.00418	0.07774	0.01907	-0.000088	0.00436
Escenario 57	0.00283	0.00292	0.00422	0.08160	0.02818	0.000625	0.00431
Escenario 58	0.00287	0.00254	0.00423	0.06911	-0.01013	0.000788	0.00430
Escenario 59	0.00304	0.00280	0.00421	0.06460	-0.00007	0.001594	0.00432
Escenario 60	0.00268	0.00274	0.00424	0.08558	0.03058	0.000599	0.00431
Escenario 61	0.00283	0.00287	0.00430	0.06577	0.00219	0.001906	0.00430
Escenario 62	0.00272	0.00259	0.00429	0.06928	-0.00889	0.001362	0.00437
Escenario 63	0.00273	0.00252	0.00410	0.07817	-0.00033	0.000836	0.00441
Escenario 64	0.00289	0.00284	0.00426	0.07686	0.00896	-0.000066	0.00430
Escenario 65	0.00287	0.00303	0.00414	0.08025	0.02225	0.000571	0.00436
Escenario 66	0.00300	0.00274	0.00433	0.05879	-0.00988	0.001603	0.00435
Escenario 67	0.00278	0.00268	0.00423	0.07167	-0.00053	0.000951	0.00430
Escenario 68	0.00268	0.00270	0.00438	0.07560	0.00210	0.000667	0.00431
Escenario 69	0.00279	0.00265	0.00445	0.06837	-0.00264	0.000790	0.00421
Escenario 70	0.00304	0.00274	0.00421	0.06786	0.00042	0.000488	0.00433
Escenario 71	0.00268	0.00262	0.00402	0.07821	0.00628	0.001280	0.00429
Escenario 72	0.00260	0.00271	0.00417	0.08302	0.01496	0.000735	0.00431
Escenario 73	0.00281	0.00266	0.00429	0.07462	0.01202	0.000826	0.00432

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 74	0.00282	0.00278	0.00420	0.06950	-0.00771	0.001075	0.00437
Escenario 75	0.00270	0.00261	0.00424	0.07277	0.00232	0.001715	0.00439
Escenario 76	0.00289	0.00306	0.00408	0.04392	0.01547	-0.000053	0.00457
Escenario 77	0.00297	0.00304	0.00423	0.04229	0.01792	-0.000187	0.00450
Escenario 78	0.00310	0.00336	0.00401	0.04383	0.03805	0.000053	0.00458
Escenario 79	0.00327	0.00331	0.00392	0.03545	0.01572	0.000285	0.00453
Escenario 80	0.00290	0.00316	0.00398	0.04068	0.01418	0.000466	0.00454
Escenario 81	0.00277	0.00333	0.00398	0.06443	0.05514	-0.001397	0.00456
Escenario 82	0.00299	0.00325	0.00424	0.03789	0.02723	0.000285	0.00450
Escenario 83	0.00285	0.00313	0.00411	0.05053	0.02646	-0.001115	0.00445
Escenario 84	0.00281	0.00311	0.00432	0.04856	0.02268	-0.001424	0.00445
Escenario 85	0.00307	0.00318	0.00404	0.03703	0.02408	0.000456	0.00449
Escenario 86	0.00294	0.00343	0.00416	0.04719	0.04706	-0.000323	0.00444
Escenario 87	0.00301	0.00327	0.00411	0.04162	0.03966	0.000299	0.00445
Escenario 88	0.00299	0.00320	0.00437	0.04343	0.02314	-0.001139	0.00457
Escenario 89	0.00312	0.00323	0.00395	0.04563	0.01601	-0.001725	0.00447
Escenario 90	0.00287	0.00313	0.00405	0.04579	0.03646	0.000679	0.00456
Escenario 91	0.00284	0.00291	0.00417	0.04986	0.01210	-0.001470	0.00452
Escenario 92	0.00295	0.00303	0.00409	0.04111	0.01223	-0.000447	0.00451
Escenario 93	0.00283	0.00308	0.00407	0.04817	0.02836	-0.000542	0.00445
Escenario 94	0.00290	0.00327	0.00421	0.04063	0.04093	0.001036	0.00445
Escenario 95	0.00301	0.00316	0.00411	0.04101	0.02646	-0.000747	0.00447
Escenario 96	0.00273	0.00302	0.00418	0.04445	0.02944	0.000577	0.00444
Escenario 97	0.00276	0.00283	0.00410	0.03801	0.00215	0.000705	0.00447
Escenario 98	0.00299	0.00328	0.00411	0.04696	0.03191	-0.001234	0.00447
Escenario 99	0.00281	0.00299	0.00427	0.03789	0.01177	0.000157	0.00447
Escenario 100	0.00286	0.00319	0.00394	0.04827	0.02697	-0.000391	0.00446
Escenario 101	0.00297	0.00303	0.00452	-0.04667	0.00292	0.001479	0.00450
Escenario 102	0.00298	0.00331	0.00435	-0.04475	0.00210	0.001158	0.00442
Escenario 103	0.00290	0.00289	0.00442	-0.04053	-0.01376	0.001904	0.00449
Escenario 104	0.00296	0.00332	0.00448	-0.04585	0.01122	0.002135	0.00461
Escenario 105	0.00336	0.00334	0.00469	-0.01757	-0.01084	0.003306	0.00460
Escenario 106	0.00300	0.00314	0.00457	-0.03768	0.00055	0.001805	0.00443
Escenario 107	0.00279	0.00303	0.00448	-0.04837	-0.00076	0.002086	0.00452
Escenario 108	0.00291	0.00284	0.00466	-0.02967	-0.03088	0.002627	0.00455
Escenario 109	0.00314	0.00335	0.00432	-0.03732	0.01217	0.002817	0.00448
Escenario 110	0.00298	0.00320	0.00455	-0.04273	-0.00304	0.001731	0.00460
Escenario 111	0.00302	0.00330	0.00459	-0.03804	-0.00029	0.002131	0.00451

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 112	0.00279	0.00314	0.00456	-0.06019	0.02507	0.000722	0.00458
Escenario 113	0.00301	0.00325	0.00448	-0.03773	-0.00816	0.002111	0.00456
Escenario 114	0.00310	0.00328	0.00436	-0.04882	0.00800	0.000357	0.00447
Escenario 115	0.00295	0.00311	0.00442	-0.04879	0.00648	0.000984	0.00455
Escenario 116	0.00276	0.00311	0.00447	-0.05164	0.00556	0.001256	0.00453
Escenario 117	0.00313	0.00333	0.00457	-0.04604	0.01073	0.000619	0.00462
Escenario 118	0.00296	0.00329	0.00450	-0.05126	0.01410	0.000501	0.00454
Escenario 119	0.00293	0.00321	0.00455	-0.04279	0.00282	0.001392	0.00455
Escenario 120	0.00293	0.00316	0.00446	-0.05995	0.02121	0.000059	0.00462
Escenario 121	0.00304	0.00328	0.00446	-0.03681	0.01312	0.002924	0.00444
Escenario 122	0.00312	0.00336	0.00454	-0.04131	0.00445	0.001307	0.00457
Escenario 123	0.00317	0.00298	0.00454	-0.03781	-0.03154	-0.000043	0.00459
Escenario 124	0.00326	0.00338	0.00450	-0.04421	0.00754	0.000010	0.00455
Escenario 125	0.00301	0.00332	0.00454	-0.05065	0.01406	0.000219	0.00444
Escenario 126	0.00286	0.00279	0.00428	-0.06038	0.00758	-0.000453	0.00435
Escenario 127	0.00275	0.00299	0.00440	-0.06488	0.01855	-0.000961	0.00426
Escenario 128	0.00272	0.00274	0.00447	-0.06006	0.00619	-0.000641	0.00430
Escenario 129	0.00301	0.00311	0.00427	-0.06093	0.02299	-0.001330	0.00429
Escenario 130	0.00303	0.00307	0.00438	-0.05125	0.02018	-0.000306	0.00417
Escenario 131	0.00307	0.00311	0.00430	-0.05018	0.02650	0.000247	0.00427
Escenario 132	0.00309	0.00318	0.00438	-0.05007	0.02227	0.000334	0.00432
Escenario 133	0.00290	0.00304	0.00404	-0.06976	0.02078	-0.001297	0.00437
Escenario 134	0.00302	0.00307	0.00416	-0.05075	-0.00012	0.000167	0.00433
Escenario 135	0.00301	0.00309	0.00452	-0.04887	0.01353	-0.000086	0.00430
Escenario 136	0.00288	0.00309	0.00431	-0.06095	0.02019	-0.000885	0.00427
Escenario 137	0.00285	0.00319	0.00417	-0.07410	0.04557	-0.001377	0.00430
Escenario 138	0.00296	0.00280	0.00432	-0.06326	0.00295	-0.001966	0.00428
Escenario 139	0.00301	0.00305	0.00424	-0.05782	0.01134	-0.000297	0.00447
Escenario 140	0.00290	0.00314	0.00430	-0.05974	0.02239	-0.000510	0.00427
Escenario 141	0.00280	0.00310	0.00437	-0.05705	0.02024	0.000540	0.00434
Escenario 142	0.00276	0.00286	0.00451	-0.06633	0.00331	-0.002496	0.00430
Escenario 143	0.00285	0.00300	0.00440	-0.07329	0.01852	-0.003208	0.00427
Escenario 144	0.00285	0.00271	0.00419	-0.06094	0.00346	-0.000740	0.00437
Escenario 145	0.00267	0.00286	0.00448	-0.05114	-0.00034	0.000676	0.00423
Escenario 146	0.00306	0.00298	0.00435	-0.05215	0.01107	-0.000112	0.00435
Escenario 147	0.00315	0.00312	0.00424	-0.05826	0.01449	-0.002013	0.00419
Escenario 148	0.00285	0.00297	0.00389	-0.07943	0.03440	-0.001438	0.00435
Escenario 149	0.00294	0.00318	0.00418	-0.06410	0.03150	-0.000452	0.00430

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 150	0.00282	0.00298	0.00428	-0.06286	0.03160	0.000116	0.00436
Escenario 151	0.00280	0.00292	0.00435	-0.06375	0.02264	-0.000783	0.00438
Escenario 152	0.00266	0.00294	0.00419	-0.06704	0.02341	0.000475	0.00438
Escenario 153	0.00286	0.00308	0.00441	-0.05674	0.01382	-0.000434	0.00435
Escenario 154	0.00296	0.00318	0.00439	-0.04720	0.01569	0.001092	0.00440
Escenario 155	0.00258	0.00257	0.00427	-0.06140	0.01032	0.000934	0.00442
Escenario 156	0.00290	0.00288	0.00420	-0.05784	0.01509	-0.000295	0.00440
Escenario 157	0.00290	0.00304	0.00424	-0.05713	0.03136	0.000598	0.00432
Escenario 158	0.00300	0.00307	0.00425	-0.04381	0.00364	0.001620	0.00439
Escenario 159	0.00295	0.00297	0.00439	-0.04798	0.00113	0.000549	0.00440
Escenario 160	0.00292	0.00312	0.00403	-0.05779	0.03012	0.000722	0.00428
Escenario 161	0.00260	0.00275	0.00447	-0.06451	0.01003	-0.000425	0.00441
Escenario 162	0.00267	0.00277	0.00422	-0.06447	0.01983	0.000223	0.00433
Escenario 163	0.00313	0.00297	0.00425	-0.05107	0.00900	-0.000398	0.00439
Escenario 164	0.00305	0.00304	0.00405	-0.06251	0.01620	-0.001093	0.00437
Escenario 165	0.00289	0.00311	0.00441	-0.06123	0.03141	-0.000599	0.00439
Escenario 166	0.00289	0.00285	0.00441	-0.05207	-0.00738	-0.000352	0.00436
Escenario 167	0.00287	0.00307	0.00406	-0.05963	0.03012	0.001015	0.00434
Escenario 168	0.00285	0.00287	0.00423	-0.05343	0.00750	0.000737	0.00438
Escenario 169	0.00307	0.00308	0.00407	-0.05164	0.02621	0.001696	0.00443
Escenario 170	0.00313	0.00306	0.00430	-0.05456	0.02518	0.000022	0.00445
Escenario 171	0.00285	0.00313	0.00419	-0.06134	0.02971	0.000408	0.00435
Escenario 172	0.00304	0.00321	0.00428	-0.05132	0.01327	0.000312	0.00444
Escenario 173	0.00251	0.00253	0.00408	-0.06882	0.01175	0.000788	0.00441
Escenario 174	0.00297	0.00312	0.00429	-0.04829	0.00882	0.001088	0.00440
Escenario 175	0.00292	0.00291	0.00407	-0.04623	0.00640	0.002352	0.00435
Escenario 176	0.00266	0.00251	0.00479	-0.05718	-0.02007	0.002581	0.00423
Escenario 177	0.00258	0.00244	0.00462	-0.06573	-0.02917	0.002456	0.00445
Escenario 178	0.00265	0.00277	0.00456	-0.05776	-0.00690	0.004838	0.00445
Escenario 179	0.00281	0.00293	0.00476	-0.06393	-0.01124	0.002059	0.00447
Escenario 180	0.00258	0.00249	0.00463	-0.06274	-0.02450	0.002881	0.00437
Escenario 181	0.00272	0.00281	0.00449	-0.06380	-0.00034	0.003266	0.00436
Escenario 182	0.00298	0.00283	0.00503	-0.03345	-0.04173	0.004013	0.00434
Escenario 183	0.00279	0.00286	0.00431	-0.06097	-0.01035	0.003871	0.00449
Escenario 184	0.00267	0.00275	0.00447	-0.06935	-0.00889	0.002390	0.00444
Escenario 185	0.00283	0.00272	0.00468	-0.06008	-0.01971	0.002272	0.00444
Escenario 186	0.00282	0.00275	0.00465	0.05484	-0.01459	0.003451	0.00436
Escenario 187	0.00263	0.00269	0.00460	-0.06430	-0.01036	0.003300	0.00436

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 188	0.00255	0.00251	0.00468	-0.07209	-0.01672	0.001455	0.00439
Escenario 189	0.00291	0.00297	0.00450	-0.06273	-0.00373	0.002404	0.00439
Escenario 190	0.00287	0.00284	0.00435	-0.05678	-0.01120	0.003765	0.00441
Escenario 191	0.00277	0.00291	0.00452	-0.06766	0.01469	0.002475	0.00433
Escenario 192	0.00267	0.00270	0.00454	-0.06979	-0.01072	0.001886	0.00442
Escenario 193	0.00280	0.00288	0.00464	-0.06454	-0.02358	0.001132	0.00449
Escenario 194	0.00288	0.00264	0.00462	-0.05894	-0.03139	0.001605	0.00436
Escenario 195	0.00264	0.00260	0.00469	-0.05479	-0.02454	0.003915	0.00442
Escenario 196	0.00252	0.00245	0.00439	-0.07904	-0.00837	0.001603	0.00443
Escenario 197	0.00285	0.00299	0.00460	-0.06035	0.01552	0.003936	0.00444
Escenario 198	0.00290	0.00272	0.00469	-0.05481	-0.02828	0.002161	0.00443
Escenario 199	0.00276	0.00280	0.00443	-0.06201	-0.01389	0.003155	0.00440
Escenario 200	0.00276	0.00283	0.00457	0.17812	0.00436	0.002219	0.00443
Escenario 201	0.00314	0.00328	0.00412	0.19492	0.02883	0.000618	0.00437
Escenario 202	0.00303	0.00307	0.00382	0.20603	0.02377	-0.000621	0.00431
Escenario 203	0.00291	0.00305	0.00398	0.20594	0.03950	0.000692	0.00436
Escenario 204	0.00284	0.00277	0.00382	0.21915	0.02581	-0.001714	0.00436
Escenario 205	0.00289	0.00312	0.00396	0.21326	0.03413	-0.000679	0.00439
Escenario 206	0.00301	0.00306	0.00402	0.20607	0.01866	-0.001164	0.00438
Escenario 207	0.00276	0.00287	0.00401	0.20018	0.02320	0.001282	0.00435
Escenario 208	0.00315	0.00310	0.00402	0.19619	0.01125	-0.000731	0.00434
Escenario 209	0.00315	0.00323	0.00392	0.20641	0.02943	-0.001790	0.00433
Escenario 210	0.00334	0.00340	0.00400	0.20252	0.02756	-0.001786	0.00447
Escenario 211	0.00314	0.00322	0.00367	0.21393	0.03947	-0.000970	0.00444
Escenario 212	0.00309	0.00304	0.00384	0.19404	0.00194	-0.000436	0.00429
Escenario 213	0.00324	0.00341	0.00410	0.20565	0.03204	-0.002183	0.00428
Escenario 214	0.00318	0.00335	0.00410	0.20156	0.03693	-0.000629	0.00436
Escenario 215	0.00298	0.00328	0.00386	0.21287	0.05179	-0.000185	0.00437
Escenario 216	0.00317	0.00334	0.00425	0.19908	0.03164	-0.001482	0.00421
Escenario 217	0.00313	0.00315	0.00404	0.20039	0.02517	-0.000223	0.00446
Escenario 218	0.00326	0.00320	0.00409	0.19111	0.02913	0.000272	0.00435
Escenario 219	0.00295	0.00324	0.00382	0.21919	0.05700	-0.000992	0.00447
Escenario 220	0.00321	0.00345	0.00384	0.20668	0.04732	-0.000898	0.00425
Escenario 221	0.00295	0.00309	0.00386	0.21577	0.03684	-0.000969	0.00433
Escenario 222	0.00315	0.00318	0.00396	0.21036	0.03057	-0.002299	0.00427
Escenario 223	0.00306	0.00317	0.00410	0.19765	0.02010	0.000596	0.00440
Escenario 224	0.00305	0.00349	0.00409	0.20687	0.04600	-0.001185	0.00429
Escenario 225	0.00309	0.00351	0.00414	0.20638	0.04840	-0.000605	0.00436

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 226	0.00290	0.00300	0.00434	0.05323	0.01024	0.000000	0.00447
Escenario 227	0.00288	0.00308	0.00438	0.06515	0.02298	-0.001034	0.00456
Escenario 228	0.00280	0.00311	0.00429	0.06250	0.01906	-0.000475	0.00446
Escenario 229	0.00280	0.00309	0.00422	0.05975	0.02681	0.000816	0.00441
Escenario 230	0.00310	0.00324	0.00420	0.05092	0.01225	0.000402	0.00451
Escenario 231	0.00289	0.00312	0.00426	0.06140	0.02076	-0.000699	0.00445
Escenario 232	0.00306	0.00301	0.00450	0.04159	-0.00693	0.000591	0.00458
Escenario 233	0.00287	0.00307	0.00437	0.05680	0.01739	0.000209	0.00453
Escenario 234	0.00283	0.00301	0.00428	0.05635	0.01134	0.000576	0.00452
Escenario 235	0.00287	0.00315	0.00423	0.05775	0.01580	0.000470	0.00448
Escenario 236	0.00298	0.00302	0.00444	0.04905	0.00576	-0.000386	0.00451
Escenario 237	0.00286	0.00304	0.00434	0.04702	0.00535	0.001098	0.00440
Escenario 238	0.00283	0.00302	0.00436	0.06003	0.01106	-0.000499	0.00445
Escenario 239	0.00292	0.00309	0.00427	0.05619	0.01339	0.000129	0.00447
Escenario 240	0.00299	0.00304	0.00429	0.05276	0.00351	-0.000375	0.00449
Escenario 241	0.00304	0.00318	0.00423	0.05193	0.01285	0.000242	0.00443
Escenario 242	0.00306	0.00303	0.00419	0.04378	0.00185	0.001028	0.00442
Escenario 243	0.00327	0.00328	0.00409	0.04612	0.01489	0.000545	0.00453
Escenario 244	0.00298	0.00298	0.00437	0.05865	-0.00965	-0.002241	0.00453
Escenario 245	0.00266	0.00299	0.00413	0.07087	0.02275	-0.000614	0.00454
Escenario 246	0.00292	0.00311	0.00437	0.05397	0.01478	-0.000308	0.00445
Escenario 247	0.00306	0.00327	0.00437	0.06519	0.03593	-0.001775	0.00447
Escenario 248	0.00284	0.00297	0.00422	0.04909	0.00322	0.001516	0.00448
Escenario 249	0.00293	0.00308	0.00441	0.04684	0.00384	0.000724	0.00448
Escenario 250	0.00277	0.00291	0.00417	0.06763	0.02059	-0.000578	0.00452
Escenario 251	0.00292	0.00308	0.00437	0.04058	0.01187	-0.000504	0.00441
Escenario 252	0.00290	0.00316	0.00440	0.05250	0.02462	-0.001538	0.00450
Escenario 253	0.00282	0.00319	0.00431	0.04985	0.02070	-0.000979	0.00440
Escenario 254	0.00282	0.00317	0.00424	0.04710	0.02845	0.000312	0.00435
Escenario 255	0.00313	0.00331	0.00422	0.03827	0.01388	-0.000102	0.00446
Escenario 256	0.00291	0.00320	0.00428	0.04874	0.02240	-0.001203	0.00439
Escenario 257	0.00309	0.00309	0.00452	0.02893	-0.00529	0.000087	0.00453
Escenario 258	0.00289	0.00315	0.00439	0.04415	0.01903	-0.000295	0.00447
Escenario 259	0.00285	0.00309	0.00430	0.04369	0.01298	0.000072	0.00446
Escenario 260	0.00290	0.00323	0.00425	0.04510	0.01744	-0.000034	0.00442
Escenario 261	0.00301	0.00310	0.00447	0.03640	0.00740	-0.000890	0.00445
Escenario 262	0.00289	0.00312	0.00436	0.03437	0.00699	0.000594	0.00434
Escenario 263	0.00286	0.00310	0.00438	0.04738	0.01270	-0.001003	0.00440

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 264	0.00294	0.00317	0.00429	0.04354	0.01503	-0.000375	0.00441
Escenario 265	0.00301	0.00312	0.00431	0.04011	0.00514	-0.000879	0.00443
Escenario 266	0.00306	0.00326	0.00425	0.03927	0.01449	-0.000262	0.00437
Escenario 267	0.00309	0.00311	0.00422	0.03113	0.00348	0.000524	0.00436
Escenario 268	0.00329	0.00336	0.00411	0.03347	0.01653	0.000041	0.00448
Escenario 269	0.00301	0.00306	0.00439	0.04600	-0.00801	-0.002745	0.00447
Escenario 270	0.00268	0.00307	0.00415	0.05822	0.02439	-0.001119	0.00448
Escenario 271	0.00294	0.00318	0.00440	0.04132	0.01641	-0.000812	0.00439
Escenario 272	0.00308	0.00335	0.00439	0.05254	0.03756	-0.002279	0.00441
Escenario 273	0.00287	0.00305	0.00424	0.03644	0.00486	0.001012	0.00442
Escenario 274	0.00296	0.00316	0.00443	0.03419	0.00548	0.000220	0.00442
Escenario 275	0.00279	0.00299	0.00419	0.05498	0.02223	-0.001082	0.00447
Escenario 276	0.00280	0.00286	0.00418	0.07297	0.03774	-0.001235	0.00441
Escenario 277	0.00281	0.00313	0.00401	0.07105	0.03692	-0.001556	0.00433
Escenario 278	0.00274	0.00272	0.00408	0.06682	0.02106	-0.000810	0.00440
Escenario 279	0.00279	0.00315	0.00414	0.07215	0.04603	-0.000579	0.00453
Escenario 280	0.00319	0.00317	0.00435	0.04386	0.02398	0.000592	0.00451
Escenario 281	0.00284	0.00296	0.00423	0.06398	0.03537	-0.000909	0.00434
Escenario 282	0.00263	0.00285	0.00414	0.07466	0.03406	-0.000628	0.00444
Escenario 283	0.00274	0.00267	0.00432	0.05597	0.00393	-0.000087	0.00446
Escenario 284	0.00297	0.00318	0.00398	0.06361	0.04699	0.000103	0.00439
Escenario 285	0.00281	0.00302	0.00421	0.06902	0.03178	-0.000983	0.00451
Escenario 286	0.00286	0.00313	0.00425	0.06433	0.03453	-0.000583	0.00442
Escenario 287	0.00262	0.00297	0.00422	0.08649	0.05989	-0.001992	0.00449
Escenario 288	0.00285	0.00308	0.00414	0.06402	0.02666	-0.000603	0.00447
Escenario 289	0.00294	0.00311	0.00402	0.07511	0.04282	-0.002357	0.00438
Escenario 290	0.00279	0.00294	0.00408	0.07508	0.04129	-0.001729	0.00447
Escenario 291	0.00259	0.00294	0.00413	0.07794	0.04037	-0.001458	0.00445
Escenario 292	0.00296	0.00315	0.00423	0.07234	0.04555	-0.002094	0.00453
Escenario 293	0.00280	0.00312	0.00416	0.07756	0.04892	-0.002213	0.00446
Escenario 294	0.00276	0.00304	0.00421	0.06909	0.03764	-0.001322	0.00446
Escenario 295	0.00277	0.00299	0.00412	0.08624	0.05602	-0.002655	0.00453
Escenario 296	0.00288	0.00311	0.00412	0.06311	0.04794	0.000210	0.00435
Escenario 297	0.00296	0.00319	0.00420	0.06760	0.03927	-0.001407	0.00448
Escenario 298	0.00300	0.00281	0.00420	0.06410	0.00327	-0.002757	0.00450
Escenario 299	0.00309	0.00321	0.00416	0.07050	0.04236	-0.002704	0.00446
Escenario 300	0.00285	0.00315	0.00420	0.07695	0.04887	-0.002495	0.00435
Escenario 301	0.00292	0.00293	0.00424	0.04908	0.00137	-0.000608	0.00449

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 302	0.00281	0.00313	0.00436	0.05359	0.01234	-0.001116	0.00439
Escenario 303	0.00278	0.00288	0.00444	0.04876	-0.00002	-0.000796	0.00443
Escenario 304	0.00306	0.00325	0.00424	0.04964	0.01678	-0.001485	0.00442
Escenario 305	0.00308	0.00320	0.00435	0.03995	0.01397	-0.000462	0.00430
Escenario 306	0.00313	0.00324	0.00427	0.03888	0.02029	0.000092	0.00440
Escenario 307	0.00315	0.00332	0.00435	0.03877	0.01606	0.000178	0.00445
Escenario 308	0.00295	0.00317	0.00401	0.05846	0.01457	-0.001452	0.00450
Escenario 309	0.00307	0.00320	0.00413	0.03945	-0.00632	0.000012	0.00446
Escenario 310	0.00307	0.00322	0.00449	0.03758	0.00732	-0.000241	0.00443
Escenario 311	0.00293	0.00323	0.00427	0.04965	0.01398	-0.001040	0.00440
Escenario 312	0.00291	0.00332	0.00413	0.06280	0.03936	-0.001533	0.00443
Escenario 313	0.00302	0.00294	0.00429	0.05197	-0.00326	-0.002121	0.00441
Escenario 314	0.00307	0.00318	0.00420	0.04653	0.00513	-0.000452	0.00460
Escenario 315	0.00296	0.00327	0.00426	0.04844	0.01618	-0.000665	0.00440
Escenario 316	0.00285	0.00323	0.00434	0.04576	0.01403	0.000384	0.00447
Escenario 317	0.00281	0.00300	0.00448	0.05504	-0.00289	-0.002651	0.00443
Escenario 318	0.00290	0.00313	0.00436	0.06199	0.01231	-0.003363	0.00440
Escenario 319	0.00291	0.00285	0.00416	0.04964	-0.00275	-0.000895	0.00450
Escenario 320	0.00272	0.00299	0.00445	0.03984	-0.00655	0.000521	0.00436
Escenario 321	0.00311	0.00312	0.00432	0.04086	0.00486	-0.000267	0.00448
Escenario 322	0.00321	0.00325	0.00421	0.04696	0.00828	-0.002168	0.00433
Escenario 323	0.00290	0.00311	0.00386	0.06813	0.02819	-0.001593	0.00448
Escenario 324	0.00299	0.00332	0.00414	0.05281	0.02529	-0.000608	0.00443
Escenario 325	0.00287	0.00311	0.00425	0.05156	0.02539	-0.000040	0.00449
Escenario 326	0.00307	0.00316	0.00418	0.07970	0.03312	-0.004079	0.00434
Escenario 327	0.00292	0.00319	0.00401	0.08299	0.03388	-0.002821	0.00434
Escenario 328	0.00312	0.00333	0.00424	0.07269	0.02430	-0.003730	0.00431
Escenario 329	0.00323	0.00343	0.00422	0.06314	0.02616	-0.002204	0.00436
Escenario 330	0.00285	0.00282	0.00410	0.07735	0.02080	-0.002362	0.00437
Escenario 331	0.00317	0.00313	0.00403	0.07379	0.02556	-0.003591	0.00435
Escenario 332	0.00316	0.00329	0.00407	0.07308	0.04183	-0.002698	0.00428
Escenario 333	0.00327	0.00331	0.00407	0.05975	0.01411	-0.001676	0.00435
Escenario 334	0.00322	0.00322	0.00422	0.06393	0.01160	-0.002747	0.00436
Escenario 335	0.00318	0.00336	0.00386	0.07374	0.04059	-0.002574	0.00424
Escenario 336	0.00286	0.00300	0.00429	0.08045	0.02051	-0.003721	0.00437
Escenario 337	0.00293	0.00301	0.00404	0.08041	0.03031	-0.003073	0.00429
Escenario 338	0.00339	0.00322	0.00408	0.06701	0.01947	-0.003693	0.00435
Escenario 339	0.00331	0.00329	0.00388	0.07846	0.02668	-0.004389	0.00433

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 340	0.00316	0.00336	0.00424	0.07717	0.04188	-0.003895	0.00435
Escenario 341	0.00316	0.00310	0.00424	0.06802	0.00310	-0.003647	0.00431
Escenario 342	0.00314	0.00331	0.00388	0.07557	0.04059	-0.002281	0.00430
Escenario 343	0.00312	0.00311	0.00405	0.06938	0.01797	-0.002559	0.00434
Escenario 344	0.00334	0.00332	0.00390	0.06759	0.03669	-0.001599	0.00439
Escenario 345	0.00340	0.00331	0.00413	0.07051	0.03565	-0.003273	0.00441
Escenario 346	0.00312	0.00337	0.00401	0.07729	0.04018	-0.002888	0.00431
Escenario 347	0.00331	0.00346	0.00410	0.06727	0.02375	-0.002984	0.00439
Escenario 348	0.00278	0.00277	0.00391	0.08476	0.02223	-0.002508	0.00437
Escenario 349	0.00323	0.00337	0.00411	0.06424	0.01929	-0.002207	0.00436
Escenario 350	0.00319	0.00316	0.00389	0.06217	0.01688	-0.000944	0.00431
Escenario 351	0.00287	0.00278	0.00432	0.06668	0.01794	-0.000953	0.00421
Escenario 352	0.00279	0.00271	0.00416	0.07523	0.00884	-0.001079	0.00442
Escenario 353	0.00285	0.00304	0.00410	0.06727	0.03111	0.001304	0.00443
Escenario 354	0.00301	0.00320	0.00430	0.07343	0.02677	-0.001476	0.00445
Escenario 355	0.00278	0.00276	0.00416	0.07224	0.01351	-0.000653	0.00435
Escenario 356	0.00293	0.00308	0.00403	0.07330	0.03767	-0.000268	0.00434
Escenario 357	0.00318	0.00310	0.00456	0.04295	-0.00372	0.000479	0.00432
Escenario 358	0.00299	0.00313	0.00384	0.07047	0.02766	0.000337	0.00446
Escenario 359	0.00287	0.00301	0.00401	0.07885	0.02911	-0.001144	0.00442
Escenario 360	0.00303	0.00299	0.00421	0.06958	0.01830	-0.001262	0.00441
Escenario 361	0.00302	0.00302	0.00419	0.06434	0.02342	-0.000083	0.00434
Escenario 362	0.00284	0.00296	0.00414	0.07380	0.02765	-0.000235	0.00434
Escenario 363	0.00276	0.00278	0.00422	0.08160	0.02129	-0.002079	0.00437
Escenario 364	0.00312	0.00324	0.00403	0.07224	0.03428	-0.001130	0.00437
Escenario 365	0.00307	0.00311	0.00389	0.06628	0.02680	0.000231	0.00439
Escenario 366	0.00298	0.00318	0.00406	0.07716	0.05270	-0.001059	0.00430
Escenario 367	0.00288	0.00297	0.00408	0.07929	0.02729	-0.001648	0.00440
Escenario 368	0.00301	0.00314	0.00417	0.07405	0.01443	-0.002403	0.00447
Escenario 369	0.00309	0.00291	0.00416	0.06844	0.00662	-0.001929	0.00433
Escenario 370	0.00285	0.00286	0.00422	0.06429	0.01347	0.000380	0.00440
Escenario 371	0.00273	0.00272	0.00393	0.08854	0.02964	-0.001931	0.00441
Escenario 372	0.00306	0.00326	0.00414	0.06985	0.05352	0.000401	0.00441
Escenario 373	0.00311	0.00299	0.00423	0.06432	0.00973	-0.001374	0.00441
Escenario 374	0.00296	0.00307	0.00397	0.07151	0.02412	-0.000379	0.00438
Escenario 375	0.00296	0.00309	0.00410	0.07829	0.04237	-0.001315	0.00440
Escenario 376	0.00292	0.00308	0.00431	0.04761	0.02053	0.000239	0.00442
Escenario 377	0.00281	0.00286	0.00401	0.05871	0.01548	-0.001000	0.00435

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 378	0.00269	0.00284	0.00417	0.05867	0.03121	0.000313	0.00440
Escenario 379	0.00262	0.00257	0.00401	0.07180	0.01752	-0.002093	0.00441
Escenario 380	0.00267	0.00292	0.00415	0.06597	0.02584	-0.001058	0.00443
Escenario 381	0.00279	0.00285	0.00422	0.05870	0.01037	-0.001543	0.00442
Escenario 382	0.00254	0.00266	0.00420	0.05288	0.01490	0.000903	0.00440
Escenario 383	0.00293	0.00289	0.00421	0.04882	0.00295	-0.001110	0.00438
Escenario 384	0.00293	0.00303	0.00411	0.05911	0.02114	-0.002169	0.00437
Escenario 385	0.00312	0.00319	0.00420	0.05528	0.01927	-0.002165	0.00451
Escenario 386	0.00292	0.00302	0.00386	0.06660	0.03118	-0.001349	0.00448
Escenario 387	0.00286	0.00284	0.00404	0.04675	-0.00635	-0.000815	0.00433
Escenario 388	0.00302	0.00320	0.00429	0.05830	0.02375	-0.002562	0.00433
Escenario 389	0.00296	0.00314	0.00429	0.05428	0.02863	-0.001008	0.00441
Escenario 390	0.00276	0.00307	0.00406	0.06552	0.04350	-0.000564	0.00441
Escenario 391	0.00295	0.00314	0.00444	0.05175	0.02335	-0.001861	0.00425
Escenario 392	0.00291	0.00295	0.00424	0.05306	0.01688	-0.000602	0.00450
Escenario 393	0.00304	0.00299	0.00429	0.04383	0.02084	-0.000107	0.00439
Escenario 394	0.00273	0.00304	0.00402	0.07187	0.04871	-0.001371	0.00451
Escenario 395	0.00299	0.00324	0.00403	0.05931	0.03903	-0.001276	0.00429
Escenario 396	0.00273	0.00288	0.00405	0.06843	0.02855	-0.001348	0.00437
Escenario 397	0.00293	0.00297	0.00415	0.06306	0.02228	-0.002678	0.00431
Escenario 398	0.00284	0.00296	0.00429	0.05030	0.01181	0.000217	0.00445
Escenario 399	0.00283	0.00328	0.00429	0.05958	0.03771	-0.001563	0.00433
Escenario 400	0.00287	0.00331	0.00434	0.05906	0.04011	-0.000984	0.00440
Escenario 401	0.00301	0.00271	0.00428	0.06533	0.02243	-0.011714	0.00268
Escenario 402	0.00299	0.00280	0.00431	0.07725	0.03517	-0.012748	0.00276
Escenario 403	0.00291	0.00283	0.00422	0.07460	0.03125	-0.012188	0.00266
Escenario 404	0.00291	0.00281	0.00416	0.07185	0.03901	-0.010898	0.00261
Escenario 405	0.00322	0.00295	0.00413	0.06302	0.02444	-0.011312	0.00272
Escenario 406	0.00300	0.00284	0.00419	0.07349	0.03295	-0.012413	0.00266
Escenario 407	0.00318	0.00272	0.00443	0.05368	0.00526	-0.011123	0.00279
Escenario 408	0.00299	0.00278	0.00430	0.06890	0.02958	-0.011505	0.00273
Escenario 409	0.00294	0.00273	0.00421	0.06844	0.02354	-0.011138	0.00272
Escenario 410	0.00299	0.00287	0.00417	0.06985	0.02799	-0.011243	0.00268
Escenario 411	0.00310	0.00273	0.00438	0.06115	0.01795	-0.012099	0.00272
Escenario 412	0.00298	0.00276	0.00427	0.05912	0.01754	-0.010615	0.00260
Escenario 413	0.00295	0.00274	0.00429	0.07213	0.02325	-0.012212	0.00266
Escenario 414	0.00303	0.00281	0.00420	0.06829	0.02558	-0.011585	0.00268
Escenario 415	0.00310	0.00276	0.00423	0.06486	0.01570	-0.012089	0.00269

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 416	0.00315	0.00290	0.00416	0.06402	0.02505	-0.011471	0.00263
Escenario 417	0.00318	0.00275	0.00413	0.05588	0.01404	-0.010685	0.00262
Escenario 418	0.00338	0.00300	0.00403	0.05822	0.02708	-0.011169	0.00274
Escenario 419	0.00310	0.00270	0.00430	0.07075	0.00254	-0.013955	0.00274
Escenario 420	0.00278	0.00271	0.00406	0.08297	0.03495	-0.012328	0.00274
Escenario 421	0.00304	0.00282	0.00431	0.06607	0.02697	-0.012022	0.00266
Escenario 422	0.00318	0.00299	0.00430	0.07729	0.04812	-0.013489	0.00268
Escenario 423	0.00296	0.00269	0.00415	0.06118	0.01541	-0.010198	0.00269
Escenario 424	0.00305	0.00280	0.00435	0.05893	0.01603	-0.010990	0.00269
Escenario 425	0.00289	0.00262	0.00410	0.07973	0.03279	-0.012291	0.00273
Escenario 426	0.00296	0.00308	0.00419	0.06007	0.02669	-0.002144	0.00442
Escenario 427	0.00294	0.00317	0.00423	0.07199	0.03943	-0.003178	0.00450
Escenario 428	0.00286	0.00320	0.00414	0.06933	0.03552	-0.002618	0.00440
Escenario 429	0.00286	0.00318	0.00407	0.06659	0.04327	-0.001328	0.00435
Escenario 430	0.00317	0.00332	0.00404	0.05776	0.02870	-0.001742	0.00446
Escenario 431	0.00295	0.00321	0.00411	0.06823	0.03722	-0.002843	0.00439
Escenario 432	0.00313	0.00309	0.00434	0.04842	0.00952	-0.001553	0.00453
Escenario 433	0.00294	0.00315	0.00421	0.06364	0.03385	-0.001935	0.00447
Escenario 434	0.00289	0.00310	0.00413	0.06318	0.02780	-0.001568	0.00446
Escenario 435	0.00294	0.00324	0.00408	0.06458	0.03225	-0.001673	0.00442
Escenario 436	0.00305	0.00310	0.00429	0.05589	0.02221	-0.002529	0.00445
Escenario 437	0.00293	0.00313	0.00418	0.05385	0.02180	-0.001045	0.00434
Escenario 438	0.00290	0.00311	0.00420	0.06687	0.02751	-0.002642	0.00440
Escenario 439	0.00298	0.00318	0.00411	0.06303	0.02985	-0.002015	0.00441
Escenario 440	0.00305	0.00313	0.00414	0.05960	0.01996	-0.002519	0.00443
Escenario 441	0.00311	0.00327	0.00407	0.05876	0.02931	-0.001901	0.00437
Escenario 442	0.00313	0.00312	0.00404	0.05062	0.01830	-0.001115	0.00436
Escenario 443	0.00334	0.00337	0.00394	0.05296	0.03135	-0.001599	0.00448
Escenario 444	0.00305	0.00307	0.00422	0.06549	0.00681	-0.004385	0.00447
Escenario 445	0.00273	0.00308	0.00398	0.07771	0.03921	-0.002758	0.00448
Escenario 446	0.00299	0.00319	0.00422	0.06081	0.03123	-0.002452	0.00439
Escenario 447	0.00313	0.00336	0.00421	0.07202	0.05238	-0.003919	0.00441
Escenario 448	0.00291	0.00306	0.00407	0.05592	0.01967	-0.000628	0.00442
Escenario 449	0.00300	0.00317	0.00426	0.05367	0.02029	-0.001420	0.00443
Escenario 450	0.00284	0.00299	0.00401	0.07447	0.03705	-0.002721	0.00447
Escenario 451	0.00283	0.00282	0.00433	0.04264	0.00566	0.000831	0.00450
Escenario 452	0.00276	0.00303	0.00413	0.06214	0.01471	-0.001226	0.00452
Escenario 453	0.00291	0.00319	0.00447	0.04884	0.02714	-0.000430	0.00444

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 454	0.00297	0.00334	0.00429	0.05875	0.03452	-0.001687	0.00444
Escenario 455	0.00306	0.00314	0.00440	0.04200	-0.00717	-0.001565	0.00443
Escenario 456	0.00302	0.00308	0.00424	0.05607	0.01421	-0.002144	0.00445
Escenario 457	0.00304	0.00307	0.00432	0.05024	0.02409	-0.001124	0.00436
Escenario 458	0.00314	0.00338	0.00424	0.06160	0.04393	-0.002621	0.00437
Escenario 459	0.00307	0.00312	0.00435	0.04020	0.00147	-0.000573	0.00445
Escenario 460	0.00306	0.00297	0.00439	0.03759	-0.01123	-0.000738	0.00443
Escenario 461	0.00288	0.00310	0.00421	0.05863	0.03316	-0.001059	0.00445
Escenario 462	0.00277	0.00295	0.00420	0.05871	0.01494	-0.000952	0.00444
Escenario 463	0.00280	0.00289	0.00437	0.05074	-0.00473	-0.001247	0.00444
Escenario 464	0.00284	0.00315	0.00439	0.05713	0.01518	-0.001452	0.00455
Escenario 465	0.00299	0.00322	0.00413	0.06493	0.01326	-0.003240	0.00445
Escenario 466	0.00288	0.00299	0.00402	0.06761	0.03750	-0.001862	0.00441
Escenario 467	0.00304	0.00322	0.00431	0.05152	0.01934	-0.001699	0.00435
Escenario 468	0.00276	0.00283	0.00442	0.04726	-0.00100	-0.000533	0.00443
Escenario 469	0.00274	0.00302	0.00429	0.06196	0.01464	-0.001425	0.00448
Escenario 470	0.00279	0.00299	0.00412	0.05342	0.01855	-0.000290	0.00434
Escenario 471	0.00289	0.00325	0.00434	0.06149	0.02865	-0.002230	0.00443
Escenario 472	0.00285	0.00298	0.00422	0.05600	0.01350	-0.001371	0.00450
Escenario 473	0.00297	0.00304	0.00443	0.05178	0.00795	-0.001858	0.00445
Escenario 474	0.00298	0.00319	0.00430	0.04969	0.02185	-0.000386	0.00443
Escenario 475	0.00293	0.00303	0.00423	0.04383	0.01675	0.000864	0.00431
Escenario 476	0.00303	0.00287	0.00394	0.07971	0.01262	-0.002371	0.00445
Escenario 477	0.00324	0.00332	0.00405	0.07563	0.03443	-0.001911	0.00439
Escenario 478	0.00287	0.00317	0.00423	0.09041	0.05164	-0.002652	0.00439
Escenario 479	0.00292	0.00300	0.00403	0.08110	0.03748	-0.000753	0.00444
Escenario 480	0.00316	0.00314	0.00399	0.08057	0.03450	-0.002257	0.00448
Escenario 481	0.00295	0.00319	0.00414	0.08118	0.05432	-0.000600	0.00450
Escenario 482	0.00272	0.00280	0.00398	0.08795	0.03047	-0.001281	0.00440
Escenario 483	0.00265	0.00275	0.00377	0.09670	0.04009	-0.002044	0.00444
Escenario 484	0.00288	0.00301	0.00428	0.08535	0.03588	-0.002448	0.00443
Escenario 485	0.00270	0.00286	0.00416	0.09696	0.03975	-0.003128	0.00438
Escenario 486	0.00302	0.00297	0.00394	0.07713	0.03338	-0.000586	0.00441
Escenario 487	0.00279	0.00295	0.00371	0.09987	0.04581	-0.002320	0.00451
Escenario 488	0.00314	0.00323	0.00405	0.08139	0.02871	-0.002970	0.00437
Escenario 489	0.00274	0.00317	0.00408	0.09110	0.06758	-0.000894	0.00441
Escenario 490	0.00302	0.00307	0.00375	0.09280	0.04164	-0.002647	0.00448
Escenario 491	0.00304	0.00321	0.00392	0.08331	0.04206	-0.001253	0.00442

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 492	0.00295	0.00320	0.00421	0.08199	0.03660	-0.001895	0.00437
Escenario 493	0.00310	0.00302	0.00387	0.07899	0.04368	-0.000726	0.00440
Escenario 494	0.00310	0.00308	0.00386	0.07399	0.03054	-0.000514	0.00444
Escenario 495	0.00268	0.00297	0.00401	0.09033	0.05054	-0.001023	0.00448
Escenario 496	0.00292	0.00292	0.00397	0.08284	0.03177	-0.001754	0.00436
Escenario 497	0.00279	0.00293	0.00418	0.09098	0.03153	-0.002979	0.00444
Escenario 498	0.00278	0.00300	0.00390	0.09398	0.03560	-0.002425	0.00450
Escenario 499	0.00287	0.00299	0.00406	0.08061	0.02019	-0.001386	0.00440
Escenario 500	0.00275	0.00301	0.00403	0.10135	0.05138	-0.003267	0.00451
Escenario 501	0.00302	0.00318	0.00423	0.03767	0.03737	0.000315	0.00429
Escenario 502	0.00310	0.00332	0.00400	0.05581	0.05197	-0.002270	0.00434
Escenario 503	0.00272	0.00309	0.00401	0.04276	0.04341	0.002177	0.00437
Escenario 504	0.00295	0.00320	0.00441	0.04388	0.02611	-0.001514	0.00436
Escenario 505	0.00310	0.00314	0.00398	0.04627	0.01691	-0.001875	0.00435
Escenario 506	0.00285	0.00309	0.00415	0.05364	0.03756	-0.001526	0.00433
Escenario 507	0.00302	0.00310	0.00400	0.03532	0.03055	0.000868	0.00427
Escenario 508	0.00300	0.00306	0.00406	0.03857	0.02472	-0.000105	0.00432
Escenario 509	0.00290	0.00292	0.00398	0.02922	0.00528	0.001235	0.00430
Escenario 510	0.00296	0.00314	0.00412	0.03534	0.02494	0.000800	0.00437
Escenario 511	0.00309	0.00301	0.00416	0.02986	0.00873	0.000379	0.00436
Escenario 512	0.00327	0.00342	0.00413	0.04934	0.03133	-0.002723	0.00440
Escenario 513	0.00299	0.00325	0.00405	0.03767	0.03338	0.001171	0.00438
Escenario 514	0.00284	0.00309	0.00410	0.04570	0.02082	-0.000802	0.00436
Escenario 515	0.00288	0.00312	0.00402	0.04464	0.02971	-0.000427	0.00431
Escenario 516	0.00291	0.00316	0.00409	0.04273	0.03077	0.000133	0.00442
Escenario 517	0.00271	0.00294	0.00421	0.05014	0.02632	-0.000811	0.00433
Escenario 518	0.00283	0.00303	0.00420	0.03647	0.01982	0.000675	0.00430
Escenario 519	0.00307	0.00317	0.00415	0.03658	0.01896	-0.000234	0.00437
Escenario 520	0.00305	0.00334	0.00419	0.03962	0.06059	0.001357	0.00432
Escenario 521	0.00317	0.00329	0.00406	0.03269	0.02982	0.000664	0.00432
Escenario 522	0.00282	0.00319	0.00403	0.05128	0.04204	-0.000426	0.00430
Escenario 523	0.00313	0.00316	0.00413	0.03738	0.02668	-0.000602	0.00430
Escenario 524	0.00287	0.00308	0.00406	0.03815	0.03368	0.001414	0.00437
Escenario 525	0.00306	0.00311	0.00428	0.02865	0.02206	0.000971	0.00435
Escenario 526	0.00273	0.00312	0.00432	0.07102	0.03249	-0.002264	0.00446
Escenario 527	0.00292	0.00305	0.00418	0.05892	0.01073	-0.001716	0.00444
Escenario 528	0.00305	0.00306	0.00422	0.05755	0.01016	-0.002078	0.00446
Escenario 529	0.00282	0.00303	0.00432	0.07299	0.02118	-0.004017	0.00439

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 530	0.00307	0.00335	0.00437	0.05776	0.02827	-0.002554	0.00442
Escenario 531	0.00310	0.00320	0.00407	0.04856	0.01399	-0.000498	0.00434
Escenario 532	0.00311	0.00323	0.00434	0.04167	0.01005	0.000179	0.00443
Escenario 533	0.00274	0.00312	0.00417	0.07497	0.02571	-0.002667	0.00451
Escenario 534	0.00313	0.00352	0.00442	0.04997	0.03218	-0.000772	0.00445
Escenario 535	0.00311	0.00328	0.00426	0.06008	0.02084	-0.002435	0.00449
Escenario 536	0.00335	0.00361	0.00426	0.05876	0.03281	-0.003353	0.00447
Escenario 537	0.00289	0.00297	0.00443	0.05663	0.00404	-0.002188	0.00444
Escenario 538	0.00330	0.00355	0.00410	0.05132	0.03958	-0.000889	0.00444
Escenario 539	0.00313	0.00322	0.00425	0.05116	0.01798	-0.001348	0.00446
Escenario 540	0.00300	0.00316	0.00419	0.04881	0.01079	0.000026	0.00444
Escenario 541	0.00278	0.00316	0.00430	0.07361	0.03865	-0.002029	0.00455
Escenario 542	0.00295	0.00328	0.00420	0.05594	0.02673	-0.000692	0.00443
Escenario 543	0.00282	0.00301	0.00417	0.06198	0.00617	-0.002272	0.00445
Escenario 544	0.00314	0.00340	0.00427	0.05634	0.03837	-0.000998	0.00458
Escenario 545	0.00303	0.00320	0.00425	0.05651	0.00751	-0.001861	0.00452
Escenario 546	0.00298	0.00320	0.00415	0.05739	0.00348	-0.001751	0.00444
Escenario 547	0.00296	0.00311	0.00406	0.06053	0.01354	-0.001637	0.00449
Escenario 548	0.00310	0.00332	0.00436	0.06483	0.02800	-0.003453	0.00444
Escenario 549	0.00305	0.00320	0.00434	0.06398	0.00606	-0.003769	0.00453
Escenario 550	0.00320	0.00342	0.00431	0.04645	0.00604	-0.002081	0.00438
Escenario 551	0.00315	0.00295	0.00421	0.09208	0.00034	0.000581	0.00442
Escenario 552	0.00293	0.00280	0.00440	0.09398	-0.02868	-0.000050	0.00442
Escenario 553	0.00304	0.00316	0.00438	0.09591	0.00077	0.000120	0.00443
Escenario 554	0.00302	0.00288	0.00456	0.09500	-0.01237	-0.000533	0.00442
Escenario 555	0.00306	0.00294	0.00428	0.10109	0.00743	-0.000429	0.00446
Escenario 556	0.00297	0.00280	0.00446	0.09218	-0.01914	0.000292	0.00445
Escenario 557	0.00295	0.00288	0.00439	0.10248	-0.00384	-0.001221	0.00439
Escenario 558	0.00302	0.00283	0.00435	0.09486	-0.02182	-0.000555	0.00437
Escenario 559	0.00275	0.00288	0.00469	0.10407	0.00952	-0.000467	0.00439
Escenario 560	0.00280	0.00291	0.00466	0.10476	-0.01402	-0.001540	0.00446
Escenario 561	0.00290	0.00285	0.00459	0.10131	-0.00712	-0.001368	0.00439
Escenario 562	0.00326	0.00309	0.00439	0.08969	-0.01251	-0.000242	0.00443
Escenario 563	0.00308	0.00297	0.00449	0.09044	-0.02112	-0.000128	0.00451
Escenario 564	0.00307	0.00310	0.00451	0.08665	-0.00750	0.000193	0.00431
Escenario 565	0.00284	0.00279	0.00458	0.08985	-0.02591	0.000600	0.00442
Escenario 566	0.00308	0.00305	0.00450	0.10164	-0.00842	-0.001724	0.00447
Escenario 567	0.00297	0.00295	0.00458	0.09399	-0.00775	0.000120	0.00444

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 568	0.00304	0.00276	0.00438	0.09864	-0.03134	-0.001616	0.00450
Escenario 569	0.00289	0.00281	0.00452	0.10454	-0.01582	-0.001975	0.00441
Escenario 570	0.00323	0.00298	0.00453	0.08121	-0.03262	-0.000136	0.00433
Escenario 571	0.00280	0.00276	0.00454	0.10215	-0.01653	-0.001167	0.00440
Escenario 572	0.00303	0.00314	0.00443	0.10061	0.00683	-0.000318	0.00445
Escenario 573	0.00309	0.00311	0.00443	0.09030	0.00194	0.001158	0.00451
Escenario 574	0.00298	0.00311	0.00447	0.10336	0.00344	-0.001000	0.00440
Escenario 575	0.00284	0.00296	0.00444	0.12240	0.00674	-0.003172	0.00450
Escenario 576	0.00344	0.00362	0.00423	0.06955	0.04733	-0.002613	0.00435
Escenario 577	0.00318	0.00309	0.00432	0.06736	0.00790	-0.002825	0.00434
Escenario 578	0.00314	0.00324	0.00421	0.08260	0.02968	-0.003650	0.00448
Escenario 579	0.00302	0.00311	0.00421	0.08044	0.01538	-0.003394	0.00447
Escenario 580	0.00340	0.00346	0.00406	0.07504	0.02564	-0.003667	0.00440
Escenario 581	0.00302	0.00322	0.00438	0.07800	0.01898	-0.003276	0.00440
Escenario 582	0.00291	0.00305	0.00418	0.08422	0.01998	-0.003106	0.00443
Escenario 583	0.00326	0.00337	0.00427	0.07273	0.03103	-0.003411	0.00430
Escenario 584	0.00296	0.00314	0.00420	0.09225	0.02730	-0.004713	0.00455
Escenario 585	0.00301	0.00315	0.00426	0.08380	0.02283	-0.003458	0.00450
Escenario 586	0.00322	0.00331	0.00438	0.07608	0.02441	-0.003187	0.00449
Escenario 587	0.00315	0.00329	0.00421	0.08664	0.02727	-0.004414	0.00440
Escenario 588	0.00338	0.00335	0.00435	0.07291	0.01866	-0.004031	0.00441
Escenario 589	0.00314	0.00341	0.00396	0.08194	0.05047	-0.001669	0.00444
Escenario 590	0.00305	0.00324	0.00429	0.07297	0.02241	-0.002138	0.00440
Escenario 591	0.00320	0.00338	0.00399	0.07800	0.02761	-0.002174	0.00447
Escenario 592	0.00295	0.00316	0.00413	0.08834	0.03648	-0.003336	0.00445
Escenario 593	0.00308	0.00326	0.00397	0.08178	0.02936	-0.001860	0.00453
Escenario 594	0.00333	0.00341	0.00397	0.07574	0.01283	-0.003812	0.00433
Escenario 595	0.00287	0.00298	0.00434	0.07649	0.01272	-0.001891	0.00443
Escenario 596	0.00319	0.00320	0.00413	0.07277	0.01813	-0.002593	0.00442
Escenario 597	0.00325	0.00326	0.00405	0.06956	0.02293	-0.001759	0.00439
Escenario 598	0.00292	0.00294	0.00413	0.08270	0.00518	-0.003424	0.00440
Escenario 599	0.00322	0.00313	0.00401	0.06581	-0.00479	-0.002716	0.00436
Escenario 600	0.00317	0.00328	0.00425	0.08434	0.02324	-0.004547	0.00445
Escenario 601	0.00274	0.00298	0.00417	0.08260	0.03696	-0.004317	0.00436
Escenario 602	0.00313	0.00339	0.00425	0.05881	0.03566	-0.002250	0.00439
Escenario 603	0.00303	0.00329	0.00432	0.06765	0.04373	-0.003676	0.00418
Escenario 604	0.00300	0.00326	0.00433	0.06876	0.03360	-0.003853	0.00434
Escenario 605	0.00303	0.00333	0.00433	0.07544	0.04596	-0.004411	0.00434

Escenario	$T^{(12)s}_{21}$	$D^{(12)s}_{2,1}$	$L^{(12)s}_{2,1}$	$RV^{(12)s}_{2,1}$	$RF^{(12)s}_{21}$	$IPC^{(12)s}_{2,1}$	$CH^{(12)s}_{2,1}$
Escenario 606	0.00309	0.00328	0.00407	0.07171	0.02558	-0.004704	0.00421
Escenario 607	0.00307	0.00319	0.00402	0.06347	0.02896	-0.002538	0.00429
Escenario 608	0.00310	0.00332	0.00419	0.06230	0.03813	-0.002402	0.00433
Escenario 609	0.00296	0.00315	0.00403	0.06825	0.04242	-0.002050	0.00433
Escenario 610	0.00313	0.00319	0.00412	0.07300	0.03227	-0.004079	0.00443
Escenario 611	0.00317	0.00325	0.00432	0.05162	0.02911	-0.001751	0.00432
Escenario 612	0.00315	0.00336	0.00404	0.07262	0.04155	-0.003745	0.00445
Escenario 613	0.00290	0.00292	0.00438	0.06140	0.01052	-0.003064	0.00437
Escenario 614	0.00309	0.00326	0.00408	0.06692	0.03839	-0.002766	0.00427
Escenario 615	0.00298	0.00308	0.00414	0.07116	0.02266	-0.003975	0.00435
Escenario 616	0.00297	0.00347	0.00425	0.07792	0.04806	-0.004501	0.00438
Escenario 617	0.00305	0.00312	0.00436	0.05509	0.01177	-0.002994	0.00430
Escenario 618	0.00302	0.00318	0.00420	0.06236	0.03100	-0.002235	0.00437
Escenario 619	0.00313	0.00341	0.00416	0.06287	0.03972	-0.002462	0.00430
Escenario 620	0.00290	0.00313	0.00418	0.06315	0.03440	-0.001867	0.00427
Escenario 621	0.00315	0.00327	0.00412	0.06415	0.02552	-0.003437	0.00431
Escenario 622	0.00327	0.00338	0.00423	0.05717	0.02293	-0.003104	0.00436
Escenario 623	0.00306	0.00312	0.00420	0.06197	0.01183	-0.003498	0.00436
Escenario 624	0.00283	0.00315	0.00414	0.06830	0.02575	-0.002031	0.00439
Escenario 625	0.00305	0.00335	0.00430	0.06390	0.03893	-0.002885	0.00433

MENÚ SALIR

ANEXO VII. VALORES DEL FONDO GENERADO, AL INICIO DE ABRIL DEL 2000, PARA CADA ESTRATEGIA, BAJO CADA ESCENARIO "s"

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 1	726.58	723.13	753.77	961.34	991.98	1404.14
Escenario 2	3868.38	4460.03	4490.67	6424.75	6455.39	9207.29
Escenario 3	-617.14	1461.32	1491.96	4736.58	4767.22	8264.62
Escenario 4	3023.78	3825.58	3856.22	5917.83	5948.47	8707.38
Escenario 5	1823.31	3069.07	3099.71	5593.20	5623.84	8677.10
Escenario 6	3545.16	4472.83	4503.47	6899.13	6929.77	10130.58
Escenario 7	1938.49	3083.55	3114.19	5471.51	5502.15	8425.93
Escenario 8	-493.11	1334.18	1364.82	4225.27	4255.91	7357.65
Escenario 9	4127.91	4668.19	4698.83	6611.36	6642.00	9413.70
Escenario 10	1788.74	3250.18	3280.82	6113.34	6143.98	9557.73
Escenario 11	1510.11	3032.00	3062.65	5932.61	5963.25	9372.29
Escenario 12	2891.07	3907.36	3938.00	6317.29	6347.93	9436.77
Escenario 13	2751.88	3684.49	3715.13	5928.05	5958.69	8845.41
Escenario 14	899.36	2578.94	2609.58	5578.04	5608.68	9035.52
Escenario 15	2023.45	3428.06	3458.70	6252.83	6283.47	9689.58
Escenario 16	4347.09	4716.17	4746.81	6433.70	6464.34	9020.21
Escenario 17	3278.70	4263.74	4294.38	6717.71	6748.35	9941.10
Escenario 18	3182.07	4076.33	4106.97	6368.03	6398.67	9406.75
Escenario 19	3449.75	4081.66	4112.30	6006.71	6037.35	8686.46
Escenario 20	4851.19	5071.49	5102.13	6671.03	6701.67	9206.25
Escenario 21	38.34	1739.31	1769.95	4556.87	4587.51	7689.18
Escenario 22	4913.22	5227.25	5257.89	6983.99	7014.63	9694.40
Escenario 23	2116.43	3701.07	3731.71	6837.43	6868.07	10623.38
Escenario 24	1531.07	2845.42	2876.06	5400.55	5431.19	8472.26
Escenario 25	2371.92	3658.15	3688.79	6373.69	6404.33	9745.86
Escenario 26	2007.02	2459.45	2466.65	3759.59	3766.80	5493.04
Escenario 27	4944.18	4519.03	4526.23	5108.88	5116.09	6514.40
Escenario 28	3798.15	3953.30	3960.51	5208.69	5215.90	7162.21
Escenario 29	1988.73	2627.45	2634.66	4223.36	4230.56	6277.50
Escenario 30	3481.91	3697.60	3704.81	4963.50	4970.71	6881.96
Escenario 31	2499.73	2850.69	2857.90	4113.11	4120.31	5881.33
Escenario 32	2537.56	3062.43	3069.63	4615.94	4623.15	6702.82
Escenario 33	2049.59	2656.53	2663.74	4216.08	4223.28	6236.92
Escenario 34	2758.58	3399.80	3407.01	5193.63	5200.84	7571.40

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 35	4642.04	4417.54	4424.74	5259.24	5266.45	6895.01
Escenario 36	4423.71	4443.94	4451.15	5629.22	5636.42	7598.45
Escenario 37	2194.50	2727.41	2734.62	4200.45	4207.66	6149.44
Escenario 38	5134.10	4880.82	4888.02	5797.41	5804.61	7585.45
Escenario 39	2036.33	2568.15	2575.36	3993.00	4000.20	5866.21
Escenario 40	1122.46	2136.81	2144.02	4133.58	4140.79	6489.11
Escenario 41	1692.44	2475.83	2483.04	4239.75	4246.96	6429.34
Escenario 42	3411.59	3665.56	3672.76	4980.28	4987.49	6940.12
Escenario 43	3809.13	3892.40	3899.60	5042.40	5049.61	6888.07
Escenario 44	2987.68	3187.95	3195.16	4311.58	4318.79	5998.59
Escenario 45	737.57	1952.75	1959.96	4168.50	4175.71	6700.55
Escenario 46	2446.16	2774.49	2781.70	3981.07	3988.27	5682.04
Escenario 47	4064.76	3921.94	3929.15	4761.05	4768.25	6308.33
Escenario 48	3221.06	3512.27	3519.48	4847.52	4854.73	6802.98
Escenario 49	2572.78	2815.09	2822.30	3921.33	3928.53	5536.16
Escenario 50	2102.69	2932.27	2939.48	4868.72	4875.93	7303.91
Escenario 51	353.02	2204.69	2450.92	5130.31	5376.53	8869.83
Escenario 52	1446.79	3174.47	3420.70	6164.97	6411.19	10139.09
Escenario 53	-523.20	1763.67	2009.90	5178.87	5425.10	9318.07
Escenario 54	-1433.46	1130.11	1376.34	4781.79	5028.01	9041.09
Escenario 55	404.41	2213.70	2459.93	5087.01	5333.24	8779.85
Escenario 56	1689.77	3052.78	3299.01	5511.35	5757.58	8948.64
Escenario 57	2708.85	3778.20	4024.43	6015.40	6261.63	9367.45
Escenario 58	-1603.33	778.79	1025.02	4090.05	4336.27	7957.56
Escenario 59	-461.71	1373.51	1619.74	4072.91	4319.14	7449.69
Escenario 60	2975.68	4042.67	4288.90	6346.67	6592.90	9810.96
Escenario 61	-224.97	1541.36	1787.58	4193.79	4440.02	7557.44
Escenario 62	-1468.03	860.12	1106.35	4122.89	4369.12	7957.34
Escenario 63	-488.49	1711.70	1957.93	5000.95	5247.17	9007.36
Escenario 64	540.99	2309.73	2555.96	5149.30	5395.53	8828.53
Escenario 65	2051.99	3342.73	3588.96	5774.13	6020.36	9235.30
Escenario 66	-1582.51	519.67	765.90	3383.29	3629.52	6770.77
Escenario 67	-523.20	1513.96	1760.19	4532.15	4778.37	8244.16
Escenario 68	-244.69	20.55	266.78	261.90	508.12	1015.73
Escenario 69	-782.71	1253.00	1499.22	4210.84	4457.07	7824.17
Escenario 70	-415.26	1487.84	1734.07	4308.50	4554.72	7823.23
Escenario 71	266.08	2185.43	2431.66	5202.16	5448.39	9027.56
Escenario 72	1226.25	2894.75	3140.97	5745.09	5991.31	9536.40

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 73	880.62	2457.03	2703.25	5073.57	5319.80	8562.90
Escenario 74	-1328.64	961.06	1207.28	4188.97	4435.20	8005.26
Escenario 75	-203.67	44.69	290.92	265.98	512.21	1000.64
Escenario 76	2681.13	13246.88	13088.57	30901.64	30743.32	50015.76
Escenario 77	2935.32	2971.39	2813.08	3999.67	3841.36	5233.43
Escenario 78	5238.46	4455.05	4296.74	4709.16	4550.85	5446.43
Escenario 79	2730.58	2688.08	2529.77	3522.18	3363.87	4510.02
Escenario 80	2949.29	3129.61	2971.29	4308.10	4149.78	5647.43
Escenario 81	7180.10	6193.88	6035.56	6598.32	6440.01	7787.72
Escenario 82	4035.56	3677.43	3519.12	4070.08	3911.76	4726.63
Escenario 83	3866.40	3755.00	3596.68	4770.68	4612.36	6129.72
Escenario 84	3463.52	3456.16	3297.84	4547.60	4389.29	5930.45
Escenario 85	3648.72	3289.88	3131.57	3845.52	3687.20	4672.54
Escenario 86	6233.99	5144.03	4985.71	5152.51	4994.20	5778.38
Escenario 87	5394.40	4485.80	4327.49	4582.36	4424.04	5175.32
Escenario 88	3514.93	3357.51	3199.19	4214.18	4055.86	5350.42
Escenario 89	2760.49	2969.44	2811.13	4185.06	4026.74	5666.73
Escenario 90	5006.07	4336.32	4178.00	4727.14	4568.82	5576.82
Escenario 91	2279.71	2741.16	2582.85	4299.97	4141.65	6007.31
Escenario 92	2327.18	2571.57	2413.25	3785.44	3627.12	5126.09
Escenario 93	4098.11	3848.99	3690.67	4697.86	4539.54	5910.51
Escenario 94	1039.55	1750.82	1592.51	3409.41	3251.09	5040.97
Escenario 95	3866.90	3524.78	3366.46	4162.94	4004.62	5114.40
Escenario 96	-1352.40	-980.60	-1138.91	33.85	-124.47	981.47
Escenario 97	1178.47	1774.60	1616.28	3282.98	3124.67	4771.56
Escenario 98	4532.62	4090.85	3932.53	4729.33	4571.02	5780.82
Escenario 99	2241.37	2399.69	2241.38	3463.28	3304.96	4632.12
Escenario 100	3891.79	3729.98	3571.66	4663.58	4505.26	5934.71
Escenario 101	-30.79	858.82	572.90	3018.65	2732.73	4044.49
Escenario 102	-98.27	777.15	491.24	2549.40	2263.49	3871.00
Escenario 103	-1749.72	-276.74	-562.66	2026.54	1740.62	3650.15
Escenario 104	895.09	1409.92	1124.00	2847.92	2562.01	3956.38
Escenario 105	-1565.73	-842.39	-1128.31	329.94	44.03	786.96
Escenario 106	-297.81	456.43	170.51	1991.60	1705.68	3031.43
Escenario 107	-435.42	647.54	361.62	2683.34	2397.42	4240.13
Escenario 108	-3781.61	-1916.21	-2202.12	574.28	288.37	2124.74
Escenario 109	1021.24	1282.22	996.30	2329.54	2043.63	3036.29
Escenario 110	-694.95	340.41	54.49	2235.05	1949.13	3600.10

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 111	-394.36	406.85	120.93	1993.17	1707.26	3072.73
Escenario 112	2421.29	2715.76	2429.84	4176.26	3890.34	5539.29
Escenario 113	-1258.03	-131.17	-417.09	1768.54	1482.62	3054.41
Escenario 114	553.24	1285.71	999.80	2982.93	2697.01	4321.72
Escenario 115	6871.70	5195.98	4910.07	4550.90	4264.98	4304.36
Escenario 116	-288.78	822.46	536.55	2904.25	2618.34	4607.25
Escenario 117	829.01	1372.83	1086.92	2838.26	2552.34	3968.82
Escenario 118	1216.21	1749.20	1463.28	3294.30	3008.38	4568.17
Escenario 119	-47.25	742.42	456.51	2397.46	2111.54	3601.71
Escenario 120	-47.25	742.38	456.46	2397.43	2111.51	3601.72
Escenario 121	1999.63	2463.21	2177.30	4084.02	3798.10	5554.93
Escenario 122	1108.11	1313.76	1027.85	2300.35	2014.44	2955.81
Escenario 123	138.68	826.16	540.25	2354.69	2068.78	3450.00
Escenario 124	484.34	1119.68	833.76	2642.82	2356.90	3784.39
Escenario 125	1207.74	1869.05	1583.14	3347.93	3062.01	4496.06
Escenario 126	1154.13	-897.91	-1004.80	-3701.67	-3808.56	-6763.81
Escenario 127	2374.74	-259.70	-366.59	-3703.12	-3810.01	-7271.93
Escenario 128	991.76	-995.30	-1102.19	-3728.01	-3834.90	-6736.42
Escenario 129	2895.40	168.92	62.03	-3308.98	-3415.87	-6838.47
Escenario 130	2562.17	212.85	105.96	-2737.13	-2844.02	-5741.70
Escenario 131	3282.31	690.87	583.98	-2477.61	-2584.50	-5613.62
Escenario 132	2807.03	388.71	281.82	-2614.26	-2721.15	-5642.29
Escenario 133	2680.48	-173.97	-280.86	-3908.52	-4015.41	-7753.58
Escenario 134	312.32	-1165.29	-1272.18	-3260.12	-3367.01	-5684.51
Escenario 135	1798.96	-200.34	-307.23	-2767.06	-2873.95	-5472.26
Escenario 136	2566.62	-36.19	-143.08	-3390.21	-3497.10	-6834.67
Escenario 137	5448.11	1408.87	1301.98	-3562.16	-3669.05	-8325.69
Escenario 138	636.29	-1307.21	-1414.10	-4063.38	-4170.27	-7150.30
Escenario 139	1590.20	-557.85	-664.74	-3419.80	-3526.69	-6481.85
Escenario 140	2814.29	167.76	60.87	-3197.94	-3304.83	-6618.14
Escenario 141	2565.33	64.37	-42.52	-3121.61	-3228.50	-6385.22
Escenario 142	656.50	-1361.58	-1468.47	-4222.89	-4329.78	-7418.32
Escenario 143	2322.35	-508.24	-615.13	-4281.51	-4388.40	-8214.22
Escenario 144	703.01	-1202.55	-1309.44	-3882.36	-3989.25	-6880.63
Escenario 145	253.24	-1221.80	-1328.69	-3307.74	-3414.63	-5724.39
Escenario 146	1537.83	-446.29	-553.18	-3054.42	-3161.31	-5846.58
Escenario 147	1935.56	-350.32	-457.21	-3356.49	-3463.38	-6518.39
Escenario 148	4232.07	518.49	411.60	-4227.89	-4334.78	-8936.09

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 149	3855.20	819.89	713.00	-3183.23	-3290.12	-7192.60
Escenario 150	3858.03	716.50	609.61	-3189.75	-3296.64	-7039.54
Escenario 151	2791.13	3472.80	3615.85	5561.56	5704.61	7813.53
Escenario 152	2841.95	3580.68	3723.73	5426.88	5569.93	8159.15
Escenario 153	1779.92	2777.86	2920.91	4533.39	4676.44	6961.11
Escenario 154	1990.11	2529.48	2672.52	3844.12	3987.17	5877.75
Escenario 155	1402.16	2534.05	2677.10	4672.76	4815.81	7506.50
Escenario 156	1659.61	2612.19	2755.24	4511.35	4654.40	7124.68
Escenario 157	3767.29	3897.50	4040.55	4983.88	5126.92	7035.88
Escenario 158	656.97	1612.43	1755.48	3296.03	3439.08	5531.77
Escenario 159	359.77	1515.61	1658.66	3430.73	3573.78	5869.45
Escenario 160	3663.91	3862.81	4005.86	5025.33	5168.38	7141.75
Escenario 161	1348.73	2570.45	2713.50	4844.07	4987.12	7818.70
Escenario 162	2387.37	3218.62	3361.67	5105.51	5248.56	7815.44
Escenario 163	1260.44	2191.22	2334.27	3953.17	4096.22	6359.56
Escenario 164	2096.73	3018.92	3161.97	4964.59	5107.64	7693.11
Escenario 165	3752.84	3986.13	4129.17	5236.93	5379.98	7466.40
Escenario 166	-597.25	-157.38	-14.33	378.01	521.06	1182.61
Escenario 167	3659.76	3902.47	4045.52	5477.70	5620.75	7311.26
Escenario 168	1093.61	2145.11	2288.16	4068.60	4211.64	6623.53
Escenario 169	3215.18	3425.75	3568.79	4497.00	4640.05	6445.84
Escenario 170	3068.58	3421.76	3564.81	4692.10	4835.15	6837.95
Escenario 171	3595.77	3904.90	4047.95	5234.32	5377.37	7521.84
Escenario 172	1735.19	2494.59	2637.64	4096.89	4239.94	6400.93
Escenario 173	1582.67	2849.16	2992.21	5245.17	5388.22	8381.13
Escenario 174	1234.51	2098.06	2241.11	3749.37	3892.42	6032.06
Escenario 175	987.71	1901.39	2044.44	3570.94	3713.98	5833.71
Escenario 176	-3710.36	-3936.76	-3558.65	-5438.65	-5060.55	-6805.57
Escenario 177	-4709.79	-4777.36	-4399.25	-6264.86	-5886.75	-7773.17
Escenario 178	-2237.12	-3032.89	-2654.78	-5100.36	-4722.25	-6865.77
Escenario 179	-2739.88	-3507.98	-3129.87	-5652.93	-5274.82	-7574.42
Escenario 180	-3937.76	-4171.86	-3793.75	-5832.75	-5454.64	-7479.76
Escenario 181	-1461.09	-2702.66	-2324.55	-5316.15	-4938.05	-7561.76
Escenario 182	-6110.88	-4824.26	-4446.15	-4475.59	-4097.48	-4199.57
Escenario 183	-2600.16	-3335.82	-2957.71	-5404.93	-5026.82	-7231.11
Escenario 184	-2454.18	-3467.40	-3089.30	-5939.72	-5561.61	-8176.63
Escenario 185	-3670.92	-3986.67	-3608.56	-5629.81	-5251.70	-7148.83
Escenario 186	-3098.30	-3588.67	-3210.56	-5375.54	-4997.43	-6963.04

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 187	-1591.86	-2802.55	-2424.44	-5380.71	-5002.60	-7599.11
Escenario 188	-3342.53	-4095.92	-3717.82	-6355.09	-5976.99	-8490.62
Escenario 189	-1881.62	-2939.42	-2561.32	-5354.33	-4976.22	-7441.65
Escenario 190	-2676.60	-3257.35	-2879.25	-5097.59	-4719.49	-6685.43
Escenario 191	163.84	-1783.53	-1405.42	-5131.33	-4753.23	-7918.89
Escenario 192	-2664.88	-3612.40	-3234.29	-6050.20	-5672.10	-8233.11
Escenario 193	-4094.70	-4363.85	-3985.75	-6035.67	-5657.56	-7651.02
Escenario 194	-4958.96	-4756.66	-4378.55	-5877.67	-5499.57	-7024.68
Escenario 195	-4197.93	-4178.95	-3800.85	-5404.27	-5026.17	-6550.54
Escenario 196	-2394.90	-3580.66	-3202.55	-6508.65	-6130.54	-9270.58
Escenario 197	243.77	-1561.76	-1183.66	-4660.04	-4281.93	-7166.62
Escenario 198	-4624.92	-4443.53	-4065.43	-5518.90	-5140.80	-6566.56
Escenario 199	-2906.75	-3557.40	-3179.30	-5560.68	-5182.57	-7357.94
Escenario 200	-987.21	-2542.18	-2164.07	-5533.49	-5155.38	-8109.74
Escenario 201	4247.60	3508.60	3150.92	3790.70	3433.01	4001.01
Escenario 202	3726.74	3491.89	3134.21	4455.45	4097.76	5320.30
Escenario 203	5422.51	4529.90	4172.22	4852.01	4494.33	5279.28
Escenario 204	3962.04	3977.89	3620.21	5409.51	5051.83	6814.38
Escenario 205	4799.83	4307.72	3950.03	5122.66	4764.98	5988.01
Escenario 206	3114.08	3100.28	2742.60	4277.95	3920.27	5284.45
Escenario 207	3629.29	3250.00	2892.32	3995.14	3637.46	4615.94
Escenario 208	2281.97	2333.61	1975.93	3411.51	3053.83	4186.58
Escenario 209	4354.68	3888.42	3530.74	4629.35	4271.67	5349.22
Escenario 210	4126.63	3610.10	3252.42	4292.77	3935.09	4903.74
Escenario 211	5538.95	4863.13	4505.45	5546.97	5189.29	6376.29
Escenario 212	3233.98	2873.71	2516.03	3515.29	3157.61	3959.26
Escenario 213	4625.77	4027.81	3670.13	4622.45	4264.77	5228.68
Escenario 214	5155.90	4248.75	3891.07	4476.87	4119.19	4764.70
Escenario 215	6886.88	5626.52	5268.84	5703.54	5345.86	6082.97
Escenario 216	4549.57	3797.86	3440.18	4132.42	3774.74	4449.84
Escenario 217	3852.47	3410.77	3053.09	4075.49	3717.81	4637.25
Escenario 218	4287.23	3439.33	3081.65	3551.63	3193.95	3584.72
Escenario 219	7501.38	6173.75	5816.07	6291.92	5934.24	6805.48
Escenario 220	1615.19	2382.76	2025.08	4482.97	4125.29	5471.80
Escenario 221	5206.59	4660.43	4302.74	5483.40	5125.72	6418.08
Escenario 222	4476.37	4066.32	3708.64	4927.82	4570.14	5797.89
Escenario 223	3269.33	3108.95	2751.27	3829.42	3471.74	4312.00
Escenario 224	6202.58	5036.22	4678.54	5100.99	4743.31	5369.95

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 225	6460.23	5177.04	4819.36	5116.75	4759.07	5288.71
Escenario 226	1249.30	2155.46	2228.20	3953.08	4025.81	6251.07
Escenario 227	2681.32	3660.28	3733.01	5229.27	5302.01	7588.05
Escenario 228	2251.87	3151.69	3224.43	4927.79	5000.52	7298.70
Escenario 229	3098.20	3464.14	3536.88	4840.55	4913.29	6963.62
Escenario 230	1496.37	2262.03	2334.77	3877.41	3950.14	6019.92
Escenario 231	2448.40	3118.42	3191.15	4821.46	4894.20	7195.09
Escenario 232	-683.81	650.80	723.54	2669.42	2742.15	4919.18
Escenario 233	2043.21	2740.01	2812.74	4390.16	4462.89	6650.28
Escenario 234	1386.45	2325.07	2397.80	4205.99	4278.72	6614.83
Escenario 235	1891.72	1336.25	1408.98	935.57	1008.30	945.04
Escenario 236	-1959.98	-1401.75	-1329.01	-322.58	-249.85	1115.81
Escenario 237	706.08	1658.39	1731.13	3397.63	3470.37	5552.39
Escenario 238	1344.81	2390.93	2463.66	4437.43	4510.16	7018.56
Escenario 239	1617.98	2467.56	2540.29	4258.53	4331.26	6602.99
Escenario 240	504.44	1686.40	1759.13	3742.90	3815.63	6208.19
Escenario 241	1548.77	2300.76	2373.49	3911.89	3984.63	6052.18
Escenario 242	328.15	1479.24	1551.97	3192.63	3265.37	5208.06
Escenario 243	1807.83	2340.67	2413.40	3650.69	3723.42	5501.94
Escenario 244	-982.21	916.39	989.12	3769.60	3842.33	6874.53
Escenario 245	2689.39	3516.06	3588.80	5533.40	5606.13	8280.31
Escenario 246	1758.93	2491.48	2564.22	4130.81	4203.54	6334.26
Escenario 247	4135.06	4258.76	4331.49	5487.42	5560.15	7603.61
Escenario 248	480.35	1577.79	1650.53	3494.91	3567.65	5804.36
Escenario 249	528.94	1541.06	1613.79	3334.26	3406.99	5520.32
Escenario 250	2441.75	3279.18	3351.92	5242.80	5315.53	7916.07
Escenario 251	386.12	1231.70	1149.82	2872.50	2790.62	4556.16
Escenario 252	3006.47	3164.30	3082.42	4335.49	4253.61	5897.93
Escenario 253	2582.04	2836.32	2754.44	4058.89	3977.01	5612.80
Escenario 254	3452.24	3305.37	3223.49	4090.53	4008.65	5302.14
Escenario 255	1820.29	2074.17	1992.29	3100.58	3018.70	4326.56
Escenario 256	2777.25	2918.00	2836.12	4027.74	3945.86	5494.45
Escenario 257	-353.08	472.36	390.48	2257.89	2176.01	3229.82
Escenario 258	2382.44	2561.80	2479.92	3616.43	3534.55	4959.41
Escenario 259	1715.71	2138.12	2056.24	3422.20	3340.32	4911.87
Escenario 260	2218.00	2492.16	2410.28	3654.90	3573.02	5088.55
Escenario 261	1070.01	1545.50	1463.62	2758.71	2676.83	4079.33
Escenario 262	1037.04	1474.93	1393.05	2619.11	2537.23	3858.86

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 263	1665.20	2199.34	2117.47	3652.17	3570.29	5319.05
Escenario 264	1929.10	1254.41	1172.53	824.85	742.97	497.16
Escenario 265	835.67	1504.82	1422.94	2968.94	2887.06	4522.54
Escenario 266	1893.03	2143.38	2061.50	3184.01	3102.13	4438.22
Escenario 267	660.48	1169.61	1087.74	2328.99	2247.11	3526.58
Escenario 268	2135.15	2153.61	2071.73	2870.14	2788.26	3806.86
Escenario 269	-649.51	733.46	651.58	2990.70	2908.82	5179.45
Escenario 270	3009.75	3326.24	3244.36	4753.23	4671.35	6588.09
Escenario 271	2089.93	2308.70	2226.82	3353.90	3272.02	4644.40
Escenario 272	4467.50	4076.89	3995.01	4710.37	4628.49	5912.03
Escenario 273	5294.50	3329.04	3247.16	1633.44	1551.56	438.46
Escenario 274	859.54	567.07	485.19	494.28	412.40	391.71
Escenario 275	2771.32	3091.42	3009.54	4465.43	4383.55	6208.68
Escenario 276	5952.32	2038.91	1890.89	-2561.56	-2709.58	-6936.56
Escenario 277	5890.61	2050.97	1902.94	-2453.00	-2601.02	-6735.06
Escenario 278	4085.30	1044.34	896.31	-2256.31	-2404.34	-6248.03
Escenario 279	6893.64	2947.53	2799.50	-2155.51	-2303.54	-6845.70
Escenario 280	4372.18	1817.38	1669.35	-986.65	-1134.68	-3655.23
Escenario 281	5668.19	2096.98	1948.96	-2021.63	-2169.66	-5918.33
Escenario 282	5535.21	1856.50	1708.47	-2695.75	-2843.77	-7130.11
Escenario 283	2126.18	104.14	-43.89	-2369.45	-2517.47	-5017.90
Escenario 284	7027.04	2959.94	2811.92	-1295.99	-1444.01	-5878.99
Escenario 285	5266.18	1844.92	1696.89	-2375.58	-2523.61	-6495.97
Escenario 286	5575.62	2030.04	1882.01	-2071.10	-2219.12	-5962.39
Escenario 287	2368.52	-539.02	-687.04	-4380.17	-4528.19	-8473.86
Escenario 288	4701.46	1496.90	1348.87	-2269.25	-2417.28	-5930.80
Escenario 289	6557.97	2361.35	2213.33	-2558.03	-2706.06	-7190.40
Escenario 290	6373.29	3999.20	3851.17	1974.54	1826.52	444.04
Escenario 291	6258.77	2096.89	1948.87	-2825.07	-2973.10	-7504.43
Escenario 292	6822.68	6345.41	6197.39	7478.41	7330.38	9430.50
Escenario 293	7219.49	6729.63	6581.61	7940.67	7792.65	10036.45
Escenario 294	5931.62	5705.45	5557.42	7032.59	6884.57	9061.50
Escenario 295	2337.19	3933.80	3785.77	7320.56	7172.53	11034.20
Escenario 296	7106.49	6284.61	6136.58	6929.77	6781.75	8398.23
Escenario 297	6122.78	5789.70	5641.67	6983.62	6835.59	8898.70
Escenario 298	2064.18	3183.68	3035.65	5738.12	5590.09	8514.06
Escenario 299	6483.14	6095.10	5947.07	7282.63	7134.60	9244.75
Escenario 300	7211.06	6707.58	6559.56	7892.88	7744.85	9962.22

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 301	-14.98	1218.03	1293.11	3230.38	3305.46	5571.99
Escenario 302	1206.91	2075.83	2150.91	3800.46	3875.55	6017.24
Escenario 303	-189.82	1080.41	1155.49	3119.63	3194.71	5468.02
Escenario 304	1721.71	2306.11	2381.20	3686.32	3761.41	5606.31
Escenario 305	1391.89	1844.61	1919.69	2934.69	3009.78	4495.59
Escenario 306	2100.39	2260.46	2335.54	3048.21	3123.30	4385.39
Escenario 307	1625.37	1959.63	2034.71	2913.58	2988.66	4360.31
Escenario 308	1504.04	2550.18	2625.26	4359.77	4434.85	6651.59
Escenario 309	-866.65	442.79	517.87	2362.11	2437.20	4473.97
Escenario 310	627.62	1298.86	1373.95	2561.42	2636.50	4194.03
Escenario 311	1401.43	2104.47	2179.56	3602.43	3677.51	5602.11
Escenario 312	4283.38	4241.51	4316.59	5231.95	5307.04	7115.16
Escenario 313	-537.93	1087.82	1162.90	3364.47	3439.55	5866.28
Escenario 314	414.90	1424.39	1499.47	3174.12	3249.20	5293.52
Escenario 315	1649.38	2227.28	2302.36	3582.55	3657.64	5464.83
Escenario 316	1367.87	1962.17	2037.25	3287.54	3362.62	5098.87
Escenario 317	-517.27	-238.93	-163.85	124.02	199.11	611.62
Escenario 318	-559.96	1204.70	1279.78	3941.42	4016.50	6987.56
Escenario 319	-468.11	949.78	1024.86	3148.83	3223.91	5622.64
Escenario 320	-920.14	395.39	470.48	2330.17	2405.25	4456.85
Escenario 321	370.05	1235.27	1310.36	2743.46	2818.55	4599.50
Escenario 322	784.53	1667.60	1742.68	3292.93	3368.02	5336.62
Escenario 323	3067.47	3644.50	3719.59	5333.48	5408.56	7780.89
Escenario 324	2692.04	2994.65	3069.74	4154.40	4229.48	5979.21
Escenario 325	2688.14	2950.88	3025.96	4053.49	4128.57	5816.43
Escenario 326	4516.66	4984.50	4953.06	6952.55	6921.10	9706.56
Escenario 327	4627.47	5144.95	5113.50	7218.86	7187.41	10100.48
Escenario 328	3505.66	4168.81	4137.36	6205.42	6173.97	8883.28
Escenario 329	3716.50	4053.29	4021.84	5611.97	5580.52	7803.80
Escenario 330	3126.76	4059.10	4027.65	6446.09	6414.64	9442.34
Escenario 331	3681.65	4323.46	4292.01	6363.52	6332.07	9067.89
Escenario 332	5520.46	5440.79	5409.34	6763.09	6731.65	8968.87
Escenario 333	2371.40	3139.96	3108.51	5064.73	5033.28	7448.48
Escenario 334	2069.76	3052.98	3021.54	5256.14	5224.69	7898.00
Escenario 335	5416.59	5409.21	5377.77	6815.56	6784.12	9093.78
Escenario 336	3069.83	4094.85	4063.41	6620.41	6588.96	9760.91
Escenario 337	4216.88	4966.96	4935.51	7043.72	7012.27	9811.69
Escenario 338	2982.39	3712.67	3681.22	5720.79	5689.34	8287.04

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 339	3834.62	4556.21	4524.77	6751.97	6720.52	9645.47
Escenario 340	5500.40	5525.59	5494.14	7016.39	6984.94	9402.83
Escenario 341	1102.83	2558.53	2527.09	5291.30	5259.86	8361.84
Escenario 342	5411.41	5449.26	5417.81	6929.85	6898.41	9286.75
Escenario 343	2812.86	3665.04	3633.59	5835.94	5804.50	8551.75
Escenario 344	4960.67	4962.46	4931.01	6272.19	6240.74	8376.00
Escenario 345	4804.65	4928.37	4896.92	6403.99	6372.55	8667.18
Escenario 346	5334.54	5585.67	5554.22	7117.31	7085.87	9462.02
Escenario 347	3462.74	4014.04	3982.59	5851.33	5819.88	8303.88
Escenario 348	3316.55	4384.31	4352.86	7032.18	7000.73	10335.71
Escenario 349	2954.22	3616.35	3584.91	5511.82	5480.37	7951.67
Escenario 350	2708.51	3421.35	3389.91	5335.93	5304.48	7757.00
Escenario 351	2667.38	3467.86	3468.79	5507.80	5508.73	8133.87
Escenario 352	1667.71	3083.93	3084.86	5872.13	5873.05	9153.62
Escenario 353	4185.29	4440.19	4441.11	5961.50	5962.43	8248.21
Escenario 354	956.68	2592.50	2593.43	5557.12	5558.05	8921.04
Escenario 355	2193.64	3330.63	3331.56	5796.83	5797.76	8807.22
Escenario 356	4937.70	5073.09	5074.02	6579.75	6580.67	8961.94
Escenario 357	212.50	1325.39	1326.31	3269.24	3270.17	5425.22
Escenario 358	3832.53	4324.93	4325.86	6133.26	6134.19	8670.67
Escenario 359	4015.23	4670.05	4670.98	6792.95	6793.88	9701.24
Escenario 360	2730.05	3596.77	3597.70	5750.85	5751.78	8504.23
Escenario 361	3307.43	2316.54	2317.47	1620.00	1620.93	1379.05
Escenario 362	3793.44	4366.34	4367.27	6307.36	6308.29	8989.41
Escenario 363	3067.35	4210.66	4211.59	6718.69	6719.62	9867.88
Escenario 364	4562.53	4816.67	4817.60	6417.79	6418.72	8845.84
Escenario 365	3736.12	4157.10	4158.02	5823.79	5824.72	8195.58
Escenario 366	6643.03	6230.71	6231.64	7266.36	7267.29	9396.47
Escenario 367	3755.98	4493.82	4494.75	6688.79	6689.72	9637.81
Escenario 368	2296.35	3449.63	3450.56	5958.69	5959.62	9028.73
Escenario 369	1416.76	2758.11	2759.04	5356.25	5357.18	8393.67
Escenario 370	2173.79	3230.62	3231.55	5330.57	5331.50	7893.34
Escenario 371	4055.35	4929.92	4930.85	7419.36	7420.29	10728.57
Escenario 372	718.67	2361.09	2362.02	5272.19	5273.12	8540.45
Escenario 373	1762.85	2862.22	2863.15	5154.94	5155.87	7913.35
Escenario 374	3420.90	4090.63	4091.56	6088.76	6089.68	8773.31
Escenario 375	5467.17	5527.61	5528.54	7043.07	7044.00	9514.53
Escenario 376	2901.68	3156.52	3236.55	4294.42	4374.45	6145.27

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 377	2378.21	3261.32	3341.34	5048.45	5128.47	7465.73
Escenario 378	4127.10	4159.37	4239.39	5241.34	5321.37	7208.62
Escenario 379	2609.76	3728.91	3808.94	5984.05	6064.08	8945.91
Escenario 380	905.45	2401.69	2481.72	5060.91	5140.94	8248.92
Escenario 381	1775.02	2751.20	2831.22	4783.16	4863.19	7425.39
Escenario 382	2285.82	2910.14	2990.16	4507.74	4587.77	6756.59
Escenario 383	939.87	1978.32	2058.35	3904.00	3984.02	6307.22
Escenario 384	3002.48	3532.82	3612.84	5135.37	5215.39	7496.85
Escenario 385	2785.07	3296.99	3377.01	4813.81	4893.83	7049.11
Escenario 386	4180.10	4475.24	4555.27	5977.85	6057.88	8401.59
Escenario 387	-90.91	1293.86	1373.89	3525.33	3605.36	6102.28
Escenario 388	3333.27	3745.06	3825.08	5238.41	5318.44	7535.57
Escenario 389	3823.34	3904.62	3984.64	4985.71	5065.73	6908.74
Escenario 390	5538.07	5271.48	5351.51	6206.33	6286.36	8223.88
Escenario 391	3207.94	3448.88	3528.91	4641.07	4721.09	6597.42
Escenario 392	2506.57	3057.58	3137.60	4579.14	4659.16	6778.43
Escenario 393	2944.79	3088.64	3168.66	4057.01	4137.04	5727.30
Escenario 394	6137.77	5810.25	5890.28	6792.78	6872.81	8949.29
Escenario 395	5039.49	4807.01	4887.04	5667.45	5747.48	7532.14
Escenario 396	3854.03	4303.84	4383.86	5986.75	6066.77	8561.10
Escenario 397	3132.17	3714.46	3794.49	5432.52	5512.55	7940.15
Escenario 398	1927.83	2622.41	2702.43	4237.59	4317.62	6452.92
Escenario 399	4848.28	4663.31	4743.33	5591.35	5671.38	7508.89
Escenario 400	5107.20	4820.97	4900.99	5622.53	5702.56	7436.26
Escenario 401	4090.40	4218.28	4111.51	5619.36	5512.60	7538.63
Escenario 402	5398.24	5466.35	5359.59	6835.17	6728.40	8853.69
Escenario 403	5091.78	3466.67	3359.90	2289.20	2182.43	1569.77
Escenario 404	5990.24	5577.28	5470.52	6565.06	6458.30	8321.36
Escenario 405	4342.11	4327.29	4220.52	5548.18	5441.41	7307.43
Escenario 406	5284.43	5311.22	5204.45	6573.02	6466.25	8467.08
Escenario 407	2143.71	2704.05	2597.28	4331.63	4224.86	6204.75
Escenario 408	4887.91	4803.12	4696.36	6055.75	5948.99	7933.32
Escenario 409	4216.77	4378.68	4271.92	5869.17	5762.40	7898.92
Escenario 410	4737.68	4743.63	4636.86	6101.06	5994.29	8067.91
Escenario 411	3573.07	3783.80	3677.03	5193.84	5087.08	7046.46
Escenario 412	3545.65	3720.33	3613.56	5065.65	4958.89	6843.88
Escenario 413	4179.60	4445.69	4338.92	6091.97	5985.20	8290.05
Escenario 414	4453.52	4525.97	4419.20	5922.01	5815.24	7888.91

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 415	3341.54	3880.33	3773.56	5503.13	5396.36	7495.86
Escenario 416	4272.83	4267.88	4161.11	5506.76	5400.00	7287.52
Escenario 417	3159.30	3408.98	3302.21	4772.47	4665.70	6510.48
Escenario 418	4653.50	4405.17	4298.41	5317.40	5210.63	6789.36
Escenario 419	1854.03	2966.11	2859.34	5409.38	5302.61	8119.32
Escenario 420	5523.59	5561.77	5455.01	7163.18	7056.41	9508.54
Escenario 421	4596.02	4549.19	4442.42	5790.24	5683.47	7613.17
Escenario 422	6954.81	6301.54	6194.77	7130.85	7024.08	8862.16
Escenario 423	3315.54	3640.49	3533.72	5170.30	5063.53	7110.00
Escenario 424	3365.14	3599.62	3492.85	4997.32	4890.56	6805.02
Escenario 425	5283.50	5339.60	5232.83	6914.02	6807.25	9195.31
Escenario 426	1060.38	-432.60	-480.05	-2417.24	-2464.69	-4488.61
Escenario 427	2110.84	-281.36	-328.80	-3499.26	-3546.71	-6675.09
Escenario 428	3455.68	892.61	845.16	-2238.87	-2286.31	-5185.18
Escenario 429	4309.68	1172.48	1125.03	-2683.01	-2730.45	-6289.44
Escenario 430	-372.02	-1299.99	-1347.44	-2730.81	-2778.26	-4415.61
Escenario 431	2040.44	-164.35	-211.80	-3067.95	-3115.39	-5986.18
Escenario 432	3139.41	1830.85	1783.41	634.99	587.54	-269.32
Escenario 433	5367.31	1759.37	1711.92	-2604.78	-2652.23	-6601.38
Escenario 434	590.60	-657.91	-705.36	-2371.48	-2418.92	-4218.51
Escenario 435	-827.31	-1471.49	-1518.94	-2551.96	-2599.40	-3925.99
Escenario 436	4173.12	1088.69	1041.24	-2710.47	-2757.92	-6278.14
Escenario 437	2146.58	-169.50	-216.95	-3223.49	-3270.94	-6291.92
Escenario 438	-97.71	-1360.02	-1407.46	-3251.91	-3299.36	-5395.06
Escenario 439	2130.21	-141.43	-188.88	-3121.70	-3169.15	-6109.56
Escenario 440	1944.44	-448.60	-496.05	-3678.88	-3726.33	-6967.16
Escenario 441	4689.48	1180.51	1133.06	-3182.90	-3230.35	-7285.14
Escenario 442	2606.15	1497.64	1450.19	493.70	446.25	-283.12
Escenario 443	314.95	-1017.09	-1064.53	-2919.08	-2966.52	-5010.29
Escenario 444	2083.06	-2874.43	-2921.88	-10186.04	-10233.48	-17863.88
Escenario 445	2539.80	209.50	162.06	-2772.18	-2819.63	-5700.45
Escenario 446	3637.22	683.92	636.47	-3034.14	-3081.59	-6591.42
Escenario 447	1953.07	-2803.38	-2850.83	-9825.44	-9872.89	-17210.88
Escenario 448	1313.07	-506.89	-554.34	-2960.66	-3008.10	-5498.95
Escenario 449	2889.73	658.98	611.53	-2338.34	-2385.79	-5283.20
Escenario 450	2315.34	330.18	282.73	-2152.72	-2200.17	-4572.62
Escenario 451	3018.75	57.68	-15.90	-3822.43	-3896.01	-7718.64
Escenario 452	5398.71	1637.75	1564.17	-2947.77	-3021.34	-7237.50

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 453	2074.03	-810.42	-884.00	-4771.90	-4845.47	-8883.57
Escenario 454	5740.46	1700.93	1627.36	-3240.98	-3314.55	-7866.94
Escenario 455	1902.16	-658.58	-732.16	-4154.24	-4227.82	-7792.02
Escenario 456	7628.72	2868.27	2794.69	-2774.50	-2848.07	-7873.78
Escenario 457	4962.34	1038.38	964.80	-3897.39	-3970.97	-8633.13
Escenario 458	6086.58	1507.90	1434.32	-4213.17	-4286.75	-9633.98
Escenario 459	1891.64	-794.17	-867.74	-4477.46	-4551.03	-8315.30
Escenario 460	5972.12	1434.66	1361.09	-4239.87	-4313.45	-9619.77
Escenario 461	5300.82	1531.43	1457.86	-3084.68	-3158.25	-7424.28
Escenario 462	6707.49	1813.63	1740.05	-4270.56	-4344.14	-9993.06
Escenario 463	4748.96	1086.44	1012.86	-3494.52	-3568.10	-7876.38
Escenario 464	9129.92	3540.20	3466.62	-3071.02	-3144.60	-8992.27
Escenario 465	6258.55	1726.53	1652.95	-3890.85	-3964.43	-9174.15
Escenario 466	6278.74	1980.24	1906.66	-3254.55	-3328.13	-8117.37
Escenario 467	5605.09	1565.63	1492.06	-3333.30	-3406.87	-7937.87
Escenario 468	6480.49	2216.46	2142.88	-2915.40	-2988.98	-7636.45
Escenario 469	4993.25	1424.52	1350.94	-2948.05	-3021.62	-7072.34
Escenario 470	7228.77	2380.19	2306.62	-3495.45	-3569.03	-8908.98
Escenario 471	5110.39	1266.33	1192.76	-3512.29	-3585.87	-8055.06
Escenario 472	5046.11	1020.71	947.13	-4056.04	-4129.62	-8929.20
Escenario 473	5552.38	1251.34	1177.76	-4153.43	-4227.00	-9311.20
Escenario 474	3789.82	630.36	556.78	-3607.37	-3680.94	-7813.96
Escenario 475	7304.32	2148.56	2074.99	-4204.25	-4277.83	-10122.25
Escenario 476	5220.21	4153.56	3767.39	4179.67	3793.50	4203.82
Escenario 477	6920.44	5696.19	5310.02	5870.19	5484.02	6304.73
Escenario 478	6499.28	5083.63	4697.46	4860.45	4474.28	4801.02
Escenario 479	3940.60	3509.31	3123.14	4256.68	3870.51	4869.86
Escenario 480	2964.23	2993.42	2607.25	4230.80	3844.63	5221.27
Escenario 481	5264.21	4597.99	4211.82	5282.59	4896.42	6022.67
Escenario 482	4489.49	3650.86	3264.69	3862.11	3475.94	3973.61
Escenario 483	3833.21	3325.44	2939.27	3913.41	3527.25	4333.80
Escenario 484	1643.46	1727.26	1341.09	2740.08	2353.91	3290.28
Escenario 485	3840.20	3241.92	2855.75	3688.26	3302.09	3956.56
Escenario 486	10780.49	7378.26	6992.09	4986.64	4600.47	3229.15
Escenario 487	4574.91	4069.15	3682.99	4831.68	4445.51	5552.02
Escenario 488	4794.91	3898.73	3512.56	4092.75	3706.58	4229.96
Escenario 489	3386.01	3230.42	2844.25	4282.28	3896.11	5136.39
Escenario 490	4322.83	3786.99	3400.82	4451.30	4065.13	5026.45

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 491	4507.85	2853.20	2467.03	1762.07	1375.90	466.55
Escenario 492	3990.42	3710.98	3324.81	4716.63	4330.46	5614.22
Escenario 493	3257.29	2902.14	2515.97	3605.31	3219.14	4065.88
Escenario 494	3163.30	2853.40	2467.24	3597.90	3211.73	4087.63
Escenario 495	7836.20	5827.57	5441.41	4966.35	4580.18	4422.44
Escenario 496	4401.95	3528.41	3142.24	3658.54	3272.38	3669.45
Escenario 497	5807.78	4882.82	4496.65	5280.17	4894.00	5789.99
Escenario 498	4041.59	3423.11	3036.94	3880.34	3494.17	4192.45
Escenario 499	4834.66	3932.91	3546.74	4132.54	3746.37	4281.89
Escenario 500	3496.00	2848.13	2461.96	3133.51	2747.34	3179.45
Escenario 501	4184.84	4425.14	4312.16	6046.22	5933.24	8202.39
Escenario 502	1752.82	2614.02	2501.03	4637.18	4524.19	6864.66
Escenario 503	1683.89	2463.15	2350.17	4335.74	4222.75	6390.80
Escenario 504	2916.22	3694.07	3581.09	5870.27	5757.28	8440.72
Escenario 505	3702.42	3785.01	3672.02	5024.48	4911.49	6700.64
Escenario 506	2133.58	2590.15	2477.17	4044.04	3931.05	5713.52
Escenario 507	1655.12	2098.43	1985.45	3423.07	3310.08	4883.82
Escenario 508	3446.65	4081.89	3968.91	6154.99	6042.01	8688.26
Escenario 509	4129.76	3844.88	3731.89	4594.19	4481.21	5804.88
Escenario 510	2878.20	3480.30	3367.31	5086.46	4973.48	6977.06
Escenario 511	4233.97	4308.60	4195.62	5356.34	5243.36	6841.77
Escenario 512	968.93	2052.79	1939.80	4253.03	4140.04	6558.72
Escenario 513	5014.45	4602.58	4489.59	5058.36	4945.37	6019.76
Escenario 514	2550.90	2905.47	2792.49	4302.76	4189.78	5974.95
Escenario 515	1756.31	2487.96	2374.97	4043.76	3930.77	5713.43
Escenario 516	4881.50	4926.14	4813.15	6397.64	6284.65	8497.18
Escenario 517	3550.44	3650.21	3537.22	4878.47	4765.48	6518.54
Escenario 518	1240.18	2376.21	2263.23	4720.67	4607.69	7217.75
Escenario 519	4849.57	4465.21	4352.23	5226.24	5113.25	6552.82
Escenario 520	1380.79	2318.93	2205.95	4374.43	4261.44	6580.89
Escenario 521	938.24	2073.05	1960.07	4336.00	4223.01	6700.04
Escenario 522	2083.91	2870.04	2757.06	4848.00	4735.01	7073.35
Escenario 523	3677.45	3955.32	3842.34	5501.93	5388.95	7506.11
Escenario 524	1207.80	2402.77	2289.78	4831.53	4718.55	7417.05
Escenario 525	1208.78	1952.61	1839.62	3647.89	3534.91	5442.91
Escenario 526	-880.88	1792.61	2148.39	5625.53	5981.31	10391.31
Escenario 527	-4279.31	-208.10	147.67	5066.48	5422.25	10888.20
Escenario 528	-850.07	1889.92	2245.70	5842.74	6198.52	10744.66

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 529	-2341.59	935.76	1291.53	5400.82	5756.60	10636.44
Escenario 530	-90.18	2512.12	2867.90	6425.97	6781.75	11398.03
Escenario 531	-3091.13	403.10	758.87	5036.15	5391.93	10338.71
Escenario 532	-1368.78	1746.98	2102.75	6184.04	6539.82	11532.63
Escenario 533	-3462.17	309.65	665.42	5296.01	5651.78	10924.81
Escenario 534	96.26	2666.64	3022.42	6593.04	6948.81	11613.80
Escenario 535	-2535.66	1059.17	1414.95	5996.84	6352.61	11714.30
Escenario 536	-1757.11	1458.89	1814.66	5970.36	6326.14	11344.58
Escenario 537	-2341.39	813.63	1169.41	5069.11	5424.89	10075.66
Escenario 538	-3316.67	219.17	574.95	4861.30	5217.08	10139.34
Escenario 539	-1790.45	1065.54	1421.31	4980.44	5336.22	9704.97
Escenario 540	-3854.67	-142.00	213.78	4664.60	5020.38	10042.21
Escenario 541	-1896.06	1392.87	1748.64	5980.14	6335.92	11412.65
Escenario 542	-1819.13	1229.80	1585.57	5454.80	5810.58	10508.95
Escenario 543	-4463.63	-268.74	87.04	5157.20	5512.98	11109.06
Escenario 544	-2728.62	947.29	1303.07	5963.43	6319.21	11735.93
Escenario 545	-4770.80	-847.12	-491.34	4065.93	4421.71	9423.69
Escenario 546	-2808.13	831.02	1186.79	5771.72	6127.49	11451.09
Escenario 547	-174.75	2435.13	2790.91	6343.59	6699.36	11299.27
Escenario 548	-723.63	-270.01	85.77	36.52	392.30	1015.16
Escenario 549	-560.21	2264.90	2620.67	6428.77	6784.55	11604.39
Escenario 550	-186.03	2996.09	3351.87	7830.24	8186.02	13784.05
Escenario 551	6064.87	5612.64	5494.58	6547.57	6429.51	8238.45
Escenario 552	1598.23	2779.68	2661.62	5620.51	5502.46	7973.26
Escenario 553	4069.05	4714.88	4596.82	6946.51	6828.46	9736.60
Escenario 554	2448.32	3649.23	3531.18	6387.43	6269.37	9482.22
Escenario 555	3637.67	4263.99	4145.93	6346.72	6228.66	8910.95
Escenario 556	2837.94	3816.11	3698.05	6292.60	6174.55	9167.01
Escenario 557	2983.35	4081.26	3963.21	6785.09	6667.04	9922.67
Escenario 558	4218.35	4546.11	4428.05	6297.93	6179.87	8596.62
Escenario 559	3800.13	4799.12	4681.06	7540.54	7422.49	10839.65
Escenario 560	3293.93	4258.31	4140.26	6821.49	6703.44	9854.22
Escenario 561	3452.60	4149.12	4031.07	6317.18	6199.13	8949.57
Escenario 562	3805.56	4658.22	4540.16	7157.79	7039.73	10199.72
Escenario 563	2803.92	3671.58	3553.52	5950.63	5832.57	8606.62
Escenario 564	6466.93	6197.96	6079.90	7528.42	7410.36	9700.16
Escenario 565	3240.48	3938.92	3820.87	6058.99	5940.94	8606.61
Escenario 566	3872.62	4487.88	4369.82	6613.40	6495.35	9257.00

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 567	4850.22	5349.92	5231.86	7538.75	7420.70	10398.45
Escenario 568	4074.42	4710.33	4592.27	6922.85	6804.80	9687.71
Escenario 569	2199.30	3397.40	3279.35	6052.11	5934.05	9018.44
Escenario 570	2141.99	3342.96	3224.91	6015.28	5897.22	8995.43
Escenario 571	2778.79	3800.49	3682.43	6059.86	5941.81	8632.16
Escenario 572	3331.41	3926.24	3808.19	5889.90	5771.84	8279.08
Escenario 573	1313.04	3009.47	2891.41	6272.25	6154.19	9763.81
Escenario 574	195.80	1887.91	1769.85	4860.77	4742.71	7870.61
Escenario 575	3344.67	4310.17	4192.11	6881.17	6763.12	9930.81
Escenario 576	5268.82	5535.57	5416.56	7462.31	7343.31	10102.64
Escenario 577	5100.01	4809.51	4690.51	5786.93	5667.93	7377.04
Escenario 578	6005.65	5596.93	5477.92	6606.38	6487.38	8371.86
Escenario 579	4861.45	4915.23	4796.23	6395.21	6276.21	8494.79
Escenario 580	6251.84	5952.16	5833.16	7198.15	7079.15	9253.54
Escenario 581	3997.67	4477.56	4358.56	6424.11	6305.11	8897.02
Escenario 582	4375.26	4493.80	4374.80	5950.93	5831.93	7949.01
Escenario 583	5387.04	5081.60	4962.60	6103.87	5984.87	7785.60
Escenario 584	5899.43	5560.34	5441.34	6652.94	6533.94	8484.97
Escenario 585	4738.11	4962.98	4843.98	6681.02	6562.02	9014.94
Escenario 586	4348.33	4151.58	4032.58	5099.98	4980.98	6548.80
Escenario 587	5811.30	5626.94	5507.94	6941.44	6822.43	8998.09
Escenario 588	5431.31	5236.68	5117.68	6445.32	6326.32	8334.37
Escenario 589	3654.31	4241.71	4122.70	6286.05	6167.05	8811.70
Escenario 590	6514.35	6186.24	6067.24	7448.10	7329.10	9557.27
Escenario 591	2383.38	3019.95	2900.95	4840.32	4721.31	6938.06
Escenario 592	4582.79	4581.81	4462.80	5903.55	5784.54	7787.82
Escenario 593	5574.89	5213.56	5094.56	6188.95	6069.95	7848.21
Escenario 594	4967.72	4839.77	4720.77	6019.06	5900.06	7880.01
Escenario 595	5491.01	5167.29	5048.29	6185.53	6066.53	7877.82
Escenario 596	3976.51	4261.52	4142.52	5890.62	5771.62	8016.34
Escenario 597	3665.70	3880.23	3761.23	5319.52	5200.51	7194.55
Escenario 598	2416.03	3229.13	3110.13	5337.20	5218.19	7746.96
Escenario 599	3992.19	4371.20	4252.19	6165.94	6046.94	8470.94
Escenario 600	5463.36	5163.55	5044.55	6217.12	6098.12	7945.63
Escenario 601	5268.82	5535.57	5416.56	7462.31	7343.31	10102.64
Escenario 602	5100.01	4809.51	4690.51	5786.93	5667.93	7377.04
Escenario 603	6005.65	5596.93	5477.92	6606.38	6487.38	8371.86
Escenario 604	4861.45	4915.23	4796.23	6395.21	6276.21	8494.79

Escenario	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia 4	Estrategia 5	Estrategia 6
Escenario 605	6251.84	5952.16	5833.16	7198.15	7079.15	9253.54
Escenario 606	3997.67	4477.56	4358.56	6424.11	6305.11	8897.02
Escenario 607	4375.26	4493.80	4374.80	5950.93	5831.93	7949.01
Escenario 608	5387.04	5081.60	4962.60	6103.87	5984.87	7785.60
Escenario 609	5899.43	5560.34	5441.34	6652.94	6533.94	8484.97
Escenario 610	4738.11	4962.98	4843.98	6681.02	6562.02	9014.94
Escenario 611	4348.33	4151.58	4032.58	5099.98	4980.98	6548.80
Escenario 612	5811.30	5626.94	5507.94	6941.44	6822.43	8998.09
Escenario 613	5431.31	5236.68	5117.68	6445.32	6326.32	8334.37
Escenario 614	3654.31	4241.71	4122.70	6286.05	6167.05	8811.70
Escenario 615	6514.35	6186.24	6067.24	7448.10	7329.10	9557.27
Escenario 616	2383.38	3019.95	2900.95	4840.32	4721.31	6938.06
Escenario 617	4582.79	4581.81	4462.80	5903.55	5784.54	7787.82
Escenario 618	5574.89	5213.56	5094.56	6188.95	6069.95	7848.21
Escenario 619	4967.72	4839.77	4720.77	6019.06	5900.06	7880.01
Escenario 620	5491.01	5167.29	5048.29	6185.53	6066.53	7877.82
Escenario 621	3976.51	4261.52	4142.52	5890.62	5771.62	8016.34
Escenario 622	3665.70	3880.23	3761.23	5319.52	5200.51	7194.55
Escenario 623	2416.03	3229.13	3110.13	5337.20	5218.19	7746.96
Escenario 624	3992.19	4371.20	4252.19	6165.94	6046.94	8470.94
Escenario 625	5463.36	5163.55	5044.55	6217.12	6098.12	7945.63

MENÚ SALIR

ANEXO VIII. CUESTIONARIO a las GESTORAS DE FONDOS DE PENSIONES

1. **Por favor**,

Indique el número de Fondos de Pensiones que administra ..... | |

De ellos, señale el número y el porcentaje de volumen de negocio que son:

	Número	**% Volumen de negocio**
Integrados por Planes de prestación definida.....		
Integrados por Planes de aportación definida.....		
Integrados por Planes mixtos.....		

A partir de ahora responda al cuestionario en relación, únicamente, a los Fondos que administra integrados por PLANES DE PRESTACIÓN DEFINIDA o MIXTOS. Si no gestionara ninguno de este tipo, hágalo en relación con su actuación en la gestión de los Fondos de Pensiones integrados por Planes de Aportación Definida.

2. En relación a la edad de los partícipes de los planes que integran los Fondos de Pensiones que administra, señale por favor, el porcentaje que respecto del colectivo total, tiene en fecha actual:

Menos de 40 años de edad	
De 40 años a 50 años de edad	
De 50 años a 55 años de edad	
De 55 años a 60 años de edad	
De 60 años a 64 años de edad	
Total	100%

3. En relación a los compromisos que el Fondo de Pensiones tiene con los partícipes indique, por favor, el porcentaje aproximado que respecto del valor actual actuarial de las obligaciones del colectivo total, corresponde a:

Menos de 40 años de edad	
De 40 años a 50 años de edad	
De 50 años a 55 años de edad	
De 55 años a 60 años de edad	
De 60 años a 64 años de edad	
Total	100%

4. Analizando su política de inversiones en los últimos cinco años (*o en los últimos años de su actividad si la Gestora estuviera constituida desde un período inferior a cinco años*) ¿En qué categoría encuadraría a su Fondo de Pensiones? **RECUERDE el tratamiento anónimo de los datos.**

Por favor, marque con una cruz lo que corresponda.

Renta fija a corto plazo	No incluye activos de renta variable en su cartera de contado, ni derivados cuyo subyacente no sea de renta fija. La duración media de su cartera de activos no puede superar los dos años.	☐
Renta fija a largo plazo	No incluye activos de renta variable en su cartera de contado, ni derivados cuyo subyacente no sea de renta fija. La duración media de su cartera de activos debe ser superior a los dos años	☐
Renta fija mixta	Menos del 30% de la cartera en activos de renta variable.	☐
Renta variable mixta	Entre el 30% y el 75% de la cartera en activos de renta variable.	☐
Renta variable	Mas del 75% de la cartera en activos de renta variable.	☐

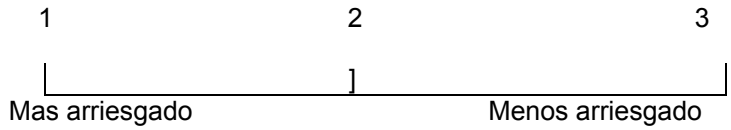
5. Analizando su política de inversiones en los últimos cinco años (*o en los últimos años de su actividad si la Gestora estuviera constituida desde un período inferior a cinco años*) ¿Cómo calificaría su actitud inversora?

Por favor, marque con una cruz lo que corresponda.

Muy arriesgada ☐ Arriesgada ☐

Conservadora ☐ Muy conservadora ☐

6. Según su criterio, y al objeto de definir el concepto de actitud arriesgada, determine un orden de preferencia para las siguientes definiciones. Para ello utilice la siguiente escala:



* No disponer de una estrategia de cobertura frente a los riesgos que afectan a los distintos activos..... ☐

* Asignar un elevado porcentaje a los Activos de Renta Variable frente a los Activos de Renta Fija..... ☐

* Invertir en activos en los que no resulte fácil hacer líquida la la inversión..... ☐

* Otros (cuáles?) ..... ☐

7. De acuerdo con la política de inversiones de su Gestora de Fondo de Pensiones ¿Cual ha sido la **inversión** media[1], *en términos porcentuales*, dedicada a cada una de las siguientes partidas en los últimos cinco años? **RECUERDE el tratamiento anónimo de los datos.**

Inversiones	Porcentaje
Inversiones materiales.....	
Inversiones financieras.....	
Tesorería.....	
TOTAL INVERSIONES	**100%**

[1] Inversión media en los últimos cinco años, o en lo últimos años de la actividad de la Gestora si esta estuviera constituida desde un período inferior a los cinco años.

8. Dentro de la partida de **Inversiones Materiales** ¿Cual ha sido la inversión media[1], *en términos porcentuales*, dedicada a cada una de las siguientes partidas en los últimos cinco años?

Inversiones Materiales	Porcentaje
Terrenos y construcciones.....	
Otras (*especifique cual*)	
TOTAL INVERSIONES MATERIALES	**100%**

9. Dentro de la partida de **Inversiones Financieras** ¿Cual ha sido la inversión media[1] en los últimos cinco años, *en términos porcentuales*, dedicada a cada una de las siguientes partidas?

Inversiones Financieras	Porcentaje
Renta fija.....	
Renta variable.....	
Créditos hipotecarios.....	
Créditos a partícipes.....	
Depósitos en bancos y otros establecimientos de crédito.....	
Otros (*especifique cual*)	
TOTAL INVERSIONES FINANCIERAS	**100%**

10. Dentro del activo dedicado a **Tesorería** ¿Cuál ha sido el porcentaje, en

término medio[1], asignado a cada una de las siguientes partidas, en los últimos cinco años?

Tesorería	Porcentaje
Inversiones del mercado interbancario.....	
Adquisiciones temporales de deuda o Repos.....	
Otros (*especifique cual*)	
TOTAL TESORERÍA	100%

11. En líneas generales ¿Cree que la estructura de inversiones de la Gestora de Fondo de Pensiones se verá modificada significativamente en los próximos dos años?

Por favor, marque con una cruz la que corresponda

SI ☐ NO ☐

12. Señale con una cruz la/s razón/es que motiva/n bien el continuar o el modificar la política de inversiones llevada a cabo hasta el momento por su Gestora de Fondos de Pensiones.

Expectativas en el comportamiento de los factores de riesgo en base a opiniones intuitivas..... ☐

Expectativas en el comportamiento de los factores de riesgo obtenidas tras la aplicación de algún modelo estadístico..... ☐

Resultados obtenidos en períodos anteriores tras la aplicación de las políticas de inversión en vigor hasta el momento..... ☐

Otras razones (*especifique cual*)..... ☐

LA CONTESTACIÓN DE LA SIGUIENTE PREGUNTA ES FUNDAMENTAL PARA NUESTRO ANÁLISIS. RECUERDE el tratamiento anónimo de los

datos.

13. El objetivo de nuestro estudio es determinar cual será el comportamiento en el futuro de ciertas variables económicas, determinantes en la gestión de cartera. Las variables objeto de nuestro análisis son:

- Indice de Precios al Consumo (IPC)
- Tipo de interés a corto plazo (CP)
- Tipo de interés a largo plazo (LP)
- Tipo de interés de los créditos hipotecarios(CH)
- Rentabilidad de la Renta variable (RV)

Nuestro objetivo es conseguir información de cuales son las previsiones de comportamiento de estas variables. En nuestra opinión para ello es fundamental conocer la interrelación entre ellas, así como la influencia en las mismas de un cambio en alguna de las variables. De ahí que planteemos las siguientes preguntas, con el objeto de averiguar cual es, a su juicio, esta relación. Para ello, indique cual es la reacción, de subida o bajada de las variables: tipos de interés a corto plazo, tipos de interés a largo plazo, tipo de interés de los créditos hipotecarios y rentabilidad de la renta variable, ante una subida en el IPC.

SUBIDA DEL IPC	Tipo de interés a corto plazo	Subida	
		Bajada	
	Tipo de interés a largo plazo	Subida	
		Bajada	
	Rentabilidad de la renta variable	Subida	
		Bajada	
	Interés de los Créditos hipotecarios	Subida	
		Bajada	

Suponiendo un horizonte temporal de dos años (T=1, año 1 y T=2, año 2), nos gustaría tener conocimiento de cuales son sus previsiones sobre el

comportamiento de estas variables. Por ello le pedimos que, analizando el IPC, asigne cuales serían, a su juicio, las probabilidades de ocurrencia de las alternativas que se le plantean a continuación.

T=1	T=2	Probabilidad
Subida	Subida	
Subida	Bajada	
Bajada	Bajada	
Bajada	Subida	
Cte	Cte	
		$\sum = 1$

14. De acuerdo con sus previsiones ¿Cual será, a su juicio, la **inversión** media, *en términos porcentuales*, dedicada a cada una de las siguientes partidas en los próximos dos años?

Inversiones	Porcentaje
Inversiones materiales.....	
Inversiones financieras.....	
Tesorería.....	
TOTAL INVERSIONES	**100%**

15. Dentro de la partida de **Inversiones Materiales** ¿Cual será a su juicio, la inversión media, *en términos porcentuales*, dedicada a cada una de las

siguientes partidas en los próximos dos años?

Inversiones Materiales	Porcentaje
Terrenos y construcciones.....	
Otras (*especifique cual*)	
TOTAL INVERSIONES MATERIALES	**100%**

16. Dentro de la partida de **Inversiones Financieras** ¿Cual será, en su opinión, la inversión media en los próximos dos años, *en términos porcentuales*, dedicada a cada una de las siguientes partidas?

Inversiones Financieras	Porcentaje
Renta fija.....	
Renta variable.....	
Créditos hipotecarios.....	
Créditos a partícipes.....	
Depósitos en bancos y otros establecimientos de crédito.....	
Otros (*especifique cual*)	
TOTAL INVERSIONES FINANCIERAS	**100%**

17. Dentro del activo dedicado a **Tesorería** ¿Cuál ha de ser, a su juicio, el porcentaje, en término medio, asignado a cada una de las siguientes partidas, en los próximos dos años?

Tesorería

Porcentaje

Inversiones en el mercado interbancario	
Adquisición temporal de deuda o Repos	
Otros (*especifique cual*)	
TOTAL TESORERÍA	**100%**

18. En cuanto a la toma de decisiones sobre las inversiones a realizar en los próximos períodos ¿se trabaja en su gestora con algún programa o modelo de optimización?

SI ☐ NO ☐

¿Desea recibir un informe sobre los resultados globales de la presente investigación?

SI ☐ NO ☐