

LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LAS INSTITUCIONES DE AHORRO MAS ALLA DEL DESFASE DE DURACION*

Richard Roll

*John E. Anderson School of Management
Universidad de California, Los Angeles (UCLA)*

Incluso en el caso de que las instituciones de ahorro estuvieran expuestas únicamente al riesgo de tipos de interés, utilizar duración simple para la gestión del desfase constituiría un método imperfecto, en particular para activos y pasivos rescatables (susceptibles de ser amortizados anticipadamente). La duración mide el riesgo de tipos de interés para desplazamientos paralelos de la curva de rentabilidades, pero los desplazamientos que de hecho se producen no deberían ser, y no lo son habitualmente, paralelos.

Una alternativa a la duración es un modelo multifactorial como el Modelo de Valoración de Precios por Arbitraje (Arbitrage Pricing Model, APT). Una investigación empírica sobre una muestra de grandes instituciones de ahorro reveló que éstas están expuestas a factores APT tales como inflación, confianza del inversor y la estructura temporal de tipos de interés. Su nivel de exposición a estos factores de riesgo es dos veces el de una compañía industrial media y, adicionalmente, presentan un componente de riesgo no sistemático inusualmente elevado.

I. Las instituciones de ahorro consideradas como una cartera

Una institución de ahorro (IA, en lo sucesivo) puede ser vista como una cartera de inversiones. La IA típica tiene una posición larga en activos financieros, además de una pequeña cantidad de activos reales. Tiene una posición corta en pasivos financieros. La diferencia entre los valores de mercado de sus activos y sus pasivos constituye el valor de la cartera. Este artículo sostiene que las IA deberían ser dirigidas con los métodos modernos de gestión de carteras.

A. El riesgo de la institución de ahorro/cartera

Los valores de los recursos propios de la mayoría de las carteras de inversión son altamente

estocásticos; es decir, fluctúan a lo largo del tiempo con cambios no anticipados de la economía. Pero las IA son consideradas a menudo como carteras relativamente simples, sujetas únicamente a un número limitado de factores de riesgo económico. En contraste con, por ejemplo, la cartera de un fondo de pensiones, con inversiones en bonos, acciones y bienes inmuebles y con pasivos que varían en respuesta a la inflación y con las condiciones del mercado de trabajo, las IA son fundamentalmente carteras de activos y pasivos de *renta fija nominal*. En consecuencia, la volatilidad inter-temporal de su valor se supone determinada por las fluctuaciones en los tipos de interés nominales, por el efecto diferencial de los movimientos de tipos de interés sobre sus posiciones largas y cortas de cartera.

Puesto que los depósitos y demás pasivos de las IA son a menudo títulos a, relativamente, corto plazo, mientras que los créditos hipotecarios y otros activos de las IA son a largo plazo, el ries-

* ROLL, Richard: «Managing Risk in Thrift Institutions: Beyond the Duration Gap». Traducción de Amadeo Reynés Pascual.

EN
R.O
ION*

camente
e consti-
ceptibles
rés para
s que de

le Valo-
ión em-
expues-
temporal
es el de
esgo no

lo largo del tiem-
de la economía.
o como car-
tas únicamente a
de riesgo econó-
mplo, la cartera
nversiones en bo-
es y con pasivos
flación y con las
bajo, las IA son
activos y pasivos
uencia, la volati-
se supone deter-
los tipos de inte-
encial de los mo-
re sus posiciones

más pasivos de las
tivamente, corto
s hipotecarios y
go plazo, el ries-

go de la institución de ahorro / cartera puede ser modelizado, grosso modo, por los movimientos diferenciales de los precios de mercado de los bonos a largo plazo frente a los de corto plazo. Cuando los tipos de interés suben, el precio de los bonos a largo plazo cae generalmente más que el de los de corto plazo, y viceversa; así, puede pensarse que el valor de los recursos propios de una IA descenderá con elevaciones de los tipos de interés y que, por contra, subirá con caídas de los mismos.

Esta simple analogía tiene una cierta validez empírica, pero la situación es en realidad más compleja por diversas razones. Primero, las IA pueden —y, de hecho, lo hacen— cubrir sus carteras contra movimientos de los tipos de interés. Pueden comprar protección directamente en forma de opciones o contratos de futuros sobre activos de renta fija. Pueden comprometerse en aseguramiento sintético de carteras de renta fija, reemplazando activos a más largo plazo por activos a más corto plazo ante subidas de los tipos de interés (y viceversa). Pueden simplemente gestionar el diferencial entre activos y pasivos reduciéndolo o incrementándolo según aumente o disminuya la volatilidad de los tipos de interés.

En segundo lugar, los activos y pasivos de las IA no son tan simples como valores de renta fija nominal (como, por ejemplo, bonos del Tesoro). Los depósitos, por ejemplo, pueden tener tipos de remuneración contractuales que sean relativamente insensibles a las condiciones del mercado. Cuando los tipos de interés a corto plazo suben, los tipos de los depósitos pueden mostrar un cierto retardo y, de este modo, los depositantes pueden verse inclinados a retirar sus fondos. Esto implica que los efectos, habitualmente positivos, para el valor de mercado de la institución de ahorro / cartera que se derivan de incrementos relativos en los tipos a corto plazo respecto a los tipos a largo, son atenuadas por la desintermediación y pueden, incluso, tener una incidencia negativa.

Otra consideración de interés se refiere al tipo de activo tradicionalmente más importante de las IA / cartera: los créditos hipotecarios. La opción de amortización anticipada hace que los créditos hipotecarios tengan vencimientos reales altamente variables y sensibles a los tipos de interés. Un descenso en los tipos a largo plazo (respecto a los tipos a corto), que normalmente incrementaría el

valor de las IA, queda mitigado por la desintermediación de la refinanciación del deudor hipotecario. La posibilidad de incumplimiento de la hipoteca presenta un elemento de riesgo todavía más sutil. Es probable que los incumplimientos estén relacionados con los valores de las viviendas y con la coyuntura económica nacional y regional. De este modo, el valor de mercado de esta parte de la cartera de la IA puede tener un comportamiento muy parecido al de los valores de mercado de las corporaciones industriales o al de otros activos sensibles a condiciones económicas generales.

Por último, la posición de la cartera de las IA se ve afectada por la complejidad del proceso estocástico de los tipos de interés. No hay sólo un tipo de interés; existe una estructura completa de tipos de interés, desde el corto al largo plazo, y estos tipos no se comportan ajustándose a simples y perfectamente correlacionados movimientos en el transcurso del tiempo. Está todavía por desarrollar una teoría global y satisfactoria de la estructura temporal de tipos de interés y su comportamiento empírico histórico ha deparado muchas sorpresas.

Una consecuencia importante que se deriva del comportamiento de la estructura temporal es que los indicios sobre riesgo de renta fija referidos al vencimiento, tales como «duración», son imperfectos. La sección II de este trabajo proporciona un detallado análisis de los errores a los que son propensas tales medidas del riesgo.

Otro y más profundo problema de la estructura temporal de tipos es la asociación entre cambios en los tipos de interés nominales y cambios entre otros factores económicos. Los movimientos de los tipos de interés dependen hasta un cierto punto de riesgos económicos fundamentales, tales como la confianza del inversor, un factor que también ocasiona grandes movimientos en los precios de las acciones. La inflación esperada afecta claramente a los tipos de interés y también puede demostrarse que tiene una importante influencia sobre las acciones, los valores inmobiliarios y materias primas. Incluso el nivel de actividad industrial, un factor determinante en el mercado bursátil, influye sobre la evolución de los tipos de interés.

La sección III de este ensayo presenta un análisis empírico de los rendimientos de mercado de IA públicamente negociadas en un contexto ge-

neral de cartera. Demuestra que los riesgos de las IA no son cualitativamente distintos de los riesgos de la empresa promedio en la economía.

Todo esto implica que, a pesar de la aparentemente simple estructura de la institución de ahorro / cartera, las IA pueden estar sujetas a una variedad tan amplia de influencias económicas subyacentes como cualquier otra cartera. De este modo, una gestión eficiente requiere modernos métodos de cartera.

B. La literatura empírica sobre el riesgo de las instituciones de ahorro

La mayor parte de la literatura empírica existente acerca del riesgo de las instituciones financieras ha usado índices de tipos de interés relativamente sencillos. El merecidamente bien conocido trabajo de Flannery y James (1984a y 1984b) sobre el riesgo de cartera de los bancos comerciales utilizaba índices de bonos de máxima solvencia y/o índices hipotecarios de la General National Mortgage Association. El trabajo de Brickley y James (1986) sobre la respuesta de las Instituciones de Ahorro y Créditos (Saving and Loans Institutions) al aseguramiento de depósitos también seguía esta táctica. Ver también Toevs (1983) y Stigum y Branch (1983).

Estimaciones directas de la relación entre los movimientos del precio de la acción de una IA y los movimientos del mercado bursátil han revelado niveles sorprendentemente altos de riesgo de mercado. Por ejemplo, Lee y Lynge (1985) presenta una «beta» media del mercado de 1,526 para las 35 instituciones de ahorro con datos adecuados de rentabilidad bursátil mensual en el período 1975-1982. ¡Esto implica que las IA tienen un 50 por 100 más de riesgo de mercado que la empresa promedio públicamente negociada de todos los sectores industriales! Este nivel resulta realmente muy elevado si las IA están sujetas a un único elemento de riesgo, el de tipos de interés, entre los diversos riesgos soportados por la empresa media no financiera¹.

Ha habido algunos intentos teóricos de cuestionar la fiabilidad del ajuste de la duración como la estrategia que minimiza el riesgo para las

¹ Desde luego, una beta tan alta puede ser atribuible al hecho de que las IA tienen un nivel de apalancamiento superior al de la empresa media.

instituciones de ahorro, [por ejemplo, Sartoris (1985)]. El argumento está en parte basado en correlaciones imperfectas entre tipos de interés de varios vencimientos a lo largo de la estructura temporal. Estrategias simuladas de cobertura, (Craine, 1985), han incidido en señalar igualmente la necesidad de admitir que los tipos de interés fluctúan de forma compleja.

Bennett, Lundstrom y Simonson (1986), utilizando datos disponibles únicamente para las autoridades reguladoras², construyen meticulosamente la diferencia de duración entre activos y pasivos para una muestra de tamaño suficientemente grande de IA. Ellos no encuentran relación entre esta diferencia de duración y la beta de mercado de las IA, incluso después de una muy cuidadosa estimación de la beta que tiene en cuenta una serie de bien conocidos problemas econométricos. Encuentran una relación estadísticamente significativa entre las betas de las IA y el desfase (de duración) de un año³; sin embargo, el signo de la relación es *negativo*, indicando que un desfase mayor está asociado a menos riesgo⁴.

Bennett, Lundstrom y Simonson investigan también la relación directa entre los movimientos del precio del mercado bursátil y los cambios en el «valor neto de la cartera» de la IA (definida como el valor de mercado descontado de la diferencia entre activos y pasivos)⁵. ¡Encuentran que no hay, en absoluto, ningún tipo de conexión entre ambos! Esto es bastante perturbador, puesto que parece implicar que o a) el mercado bursátil está haciendo un pésimo trabajo en la determinación del riesgo de las IA —una posición que parecen respaldar los autores—, o b) el riesgo de las IA

² Información sobre la composición del balance de IA individuales obtendría de la Sección H del Federal Home Loan Bank Board's Quarterly Reporting System.

³ El desfase de un año es la diferencia entre activos y pasivos sensibles a tipos de interés (y, por tanto, a variaciones en su precio) en el espacio de un año, dividido por el valor contable de los activos.

⁴ Quizás esto ilustra un problema que se presenta al relacionar medidas de riesgo basadas en la contabilidad con coeficientes de riesgo de mercado: las decisiones de gestión pueden invertir la flecha de la causalidad. En otras palabras, quizás aquellas IA menos sujetas al riesgo de tipos de interés debido a su ubicación u otras condiciones es más probable que elijan un desfase mayor en un intento de generar rendimientos más elevados.

⁵ Ellos calculan el valor neto de la cartera utilizando lo que parecen ser métodos muy sensatos. Por ejemplo, se tiene en cuenta la opción de amortización anticipada en un préstamo hipotecario. Usan un tipo de software comercial que es utilizado por muchas IA para realizar los cálculos de duración.

mplo, Sartoris
arte basado en
o interés de
e la estructura
de cobertura,
dial igualmente
tipos de interés

n (1986), utili-
te para las au-
en meticulosa-
entre activos y
año suficiente-
entran relación
la beta de mer-
tiene una muy cui-
tiene en cuenta
mas economé-
tadísticamente
IA y el desfase
bargo, el signo
lo que un des-
riesgo⁴.
on investigan
s movimientos
os cambios en
A (definida co-
de la diferen-
entran que no
conexión entre
or, puesto que
cursátil está
rminación
n que parecen
srgo de las IA

ce de IA individua-
Loan Bank Board's

tivos y pasivos sen-
iones en su precio)
or contable de los

esenta al relacionar
con coeficientes de
eden invertir la fle-
aquellas IA menos
ubicación u otras
se mayor en un in-

ilizando lo que pa-
se tiene en cuenta
stamo hipotecario.
lizado por muchas

no queda adecuadamente recogido por las dife-
rencias de duración entre activos y pasivos.

Las dos secciones principales de este trabajo
ofrecen una explicación de este resultado empíri-
co. La primera de ellas (sección II) es que la du-
ración misma puede tener problemas como medi-
da de riesgo. La segunda explicación (sección III)
es que las IA están expuestas a algo más que el
mero riesgo de tipos de interés.

II. El problema de la duración como medida de riesgo

La «duración» es uno de los conceptos más fre-
cuentemente utilizados en los mercados de renta
fija y es usado en una amplia variedad de contex-
tos. Tiene dos significados.

En primer lugar, la duración es el tiempo me-
dio hasta recibir los cobros generados por un ac-
tivo. Como medida del tiempo hasta el pago, la
duración es un concepto más amplio que el ven-
cimiento, puesto que el vencimiento es el tiempo
hasta el pago *final* solamente; y el pago final pue-
de representar una fracción relativamente peque-
ña del valor actual total del activo.

En segundo lugar, la duración es un indicador
de sensibilidad a los tipos de interés. Cuanto «más
larga» sea la duración de un activo, mayor es la
reacción de su precio a un movimiento de tipos
de interés. De este modo, la duración es una me-
dida de riesgo, de ese particular riesgo causado
por cambios no previstos en el nivel general de ti-
pos de interés.

La duración tiene un concepto asociado, «con-
vexidad», que es el cambio en la duración de un
activo ante un cambio dado en el nivel de tipos
de interés. Un activo con un alto grado de con-
vexidad positiva se considera atractivo, puesto
que la convexidad provoca, supuestamente, au-
mentos relativamente grandes de precios cuando
descienden los tipos de interés y caídas relativa-
mente pequeñas de precios cuando suben los ti-
pos de interés.

En años recientes, los teóricos de las finanzas
han descubierto un problema potencial con la du-
ración como índice de sensibilidad a los tipos de
interés y con la convexidad como indicación del
grado de deseabilidad de un activo. Incluso para
activos de renta fija sencillos, la duración es un

criterio de comparación completo de la sensibili-
dad a los tipos de interés *sólo* si el mercado de bo-
nos no está funcionando adecuadamente; sólo si
las condiciones del mercado permiten la forma-
ción de posiciones perfectas de arbitraje, es decir,
carteras que no requieren inversión inicial, que no
están sujetas a ningún tipo de riesgo y que, sin
embargo, generan un flujo de caja positivo. De
forma equivalente, la convexidad es un indicador
satisfactorio de la deseabilidad de un activo sólo
si son posibles tales arbitrajes perfectos.

Puede sospecharse que la oportunidad se limi-
ta a encontrar inversiones con coste cero, riesgo
cero y flujo de caja positivo. La competencia en-
tre arbitrajistas podría comprensiblemente redu-
cir estas tentadoras oportunidades a un mínimo.
Si, de hecho, hay sólo una disponibilidad limita-
da de arbitrajes sin riesgo perfecto en los merca-
dos actuales de deuda, podríamos querer deter-
minar si la duración y la convexidad merecen ser
utilizadas de forma tan extendida. Puede que ha-
ya buenas razones para buscar indicios que sean
más sólidos bajo condiciones realistas de mer-
cado.

Pero un problema teórico con un concepto no
siempre da lugar a un problema empírico serio y
veremos posteriormente que la duración consti-
tuye una buena aproximación al riesgo de tipos
de interés para algunos activos de renta fija, con
tal de que los tipos de interés no fluctúen en un
rango demasiado amplio. A pesar de eso, la du-
ración es sólo una aproximación a la mejor de las
circunstancias. El acompañante de la duración, la
convexidad, no tiene virtualmente nada que haga
recomendable su uso en cualquier circunstancia
próxima a mercados financieros relativamente
competitivos.

Más aún, existen muchos valores de renta fija,
especialmente aquellos que pueden ser amortiza-
dos anticipadamente a opción del prestatario, pa-
ra los que la aplicación habitual de la duración
puede ser extremadamente engañosa. Para instru-
mentos de renta fija para los que existe incerti-
dumbre respecto al tiempo en que pueden produ-
cirse los flujos de caja, no existen cosas tales co-
mo la duración.

Quizá sea trivialmente obvio, pero básico, ha-
cer notar que la duración contiene un elemento
de aleatoriedad cuando el *timing* de cualquier flu-
jo de caja es incierto. Tanto el tiempo medio has-
ta el pago (el primer significado de duración) co-

mo el nivel de riesgo de tipo de interés (la segunda acepción) están sujetos a variación estocástica cuando el *timing* de los flujos de caja no están perfectamente fijados, aun cuando no exista ningún tipo de duda respecto a la cuantía de los flujos de caja.

A. El cálculo de la duración

La medida más simple de duración se basa en una sucesión de flujos de caja que están fijados tanto en lo que respecta al *timing* como a la cuantía. Esta medida, llamada algunas veces duración de Macauley [después de Frederick R. Macauley (1938)], es una media ponderada de los tiempos hasta los diversos pagos efectivos, siendo cada peso proporcional al valor actual de su pago asociado. En principio, cada valor actual debería calcularse con un tipo de descuento aplicable para el plazo hasta que vence el pago; pero en la práctica, el rendimiento hasta el vencimiento del bono se utiliza a menudo como el tipo de descuento para todos los pagos.

Para ilustrar el cálculo de la duración (de Macauley), consideremos dos hipotéticos activos cuyos flujos de caja —conocidos con certeza— son los que aparecen en el Cuadro 1.

Si el precio inicial de mercado de cada bono es de 1.000 dólares, el rendimiento, o tasa interna de rentabilidad, es exactamente un 10 por 100 al año (compuesto anualmente) para los dos bonos. Obsérvese, sin embargo, que la pauta temporal de los flujos de caja es bastante diferente. El bono «Bullet» tiene un único pago después de cinco años, mientras que el bono «Barbell» tiene dos pagos al término de los años uno y nueve respectivamente. A pesar de la diferencia en el *timing*, ambos activos tienen la misma duración, cinco años, lo que el lector puede verificar usando la siguiente fórmula para la duración:

$$\text{Duración} = \frac{(1) CF_1 / (1 + R_1) + (2) CF_2 / (1 + R_2)^2 + \dots + (N) CF_N / (1 + R_N)^N}{PV}$$

donde CF_t indica el flujo de caja en el período t , R_t es el tipo de descuento para un flujo de caja en el período t , N es el número de períodos hasta el último flujo de caja programado y PV es el valor actual del bono (el precio inicial). El valor ac-

CUADRO 1

Año	«Barbell»	«Bullet»
	Pago al contado	
1	\$ 550	\$ 0
5	\$ 0	\$ 1.610,51
9	\$ 1.178,97	\$ 0

tual mismo se calcula con una fórmula de similar apariencia,

$$PV = CF_1 / (1 + R_1) + CF_2 / (1 + R_2)^2 + \dots + CF_N / (1 + R_N)^N$$

En el ejemplo considerado anteriormente, tenemos:

$$PV(\text{Barbell}) = 550 / (1,1) + 1178,97 / (1,1)^9 = 1000$$

$$PV(\text{Bullet}) = 1610,51 / (1,1)^5 = 1000$$

$$\text{Duración (Barbell)} = [(1) 500 / (1,1) + (9) 1178,97 / (1,1)^9] / 1000 = 5 \text{ y}$$

$$\text{Duración (Bullet)} = [(5) 1610,51 / (1,1)^5] / 1000 = 5$$

El ejemplo ha supuesto subrepticamente que la estructura temporal de tipos de interés es plana, puesto que es sólo en este caso cuando debemos aplicar el mismo tipo de descuento a los flujos de caja en tres momentos distintos. Volveremos a esta cuestión posteriormente, pero primero utilizemos estos bonos para mostrar por qué la duración es una medida aproximada de la sensibilidad a los tipos de interés.

B. Duración como medida del riesgo de los tipos de interés

Supóngase que se construye una cobertura mediante la compra del bono Barbell y la venta al descubierto del bono Bullet. Por simplicidad, ignoramos costes de transacción y cualquier coste derivado de la venta al descubierto de bonos; es decir, asumimos que el producto completo de la venta al descubierto puede ser utilizado para la inversión. Esta posición cubierta tiene un coste cero ya que los precios de mercado iniciales de los bonos son idénticos. Nos preguntaremos ahora cuál será el valor de la cobertura al cabo de un

il..	«Bullet»
igo al contado	
	\$ 0
	\$ 1.610.51
.97	\$ 0

órmula de similar

) +
/ (1 + R_t)^N
nteriormente, te-

$$97 / (1,1)^9 = 1000$$

$$(1)^9 = 1000$$

$$=$$

$$[1,1]^9 / 1000 = 5 \text{ y}$$

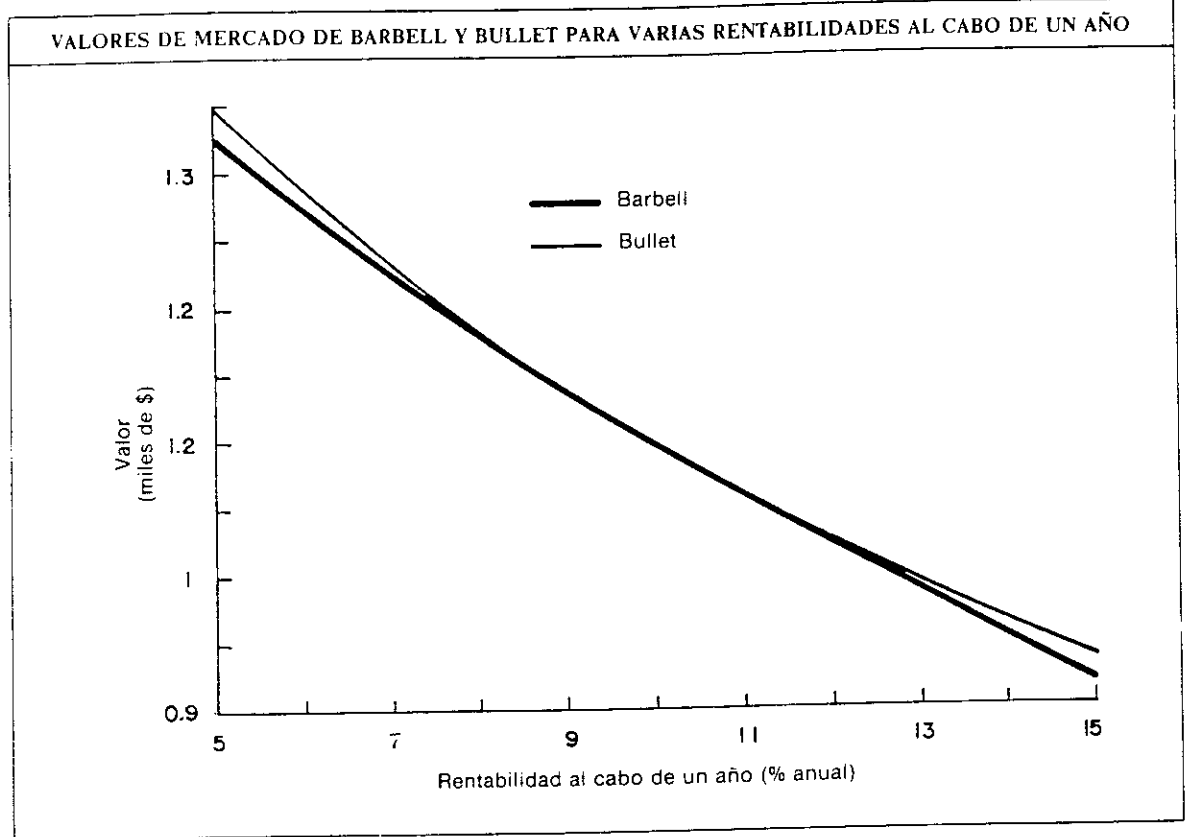
$$(1,1)^9 / 1000 = 5$$

épticamente que
de interés es pla-
so cuando debe-
nto a los flu-
tos. Volvere-
nte, pero prime-
mostrar por qué
ximada de la sen-

risgo de los tipos

na cobertura me-
bell y la venta al
r simplicidad, ig-
y cualquier coste
erto de bonos; es
o completo de la
utilizado para la
ta tiene un coste
cado iniciales de
guntaremos aho-
ura al cabo de un

GRAFICO 1



año, un instante antes de recibir el primer pago del bono Barbell (de 550 dólares). Esto dependerá de los tipos de interés vigentes dentro de un año y suponemos que los tipos pueden estar más altos o más bajos de lo que están ahora.

El Gráfico 1 muestra los precios de mercado después de un año a diversos niveles de tipos de interés, bajo el supuesto de que ambos bonos tienen todavía iguales rendimientos hasta el vencimiento, que pueden, no obstante, ser diferentes a su actual rendimiento del 10 por 100. Lo que llama la atención de este gráfico es que los bonos tienen valores parecidos en un rango de tipos de interés futuros centrado en torno a la rentabilidad hasta el vencimiento inicial. Es difícil distinguir las curvas separadas hasta los 200 puntos básicos

por encima o por debajo del nivel inicial (del 10 por 100).

La implicación es que estos bonos tienen parecidas sensibilidades a los tipos de interés, al menos para cambios moderados en los tipos. De hecho, puede probarse rigurosamente que sus sensibilidades son idénticas para movimientos infinitesimalmente pequeños en la rentabilidad hasta el vencimiento; las pendientes de las curvas en el Gráfico 1 son exactamente las mismas al nivel del 10 por 100 de rentabilidad.

El gráfico ilustra solamente un caso simple, pero el resultado es perfectamente general. En tanto que haya certeza acerca de la cuantía y el *timing* de los flujos de caja, dos activos de renta fija con pautas extremadamente distintas de flujo

de caja tendrán idéntica sensibilidad «local» a los tipos de interés (ante cambios infinitesimalmente pequeños en la rentabilidad) si tienen la misma duración.

C. La paradoja de la duración

El Gráfico 1 revela que los dos bonos del ejemplo no tienen *exactamente* los mismos precios futuros a menos que la rentabilidad futura sea igual a la inicial. Existe una discrepancia que se hace cada vez más patente para niveles futuros de tipos de interés muy altos o muy bajos.

La convexidad implica la posibilidad de beneficio por arbitraje sin riesgo

El valor de mercado de la posición cubierta, larga en un bono Barbell y corta en uno Bullet, será sistemáticamente distinta de cero si la rentabilidad cambia. Sorprendentemente, el valor de la cobertura será positivo independientemente de la dirección en que se haya movido la rentabilidad; esto es, el bono Barbell vale más que el bono Bullet para cualquier rentabilidad distinta del 10 por 100. Esto puede ser explicado por el hecho de que el bono Barbell tiene una cantidad mayor de «convexidad positiva»; (su curva precio-rentabilidad es más convexa hacia el origen).

El efecto de la convexidad positiva sobre la cobertura se ilustra en el Gráfico 2, que amplifica la escala del gráfico de modo que pueda visualizarse más fácilmente la diferencia neta entre los valores futuros de los bonos, el resultado neto de la cobertura.

Recuérdese que no fue necesaria ninguna inversión inicial para desarrollar la posición cubierta; el producto de la venta al descubierto del bono Bullet cubrió el precio de compra del bono Barbell. Después de un período, el *peor* resultado posible es un rendimiento efectivo de la cobertura igual a cero (si las rentabilidades no cambian) y hay un flujo de caja positivo si se deshace la cobertura a cualquier otro nivel de rentabilidad. ¡Inversión inicial nula y rendimiento efectivo estrictamente no negativo constituyen, sin duda, una atractiva cobertura! De hecho, parece demasiado buena para ser posible. ¿Qué está mal en el ejemplo?

¿Cuál es el origen de la ganancia de la cobertura?

No hay ningún error en el ejemplo si los supuestos son aceptables:

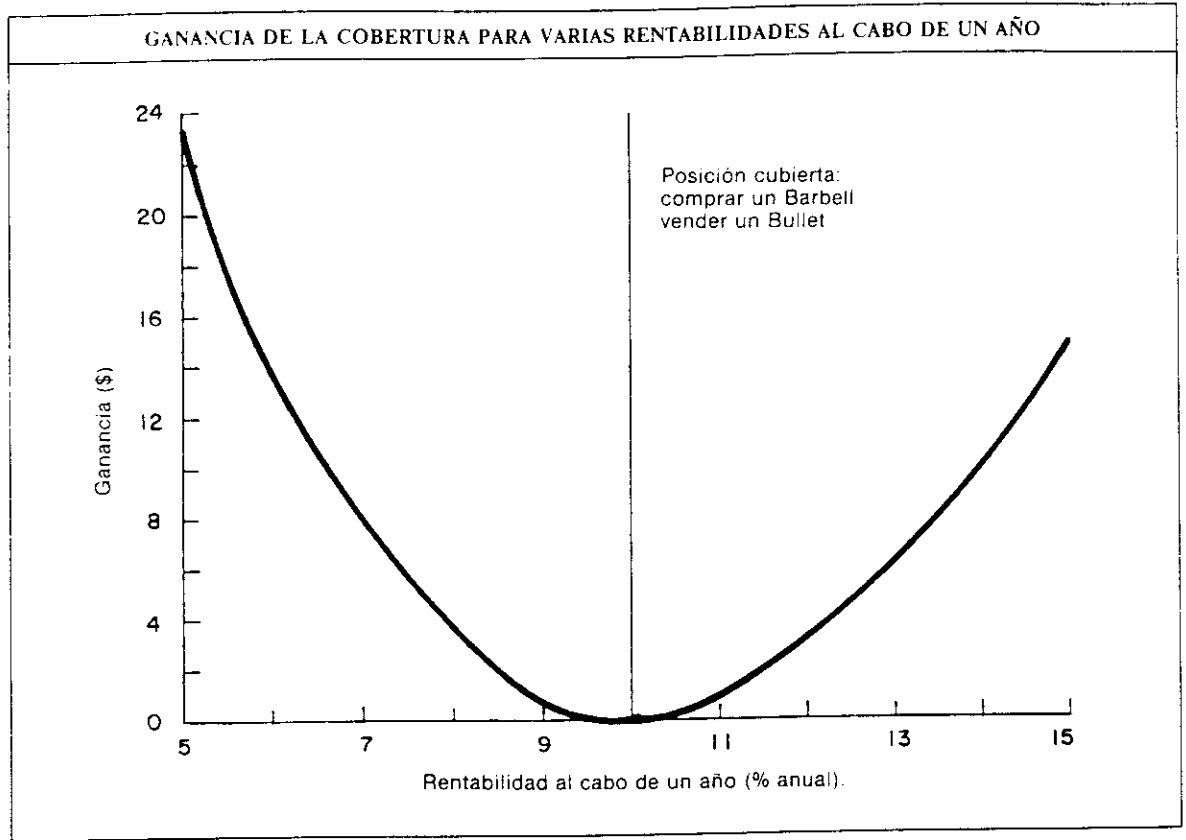
1. El *timing* y la cuantía de los flujos de caja son fijos y seguros.
2. No hay costes de transacción o de otro tipo derivados de la venta al descubierto de activos.
3. La estructura temporal de tipos de interés inicial es plana (a un nivel del 10 por 100), lo que implica un precio de mercado para ambos bonos de 1.000 dólares.
4. La estructura de tipos de interés es también plana al cabo de un año (a los distintos niveles de rentabilidad ilustrados en los gráficos).

El primer supuesto es inocuo. Nosotros *podemos* observar valores, tales como los bonos del Tesoro, cuyos pagos efectivos son fijos tanto en cuantía como en *timing*. Este no puede ser el origen del enigma.

El segundo supuesto no es perfectamente cierto, pero para la mayoría de los operadores primarios no es demasiado objetable. Para otros inversores, los costes operativos podrían fácilmente comerse los beneficios de esta particular cobertura; pero coberturas con mayores diferencias en flujos de caja y construidas de forma parecida pueden superar sin dificultades dichos costes operativos. Por ejemplo, si se produjeran flujos de caja con idéntico valor actual al cabo de uno, quince y treinta años, en vez de al cabo de uno, tres y nueve años, el beneficio en la cobertura después del año se vería amplificado. Si la rentabilidad cayera del 10 al 5 por 100, la cobertura arrojaría 560 dólares en vez de 23 dólares de la cobertura ilustrada (Gráfico 2). Las ganancias probablemente no pueden ser justificadas por los costes de cobertura.

Esto nos deja únicamente los supuestos tercero y cuarto. Pero el tercer supuesto no puede ser enteramente irracional por sí mismo puesto que observamos ocasionalmente estructuras temporales de rendimientos que son planas. Esto implica también que no podemos solucionar el problema afirmando que el precio del bono Barbell debe subir o que el precio del bono Bullet tiene que caer, puesto que si cualquiera de los dos precios iniciales cambiaran, la estructura temporal inicial no podría ser ya plana. Este mismo razonamiento significa que no podemos excluir el cuarto su-

GRAFICO 2



puesto, tomado por sí solo, de que la estructura temporal futura sea plana.

Pero la combinación del tercer y cuarto supuestos puede no ser verdad en general. En otras pa-

labras, si la estructura temporal es plana este período, no podemos razonablemente esperar que lo sea también el período siguiente. Si una estructura temporal de tipos de interés plana se despla-

CUADRO 2

Año	Estructura temporal con pendiente positiva		Estructura temporal con pendiente negativa			
	Tipo de descuento (%)	Barbell Bullet Flujo de caja	Tipo de descuento (%)	Barbell Bullet Flujo de caja		
1	5	\$ 525	\$ 0	15	\$ 575	\$ 0
5	10	\$ 0	\$ 1.610,51	10	\$ 0	\$ 1.610,51
9	15	\$ 1.758,94	\$ 0	5	\$ 775,66	\$ 0
Precio		1.000 \$			1.000 \$	
Duración		5,0 años			5,0 años	

za al alza o la baja por una constante en todas partes, existen *siempre* coberturas de coste cero que proporcionan sólo flujos de caja positivos, sin posibilidad de dar flujos de caja negativos, independientemente de la dirección del movimiento de los tipos de interés.

La curva de rentabilidades no debería exhibir cambios paralelos

El resultado básico es incluso más general. La estructura temporal inicial no tiene que ser plana. Basta sólo con que se desplace al alza o a la baja predeciblemente en una cantidad constante para todos los vencimientos; si esto sucede, es posible construir coberturas fiables de coste cero que proporcionan sólo flujos de caja positivos. [Para una prueba rigurosa de esta afirmación, ver Ingersoll, Skelton y Weil (1978)].

Para ilustrar la situación de curvas no planas de rentabilidad, consideremos otra vez los bonos Barbell y Bullet, pero ahora con estructuras de flujos de caja ligeramente diferentes; han sido escogidas de forma que el precio inicial de cada bono es todavía 1000 dólares y la duración inicial es cinco años. La estructura temporal de tipos de interés inicial es o de pendiente positiva o de pendiente negativa (Cuadro 2).

El resultado de una cobertura consistente en una posición larga en el bono Barbell y corta en el Bullet (una unidad de cada) se ilustra al cabo de un año en el Gráfico 3, suponiendo que la estructura temporal se ha desplazado arriba o abajo en una cantidad constante para todos los vencimientos. Por ejemplo, si los tipos han subido 100 puntos básicos y la estructura temporal tenía una pendiente positiva como la anterior (5 por 100, 10 por 100 y 15 por 100), esta estructura al cabo de un año es del 6 por 100, 11 por 100 y 16 por 100. A efectos de comparación, se repite el caso de una estructura temporal inicial plana.

La ilustración muestra que, grosso modo, se obtiene la misma pauta de ganancias en la cobertura sin importar cuál sea la forma de la estructura temporal de tipos, con tal de que esa forma permanezca inalterada cuando haya un movimiento en el nivel general de tipos.

¡Si estamos dispuestos a asumir que los inversores compiten por objetos tan embriagadores como coberturas con coste cero y flujos de caja estrictamente positivos, estamos obligados a dedu-

cir que la estructura temporal no fluctuará probablemente en una cantidad constante a lo largo de toda la curva! En otras palabras, a menos que estén disponibles arbitrajes perfectos sin riesgo, la estructura temporal de tipos de interés *debe* cambiar su curvatura con el transcurso del tiempo.

Esto no implica que la estructura temporal no pueda nunca desplazarse mediante una traslación constante en dos fechas sucesivas. Esto podría suceder aleatoriamente, pero no debería ocurrir predeciblemente, periodo tras periodo. Ni sería razonable creer que pasará en un único periodo. Si los inversores creyeran que la estructura temporal se iba a desplazar en una constante desde este periodo al siguiente, tratarían de construir coberturas similares a la ilustrada anteriormente. En el proceso de compra de un bono y venta de otro, los precios iniciales se verían afectados. Esto ocasionaría un cambio en las rentabilidades y, de esta forma, se alteraría la estructura temporal de tipos de interés *inicial*.

Para comprender cómo podría conseguirse inicialmente un equilibrio en el mercado de bonos, imaginemos que los inversores están convencidos de que la estructura temporal adoptará una determinada forma en una fecha futura. Dada la forma futura esperada de la estructura de tipos de interés, los precios de los bonos deben ser establecidos inicialmente de modo que la estructura temporal inicial tenga una forma *diferente*. De otro modo, serían posibles arbitrajes puros como los ilustrados anteriormente. De hecho, es el mismo proceso de competencia por tales posiciones de arbitraje el que hace que los precios iniciales adopten una pauta particular tal que se espera que la estructura temporal undule a lo largo del tiempo.

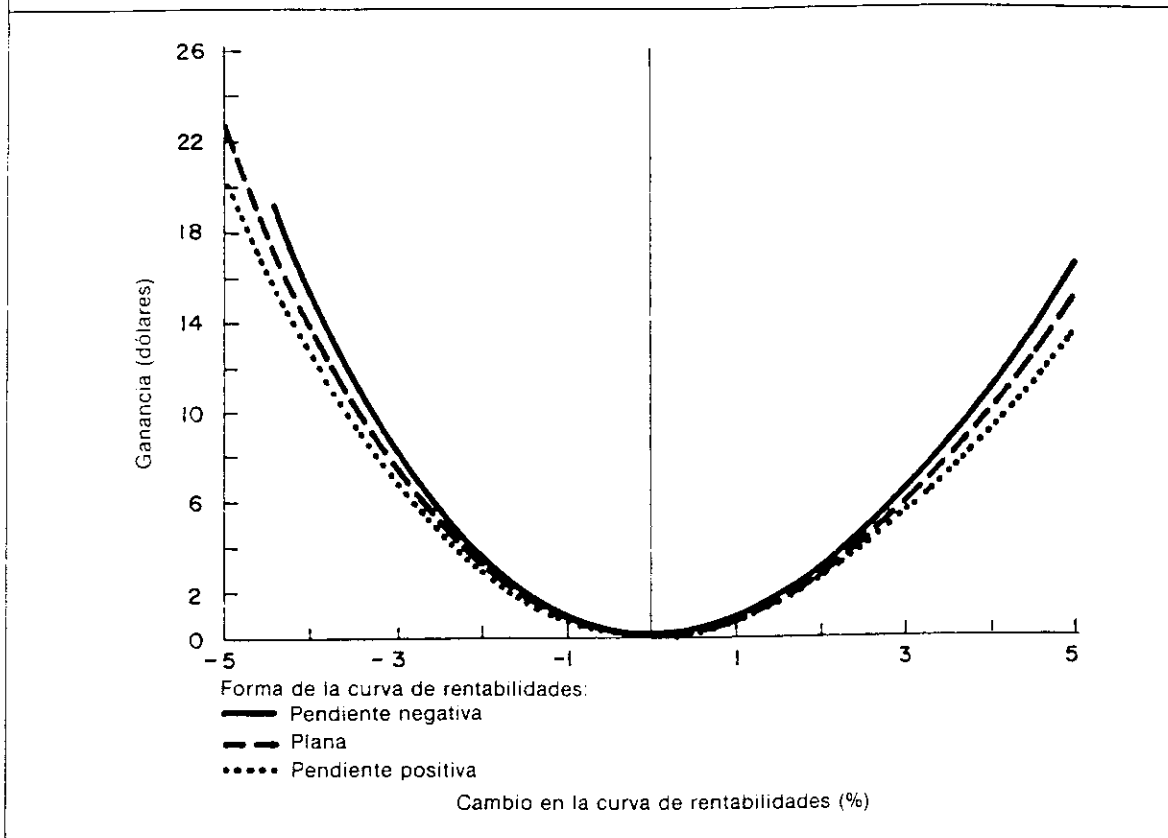
La implicación básica es ésta: es poco probable que la estructura temporal de tipos de interés se desplace hacia arriba y hacia abajo en una cantidad constante para todos los vencimientos, al menos con una base predecible y consistente. Por contra, es probable que cambie su curvatura con el paso del tiempo.

Si la curva de rentabilidades no se desplaza uniformemente, la duración no es una medida adecuada del riesgo de los tipos de interés

Como se ilustró anteriormente, la duración mide la sensibilidad del precio del activo a moderados

GRAFICO 3

BENEFICIO DE LA COBERTURA PARA VARIOS DESPLAZAMIENTOS PARALELOS EN LA CURVA DE RENTABILIDADES



desplazamientos paralelos en la curva de rentabilidades. Un hecho sobre el que no se suele reparar es que la duración (de Macauley) nos da, en realidad, la sensibilidad de un activo a los tipos de interés *sólo* respecto a desplazamientos paralelos.

Este hecho es completamente general, pero lo vamos a ilustrar con otro sencillo ejemplo usando la posición cubierta discutida anteriormente. Supóngase una estructura temporal de tipos de interés inicialmente plana, al 10 por 100, y que los bonos Bullet y Barbell tienen los flujos de caja, valores actuales y duraciones que aparecen en

el Cuadro 1 anterior. Así el valor actual inicial de ambos activos es 1.000 dólares y su duración cinco años. La cobertura consiste en comprar una unidad del Barbell y vender al descubierto una unidad del Bullet. El coste neto inicial es cero.

Con el fin de ilustrar el efecto de un cambio y desplazamiento de la estructura temporal, supongamos que la curva plana de rentabilidades se inclina arriba o abajo en el largo plazo al cabo de un año y que, además, todos los tipos se desplazan de forma paralela en una cierta cantidad. Por ejemplo, si la curva de rentabilidades (en el corto, medio y largo plazo) fuera inicialmente (10

por 100, 10 por 100 y 10 por 100), una inclinación al alza de 100 puntos básicos movería la curva a (10 por 100, 10 por 100 y 11 por 100) y un desplazamiento adicional de 100 puntos básicos llevaría la curva a una posición final de (11 por 100, 11 por 100 y 12 por 100).

Los resultados de la cobertura con diversas combinaciones de desplazamiento e inclinación aparecen en el Gráfico 4. El desplazamiento paralelo en todos los tipos está medido en el eje horizontal, mientras que el efecto de la inclinación está reflejado en las distintas curvas. Por ejemplo, una curva final de rentabilidades de (5 por 100, 5 por 100 y 3 por 100) —una inclinación a la baja de 200 puntos básicos más un desplazamiento también a la baja de 500 puntos básicos— está representado por un punto situado más arriba y a la izquierda del gráfico; (proporciona un beneficio a la cobertura de aproximadamente 157 dólares). Una curva final de rentabilidades de (15 por 100, 15 por 100 y 18 por 100) es el punto situado más a la derecha y abajo; es decir, una inclinación al alza de 300 puntos básicos más un desplazamiento, también al alza, de toda la curva de 500 puntos básicos. (La cobertura pierde en torno a 65 dólares).

La ilustración clarifica suficientemente una cosa: incluso en el caso de que la «cobertura» inicial esté perfectamente equilibrada, en términos de duración, son posibles pérdidas y ganancias. La «cobertura» no está libre de riesgo de tipos de interés cuando tales riesgos son tomados de modo que abarquen movimientos tanto en la forma de la curva de rentabilidades como en su nivel. Si la curva se inclina a la baja (curvas marcadas con el 8 por 100 y el 9 por 100), la cobertura da cuantiosas ganancias, incluso cuando el nivel básico permanece en el 10 por 100 de los plazos corto y medio. Pero cuando el plazo más largo de la curva de rentabilidades se inclina al alza (curvas marcadas con 11 por 100, 12 por 100 y 13 por 100), la posición refleja fuertes pérdidas. Los desplazamientos paralelos en la rentabilidad únicamente intensifican estos resultados.

La supuesta deseabilidad absoluta y general de la convexidad queda en entredicho. La alta convexidad del bono Barbell lo hace mucho peor que la baja convexidad del Bullet cuando la curva de rentabilidades se inclina al alza.

Los resultados del Gráfico 4 son meramente ilustrativos. Son posibles y más probables otras

pautas de desplazamiento e inclinación. Claramente, hay un modelo de curva de rentabilidad compatible con poco más o menos cualquier valor terminal de una «cobertura» equilibrada en términos de duración. Si los tipos a corto fluctúan más que los tipos a largo, dicho modelo será distinto de las curvas representadas en el Gráfico 4, pero los resultados no serán positivos o negativos de forma predecible.

Esta es entonces la paradoja de la duración: la duración es una perfecta medida del riesgo y la convexidad es una medida inequívoca de deseabilidad sólo en el caso de desplazamientos paralelos en la estructura temporal de tipos de interés. Pero tales desplazamientos no son compatibles con un equilibrio competitivo del mercado. Permiten coberturas sin coste, sin riesgo y con resultados positivos. Es decir, la duración puede ser una medida completa de riesgo sólo en condiciones poco plausibles.

La literatura científica ha dedicado una considerable atención al problema de la duración con la esperanza de encontrar algo parecido a la duración de Macauley que fuera más sólido para el caso de curvas de rentabilidad undulantes. Existe al menos una docena de modificaciones, cada una de las cuales funciona con un tipo particular de desplazamiento o inclinación. No se ha encontrado ninguna que sea útil de forma general para fluctuaciones arbitrarias de la estructura temporal, y nunca *será* encontrada. Tal y como lo exponen Barnhill y Margrabe (1986), «... el único medio de inmunizar completamente el valor de una cartera de bonos de máxima solvencia y no rescatables contra cambios arbitrarios en una estructura temporal de tipos de interés arbitraria es comprando o creando un puro bono al descuento con el pago final deseado en el horizonte proyectado del inversor».

D. Duración y valores rescatables

Los méritos de la duración y la convexidad son discutibles incluso para valores simples de renta fija; sin embargo, estos conceptos son también utilizados para activos más complejos como bonos de empresa rescatables y créditos hipotecarios.

Un activo rescatable de renta fija representa una posición larga en un bono no rescatable más una posición corta en una opción *call* sobre ese

inclinación. Claramente, la rentabilidad en cualquier variación equilibrada en tipos a corto fluctúa en dicho modelo sentadas en el Gráfico 4 serán positivos o negativos.

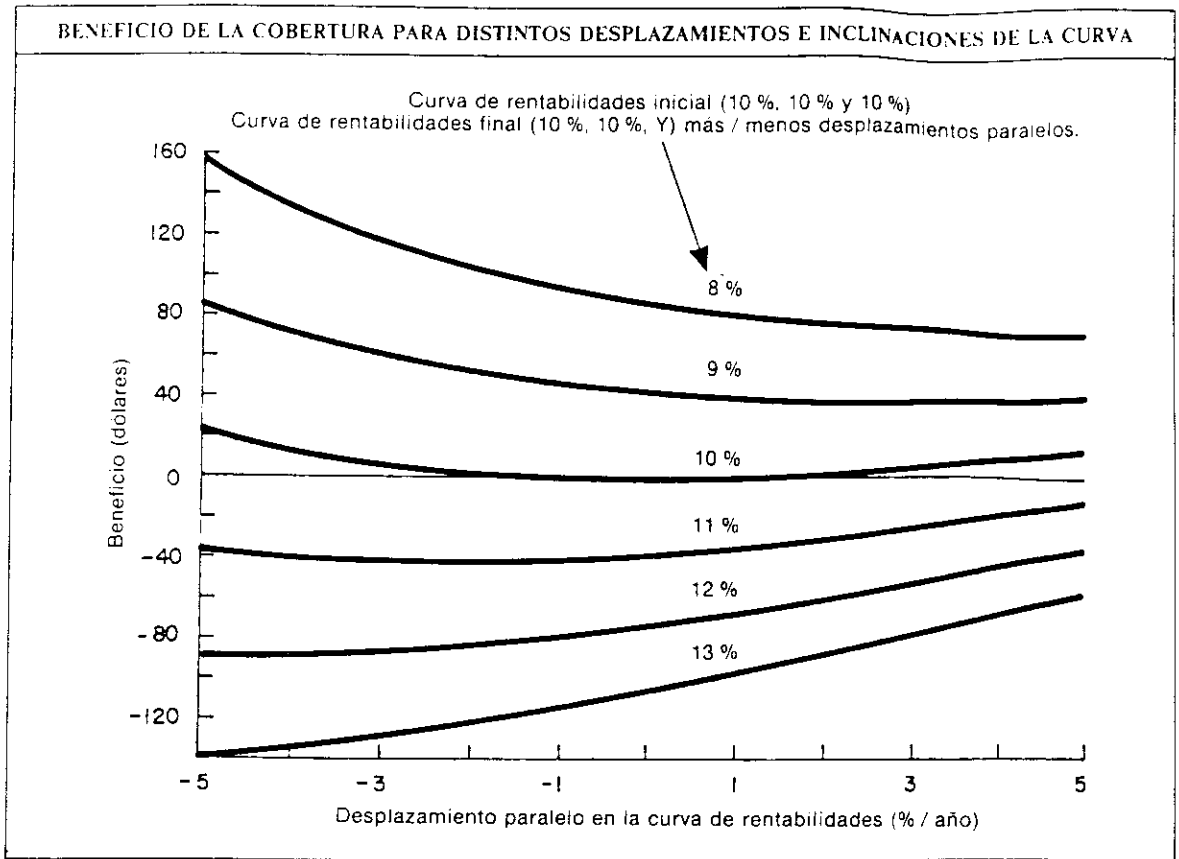
de la duración: la medida del riesgo y la equivocación de desajustes paralelos para diferentes tipos de interés no son compatibles con el mercado. El riesgo y con revalorización puede ser sólo en condiciones.

indicado una consistencia: la duración con parecido a la duración más sólido para el endulzantes. Existen razones, cada una tipo particular de lo se ha encontrado una estructura temporal como lo es el único ente el valor de la solvencia y no rarios en una esfera arbitraria es mono al descuento del horizonte pro-

convexidad son simples de renta os son también olejos como bonos créditos hipote-

fija representa rescatable más call sobre ese

GRAFICO 4



mismo bono. El poseedor de la opción (el prestatario) tratará naturalmente de ejercitar su privilegio en el momento más oportuno, cuando los tipos de interés vigentes estén bajos en relación al tipo del cupón establecido en el activo. De este modo, el *timing* de los flujos de caja es por sí mismo dependiente del nivel de tipos de interés. La duración es una variable aleatoria cuando el prestatario tiene la opción de pago anticipado.

Para activos rescatables, la duración no está monótonamente relacionada con el nivel de tipos de interés

Cuando los tipos de interés están bajos en re-

lación al cupón de un activo rescatable, la sensibilidad de su precio a movimientos de los tipos de interés tendría que ser escasa, puesto que la volatilidad de los tipos debería tener un efecto sobre el valor de mercado de la opción *call* casi tan grande como sobre el valor de mercado del bono. Los dos efectos se compensan para el valor híbrido (rescatable), resultando en una reducida sensibilidad neta a los tipos de interés. El valor rescatable tiene una corta duración «efectiva» a niveles bajos de tipos de interés⁶.

⁶ La analogía de una duración efectiva no es perfecta. La escasa sensibilidad a los tipos de interés de un activo rescatable cuyo cupón representa una prima, no se debe a la elevada probabilidad de

A medida que se incrementa el nivel general de tipos de interés, la sensibilidad del precio de un valor rescatable aumenta también porque la opción *call* ya no está tan *in the money*. Las fluctuaciones del precio de la opción están todavía altamente correlacionadas con los tipos de interés, pero su amplitud se ha reducido, de modo que tienen un efecto atenuador menos marcado sobre los movimientos del precio de mercado del activo rescatable.

Hay, sin embargo, un límite al aumento de la sensibilidad con incrementos en el nivel de tipos de interés. A medida que la opción *call* se sitúa más y más *out-of-the-money*, su valor de mercado se hace insignificante. Elevaciones adicionales en los tipos de interés empezarán a reducir otra vez la sensibilidad del precio del valor rescatable, por la misma razón que aumentos en los tipos reducen la duración de un bono no rescatable (mayores tipos aumentan el valor actual relativo de los flujos de caja más próximos).

Esto implica que existe una cierta región intermedia de tipos de interés, un poco por encima del cupón establecido, donde la sensibilidad del precio de un bono rescatable alcanza su máximo. Si el bono se sitúa o con descuento o con una prima sustancial, su sensibilidad desciende⁷.

Los activos rescatables tienen sensibilidad relativamente baja a los tipos de interés (y quizás, rendimientos medios relativamente bajos)

El mismo razonamiento implica que los valores rescatables son menos sensibles, en general, a movimientos en los tipos de interés que los bonos no rescatables. El valor del componente op-

ción del bono rescatable se mueve en la dirección opuesta al valor del componente bono puro. Salvo cuando los tipos están mucho más altos que el cupón del bono, la opción *call* tiene un fuerte efecto atenuador sobre los movimientos del precio de mercado inducidos por fluctuaciones en los tipos de interés. Las rentabilidades esperadas de valores rescatables sin riesgo crediticio, tales como fondos hipotecarios de la General National Mortgage Association, tendrían que ser relativamente bajas pues tales valores son menos sensibles a los tipos de interés que incluso los bonos no rescatables del Tesoro.

¿Por qué, entonces, observamos habitualmente que las rentabilidades de los bonos rescatables son más altas que las de los bonos del Tesoro (que son típicamente no rescatables o que tienen una opción de compra muy diferida en el tiempo)? La respuesta puede ser que las rentabilidades cotizadas son identificadas erróneamente como rentabilidades esperadas. Cualquier rentabilidad basada en un supuesto de duración fija de flujos de caja *exagerará* la verdadera rentabilidad esperada de un activo rescatable.

La razón estriba en una adversa selección de los pagos anticipados. Consideremos un valor rescatable seleccionado de forma tal que tenga una duración esperada igual al horizonte temporal de la inversión. La rentabilidad se calcula basándose en un *timing* anticipado de flujos de caja en correspondencia con la duración esperada. La duración real de los flujos de caja depende del momento en que éstos son cobrados finalmente, de modo que la duración *ex-post* podría ser o más larga o más corta que la anticipada.

Si los tipos descendieran durante el período de inversión, la probabilidad de amortización anticipada aumentaría, haciendo necesario reinvertir un mayor volumen de flujo de caja en el futuro. Estas reinversiones se harían probablemente a un tipo más bajo que la rentabilidad original (de otro modo, el prestatario no habría optado por amortizar anticipadamente). Si los tipos aumentaran durante el período de inversión, habría pocas posibilidades de reembolso anticipado y se obtendría, de hecho, un rendimiento total próximo a la rentabilidad original. Obsérvese que el rendimiento *medio* que se espera realizar sobre los dos escenarios —alcista y bajista de tipos— es menor que la rentabilidad original.

Podemos ilustrar este efecto con los bonos Bar-

un pronto ejercicio. No se debe a la vida esperada más corta del activo, sino más bien al hecho de que se compensen las sensibilidades del precio derivadas de sus dos componentes, el bono puro y la opción. Para comprender este punto, imaginemos un bono rescatable con acumulación continua de intereses, es decir, un bono que no genera pagos pero cuyo principal crece constantemente a una tasa, o tipo «del cupón», preestablecida. Puede probarse que la opción *call* sobre tal bono no será ejercida antes del vencimiento (independientemente del precio de ejercicio). El *timing* de los flujos de caja no está influido por el nivel de tipos de interés: con todo, si el nivel de tipos vigente es pequeño respecto a el tipo de interés establecido, la opción *call* tendrá un valor muy elevado (esto es, estará claramente *in the money* y la sensibilidad del precio de este bono a movimientos de los tipos de interés será escasa.

⁷ Si hay costes asociados con el ejercicio de la opción, la región de máxima sensibilidad del precio puede estar desplazada hacia un nivel de tipo de interés más próximo o incluso por debajo del cupón.

ve en la dirección
o puro. Salvo
más altos que
// tiene un fuerte
mientos del pre-
ctuaciones en los
des esperadas de
diticio, tales co-
general National
que ser relativa-
on menos sensi-
incluso los bonos

os habitualmente
onos rescatables
del Tesoro (que
que tienen una
n el tiempo)? La
bilidades cotiza-
nte como renta-
ntabilidad basa-
de flujos de ca-
ilidad esperada

sa selección de
emos un valor
a tal que tenga
horizonte tempo-
de se calcula ba-
le flujos de caja
br operada. La
j depende del
dos finalmente,
podría ser o más
da.

te el período de
ortización anti-
sario reinvertir
ja en el futuro.
ablemente a un
original (de otro
tado por amor-
os aumentarán
abria pocas po-
do y se obtien-
otal próximo a
e que el rendi-
r sobre los dos
os— es menor

los bonos Bar-

bell y Bullet utilizados en las secciones precedentes. Supongamos que el horizonte original del inversor es cinco años, que la curva de rentabilidades inicial es plana al nivel del 10 por 100 y que ambos bonos pueden ser amortizados anticipadamente al cabo de un año, justo antes del pago establecido de 550 dólares para el bono Barbell, a un precio de 1.100 dólares (el precio original más la rentabilidad inicial del 10 por 100). Supongamos que hay iguales probabilidades de que la curva (plana) de rentabilidades se mueva al alza en 500 puntos básicos, a la baja en 500 puntos básicos o de que permanezca igual; es decir, la posibilidad de reinvertir a tipos del 5 por 100, 10 por 100, y 15 por 100 es de 1/3 para cada uno de ellos. Por último, a efectos de simplificar el ejemplo, supongamos que el tipo de interés se mantiene a su nuevo nivel desde el segundo al quinto año.

Si el tipo de reinversión después de un año es del 10 o del 15 por 100, sólo se cobrará el pago establecido original de 550 dólares del bono Barbell (Cuadro 1). Sin embargo, si el tipo de reinversión es del 5 por 100, ambos bonos pagarán 1.100 dólares, el precio de ejercicio de la opción *call*. Los rendimientos totales en un horizonte a cinco años se muestran en el Cuadro 3.

Los rendimientos que un inversor puede razonablemente esperar son, en media, algo más de 100 puntos básicos menores que la rentabilidad original.

Los rendimientos medios de ambos bonos no son exactamente los mismos. En este ejemplo particular, la posibilidad de amortización anticipada redundará en el beneficio relativo del bono Barbell. Por supuesto, la duración *original* del bono Barbell habría aumentado a 5,18 años si hubiéramos

usado el rendimiento esperado como tipo de descuento, de modo que uno podría decir que su rendimiento medio extra es simplemente una prima por riesgo para compensar la duración extra. Sin embargo, este argumento es una generalización incorrecta de un ejemplo casual; no funcionaría en todos los casos. Recuérdese que la duración asume un *timing* no aleatorio de flujos de caja, mientras que el tipo de descuento se obtiene tomando en consideración la aleatoriedad real.

La cobertura entre los bonos Barbell y Bullet se hace más problemática con activos rescatables. Los valores de los dos activos al cabo de un año estarán fuertemente afectados por el nivel de tipos de interés y por la forma de la curva de rentabilidades. Una curva de rentabilidades inclinada ocasiona una variabilidad en los resultados de la cobertura mayor que la que fue puesta de manifiesto en la sección IV para el caso de un activo no rescatable, puesto que algunos movimientos de la curva de rentabilidades influyen o en el Bullet o en el Barbell, *pero no en ambos*. El resultado se ilustra en el Gráfico 5. Nuevamente, los movimientos de la curva de rentabilidades ilustrados incluyen una inclinación al alza o a la baja en el plazo más largo combinada con diversos desplazamientos paralelos.

Dados los resultados que aparecen en el Gráfico 5, parece haber poca base para considerar esta posición, equilibrada en términos de duración, como una cobertura contra el riesgo de tipos de interés. Los beneficios y pérdidas son relativamente grandes y tienen una extraña pauta. Por ejemplo, las mayores pérdidas de la posición ocurren cuando la curva de rentabilidades se inclina al alza, permaneciendo constante el nivel general de tipos de interés.

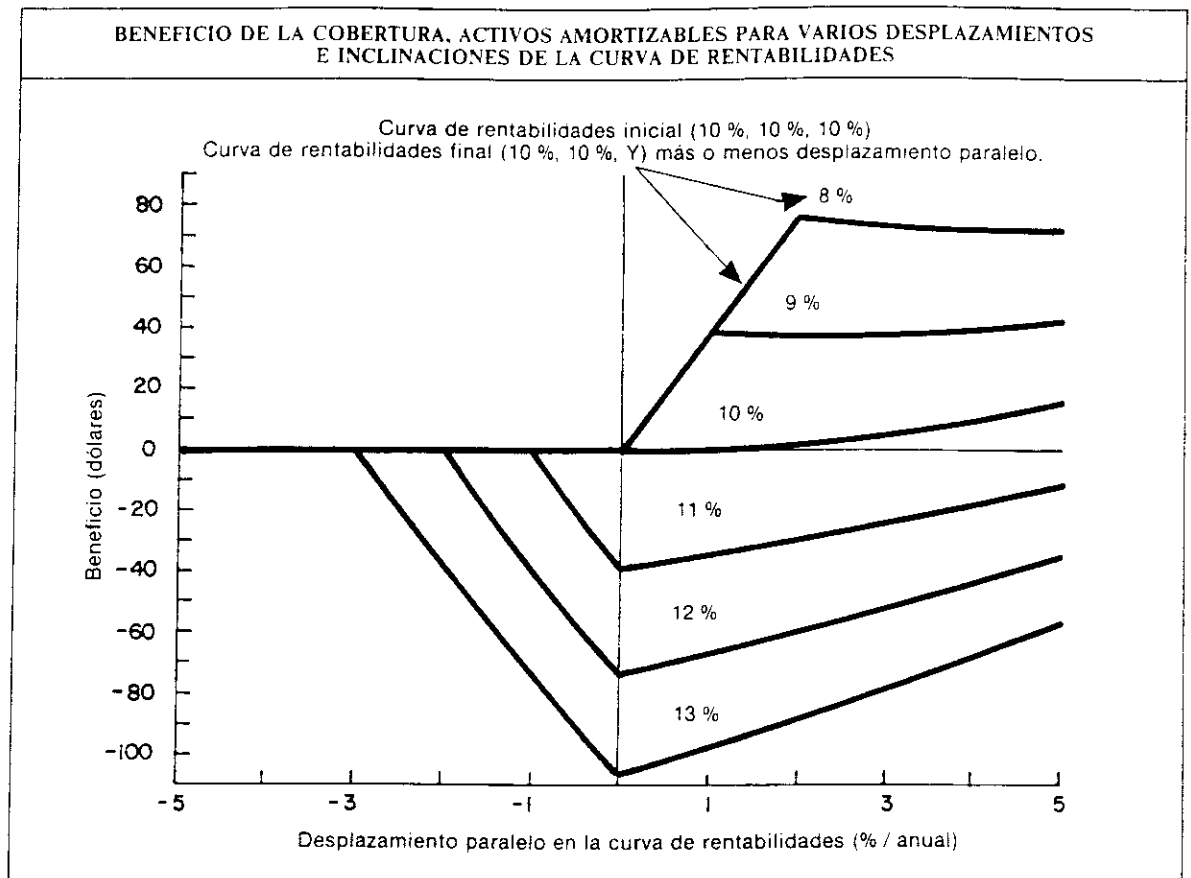
El supuesto atractivo de la convexidad se ve cuestionado hasta un extremo incluso mayor que con activos no rescatables; comparando el Gráfico 5 con el caso no rescatable ilustrado en el Gráfico 4, hay ahora un conjunto más reducido de situaciones en las que el más convexo bono Barbell se comporta mejor que el menos convexo bono Bullet. Conviene, de nuevo, tener presente que esto es meramente un ejemplo. No se debe concluir que un bono rescatable Bullet es mejor, en general, que un bono rescatable Barbell. Otros movimientos de la curva de rentabilidades podrían favorecer al bono Barbell.

CUADRO 3

Tipo de reinversión después de un año (%)	Barbell	Bullet
	Rendimiento total (%)	
5	5,98 ^a	5,98
10	10,00	10,00
15	10,35 ^b	10,00
Rendimiento esperado	8,76	8,66

^a $\{1.100 (1,05)^4 / 1.000\}^{1/5} - 1$
^b $\{[550 (1,15)^4 + 1.178,97 / (1,15)^4] / 1.000\}^{1/5} - 1$

GRAFICO 5



III. La alternativa, análisis multifactorial de riesgo, consistente con la moderna teoría de carteras

Un argumento utilizado frecuentemente para combatir las críticas a la duración es la supuesta ausencia de una alternativa viable. Duración y convexidad pueden estar, efectivamente, sujetas a dificultades conceptuales, pero se da por supuesto que no hay otro método disponible para medir el riesgo de tipos de interés de los activos de renta fija.

Aun cuando no hubiera realmente alternativa,

un argumento tal tendría dudoso mérito. Podría parafrasearse del siguiente modo: «Si usamos duración y convexidad, vamos a cometer errores en la toma de decisiones de inversión, de cobertura, y nos va a llevar a una falsa sensación de seguridad de que nuestros procedimientos de inversión producirán los resultados deseados y planeados. Sin embargo, seguiremos adelante y usaremos estos conceptos porque no sabemos qué otra cosa podemos hacer.» Los cuentos populares están repletos de engaños similares: la seguridad del avestruz está garantizada si no puede ver el peligro, el emperador está vestido hasta que alguien no mencione la evidencia, etcétera.

I DS

do.

5

Y *hay* una alternativa. Los sofisticados y lógicos modelos de riesgo y rendimiento utilizados todos los días en los mercados bursátiles pueden aplicarse a los mercados de renta fija. Uno de los más generales es el Modelo de Valoración de Precios por Arbitraje inventado por Ross (1976). Es un modelo factorial con una importante característica adicional: la especificación de cómo las sensibilidades al riesgo serán recompensadas con mayores rendimientos medios a lo largo del tiempo.

A. Los riesgos son multifacéticos

Los riesgos derivados de todas las fuentes están divididos en dos categorías fundamentales. Una categoría incluye riesgos que pueden ser «diversificables» en grandes carteras, mientras que en la otra estarían aquellos riesgos que no pueden ser eliminados, incluso en grandes carteras diversificadas. Ross probó que un mercado de capitales que funcionase bien sólo compensaría por la exposición a los riesgos incluidos en la segunda categoría.

Podría muy bien haber varias fuentes distintas de riesgos no diversificables. Estudios empíricos en mercados de renta variable han descubierto cuatro o cinco, las cuales han sido asociadas a variables macroeconómicas específicas tales como producción industrial, inflación y confianza del inversor [Chen, Roll y Ross (1986)]. Tanto el nivel general de tipos de interés como la forma de la estructura temporal de tipos de interés se han revelado empíricamente como factores de penetrante influencia sobre las rentabilidades bursátiles y las exposiciones a los mismos han sido asociadas a primas por riesgo¹⁰; es decir, una acción particular que está fuertemente expuesta a movimientos intertemporales en el nivel y la forma de la estructura temporal de tipos de interés proporciona un rendimiento total medio a largo plazo mayor, una compensación o pago, en suma, por el riesgo.

Si tales influencias son importantes para las acciones, piénsese cuánto más importante deben ser

¹⁰ En el trabajo de CHEN, ROLL y ROSS, el nivel general de tipos de interés era obtenido por la tasa de inflación esperada (una variable que directamente influye sobre los tipos nominales), mientras que la estructura temporal de tipos era medida por el rendimiento total diferencial entre un bono público a largo plazo y otro a corto plazo.

para valores de renta fija. Uno bien podría imaginarse un modelo de formación de precios por arbitraje para bonos que tuviera dos factores, digamos el tipo a largo y el tipo a corto, como en el modelo de Brennan-Schwartz (1979), o un tipo a corto plazo y una pendiente de la estructura temporal, o quizás con un tercer factor relacionado con la concavidad de dicha estructura temporal de tipos de interés. El número e identidad de factores de renta fija es una cuestión empírica, como lo fue en los mercados de renta variable, pero su resolución está con seguridad destinada a proporcionar una caracterización más satisfactoria de los riesgos y recompensas de la renta fija.

Ya ha habido un buen número de trabajos empíricos de calidad sobre factores en la literatura académica [Langetieg (1980) y Oldfield y Rogalski (1981)]. Modelos factoriales simples ya han demostrado ser superiores a los modelos basados en la duración; [Ingersoll en Kauffman et al. (1983) o Gultekin, y Rogalski (1984)]. Presentamos ahora algunos resultados nuevos para una muestra de instituciones de ahorro públicamente negociadas.

B. Estimaciones empíricas de las exposiciones de las instituciones de ahorro a riesgos múltiples

Para ilustrar los distintos riesgos macroeconómicos a los que realmente están expuestas las IA, se han utilizado datos de precios en el mercado bursátil para una muestra de las 11 IA cotizadas en la bolsa de Nueva York (New York Stock Exchange, NYSE) al menos sesenta meses durante el período que va desde enero de 1976 hasta febrero de 1987.

El primer paso en este procedimiento empírico es el de obtener series de tasas de rendimiento para «carteras miméticas» de riesgos económicos subyacentes. Usando una versión mejorada de los métodos que aparecen en Roll y Ross (1980), se llevó a cabo un análisis factorial a gran escala para todas las acciones cotizadas en el NYSE; esto dio como resultado un conjunto de carteras concebidas como transformaciones lineales de los factores macroeconómicos subyacentes. Debido a la evidencia en Chen, Roll y Ross (1986) de que el número de factores macroeconómicos «valorados» es de cuatro o cinco, generamos cinco «carteras miméticas».

Cada una de estas carteras en realidad es una

mérito. Podría
Si usamos du-
ter errores en
de cobertura,
ción de seguri-
s de inversión
y planeados.
usaremos es-
qué otra cosa
ares están re-
idad del aves-
er el peligro.
ie alguien no

cartera factible integrada por todas las acciones del NYSE, pero las ponderaciones de inversión de las acciones individuales son diferentes en cada cartera. Las carteras están elegidas de forma que tengan una correlación muy pequeña con el resto, en un intento de mejorar la fiabilidad económica. La primera cartera tiene inversiones positivas en la mayoría de las acciones, de modo que está altamente correlacionada con cualquiera de los índices generales del mercado. El resto de las carteras, sin embargo, incluyen muchas posiciones cortas y tienen poca correlación con tales índices. En vez de ello, estas carteras están correlacionadas con otros factores macroeconómicos.

El Cuadro 4 presenta los coeficientes de correlación entre las tasas de rendimiento mensuales de las cinco «carteras mimétricas». En el Gráfico 6 se representa la inversión de un dólar en cada una de las cinco carteras para los últimos cinco años.

Las «carteras mimétricas» están relacionadas con las cinco variables macroeconómicas subyacentes en Chen, Roll y Ross (1986) (CRR, en lo sucesivo) por medio de una matriz de transformación que básicamente modifica la ponderación de las carteras para proporcionar la máxima correlación con las variables económicas. Estas variables son las fuentes de riesgo sistemático.

El procedimiento empírico es el siguiente: primero, el rendimiento de la acción es relacionado por medio de una regresión múltiple con los rendimientos de las «carteras miméticas»; se calculan entonces combinaciones lineales de los coeficientes estimados, utilizando la matriz de trans-

formación, para obtener estimaciones directas de exposiciones a riesgos macroeconómicos. Por último, estas exposiciones son divididas por las exposiciones correspondientes del índice, ponderado por la capitalización, de todas las acciones, con el fin de obtener estimaciones del riesgo de cada acción relativo al riesgo del índice general.

Las cinco variantes macroeconómicas encontradas por CRR que el mercado bursátil valorara separadamente son los cambios no anticipados en:

1. Producción industrial.
2. Inflación esperada.
3. Inflación real.
4. Estructura temporal de tipos de interés.
5. Confianza del inversor.

La medición precisa de estas variables está explicada en el trabajo de CRR. La producción industrial y la inflación fueron medidas por las series del gobierno habituales (la tasa de variación en el Índice de Precios al Consumo, por ejemplo, representaba la inflación real). La variable estructura temporal era la diferencia en los rendimientos entre un bono a largo plazo y otro a corto plazo, ambos del Tesoro. La variable Confianza del inversor era el diferencial de rentabilidad entre un bono de empresa con bajo *rating* y un bono del Tesoro¹¹.

El método de CRR para obtener un valor *esperado* para cualquier variable en un mes dado es demasiado intrincado para ser explicado otra vez aquí. Baste con hacer notar que se construyeron modelos estadísticos para predecir cada variable y que el cambio *no anticipado* fue definido como la diferencia entre el valor real y el valor predicho por el modelo.

Los Gráficos 7-11 presentan los resultados para las 11 grandes instituciones de ahorro en nuestra muestra. Cada gráfico, de forma sucesiva, corresponde a una de las variables de riesgo macroeconómico. Para cada variable, la exposición de cada IA se presenta en relación a la exposición del mercado; es decir, las unidades están en una escala tal que el índice del mercado, ponderado por la capitalización, de todas las acciones del NYSE tiene una exposición de 1,0 a cada variable.

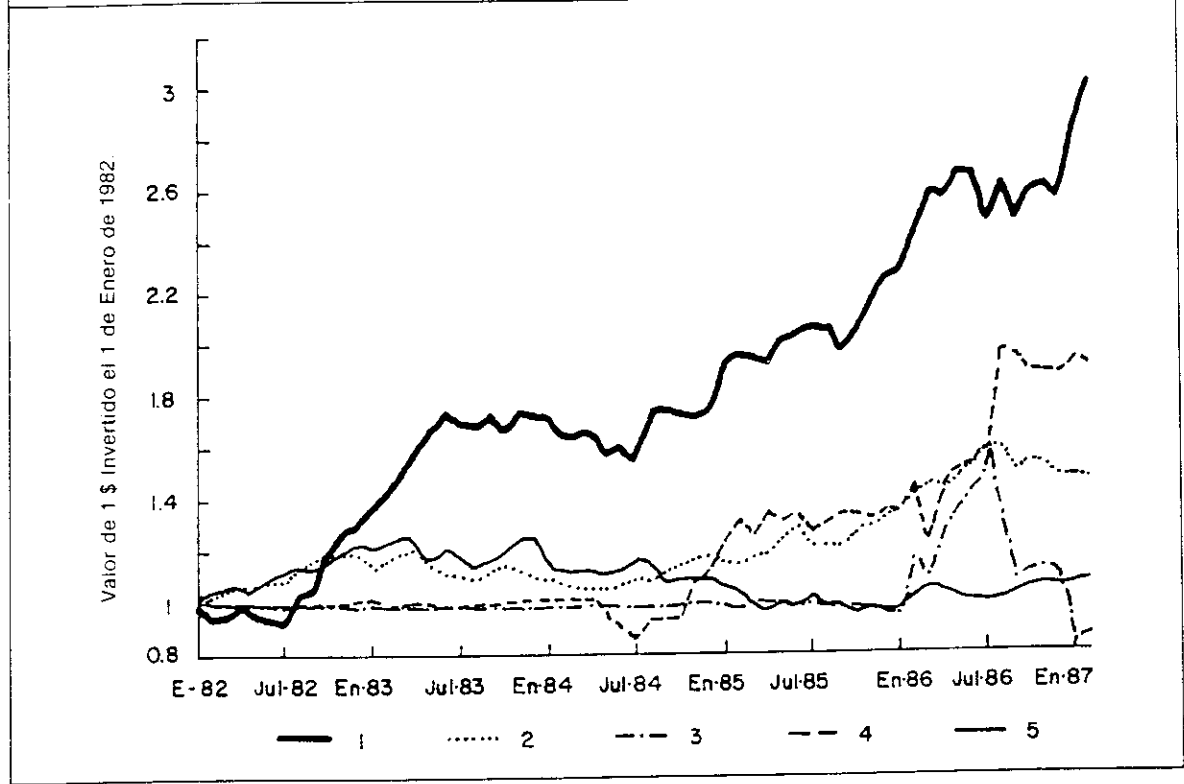
¹¹ El diferencial de rentabilidad es una combinación del grado agregado de aversión al riesgo y el nivel agregado de riesgo percibido en la economía.

CUADRO 4

COEFICIENTES DE CORRELACION DE RENDIMIENTOS MENSUALES. CINCO «CARTERAS MIMÉTICAS» DE ACCIONES DEL NYSE				
Cartera	Enero 1976 - febrero 1987			
	Vs. cartera			
	1	2	3	4
2	-0,04052			
3	-0,16770	0,00066		
4	-0,07781	-0,09887	0,00999	
5	0,07991	-0,06620	-0,04303	-0,17298

GRAFICO 6

«CARTERAS MIMETICAS» APT. VALOR ACUMULADO, 1982-87



Por ejemplo, en el Gráfico 7, vemos que la exposición al riesgo de American Savings and Loan es de 1,46 para la producción industrial. Esto implica que American Savings tiene un 46 por 100 más de exposición a la actividad industrial que una acción media cotizada en la bolsa de Nueva York. Existe una considerable heterogeneidad entre las IA en su exposición a la producción industrial. Cuatro IA de las 11 tienen incluso exposiciones negativas, lo que significa que sus precios están inversamente correlacionados con cambios no anticipados en la producción industrial (manteniendo las otras variables constantes). La exposición media de estas IA a la producción industrial es sólo el 26 por 100 de la exposición de una acción típica del NYSE.

Comparando el Gráfico 7 con los Gráficos 8-11, vemos que las IA en la muestra son más homogéneas en sus exposiciones a las otras variables de riesgo. Todas las IA están altamente expuestas, por ejemplo (Gráfico 8), a la inflación esperada, y dos —American Savings and Gibraltar— tienen niveles de exposición de, al menos, el doble que la acción media del NYSE. Incluso la IA menos expuesta, Great Western, tiene un 34 por 100 más de exposición que una acción media. La exposición media de las 11 IA a la inflación esperada es un 74 por 100 mayor que la exposición del índice del mercado.

En el estudio de CRR, las dos fuentes más significativas de riesgo fueron la confianza del inversor y la estructura temporal de tipos de interés.

or directas de... os. Por úl... lidas por las ex... ndice, pondera... as las acciones... es del riesgo de... índice general... ómicas encon... bursátil valora... no anticipados

pos de interés.

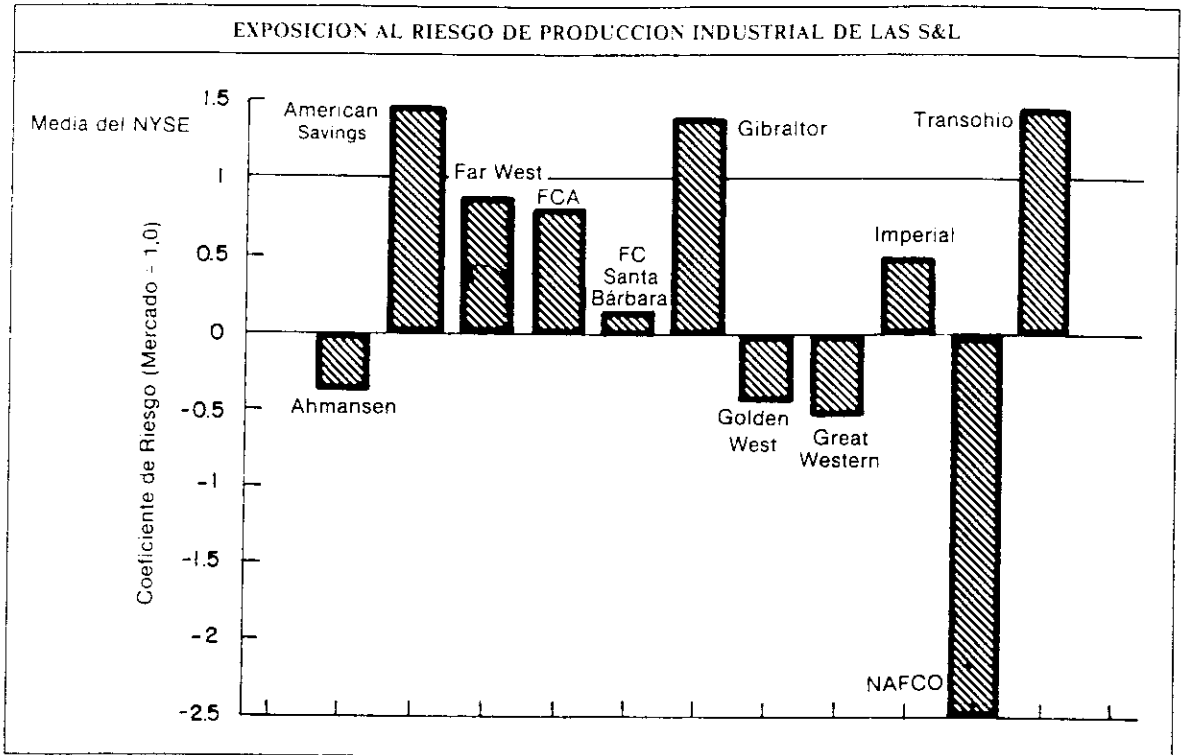
riables está ex... producción in... idas por las se... sa de variación... o, por ejemplo... variable estruc... los rendimien... tro a corto pla... e Confianza del... bilidad entre un... y un bono del

er un valor es... nes dado es... lo otra vez... se construyeron... r cada variable... definido como... el valor predi-

s resultados pa... ahorro en nues... orma sucesiva... s de riesgo ma... e, la exposición... a la exposición... es están en una... do, ponderado... as acciones del... a cada variable.

mbinación del grado... grado de riesgo perci-

GRAFICO 7



Estas incorporaban las mayores primas por riesgo estimadas, presumiblemente porque los inversores requieren una sustancial compensación por la exposición a sus riesgos. Las IA están sumamente expuestas a estas dos variables; Gráficos 10 y 11. La IA media tiene una exposición a la estructura temporal equivalente al 196 por 100 del promedio de todas las acciones del NYSE, siendo su exposición a la confianza del inversor el 217 por 100 de la exposición media del NYSE. Esto es un nivel impresionante de riesgo sistemático.

De este modo, las IA son sensibles a los mismos riesgos que la acción media. No son sólo los movimientos en el nivel de tipos de interés los que hacen que los precios de sus acciones varíen¹²;

¹² La variable inflación esperada está fuertemente relacionada con el nivel de los tipos de interés a corto plazo. Realmente, es una función de la rentabilidad de los pagarés del Tesoro a un mes, convenientemente corregida para el tipo de interés real esperado.

existe también un efecto derivado de la confianza del inversor, de la estructura temporal e, incluso, de la tasa de inflación efectiva en un mes dado. En realidad, las IA están más expuestas a este tipo de riesgos que lo que lo está la acción típica. Sin embargo, las instituciones de ahorro, en media, están algo menos expuestas al riesgo de producción industrial que la acción típica: un resultado nada sorprendente, ciertamente, para las instituciones financieras.

Finalmente, el Gráfico 12 presenta el nivel de volatilidad, relativo al del índice del mercado, no explicado por las «carteras miméticas». La IA media tiene 77 veces más volatilidad no explicada que el mercado; y el campeón de la volatilidad, Financial Corporation of America, tiene 158 veces más! Evidentemente, las IA están altamente sujetas a riesgo no sistemático. De acuerdo con la moderna teoría financiera, si se soporta riesgo no sistemático, se soporta innecesariamente pue-

GRAFICO 8

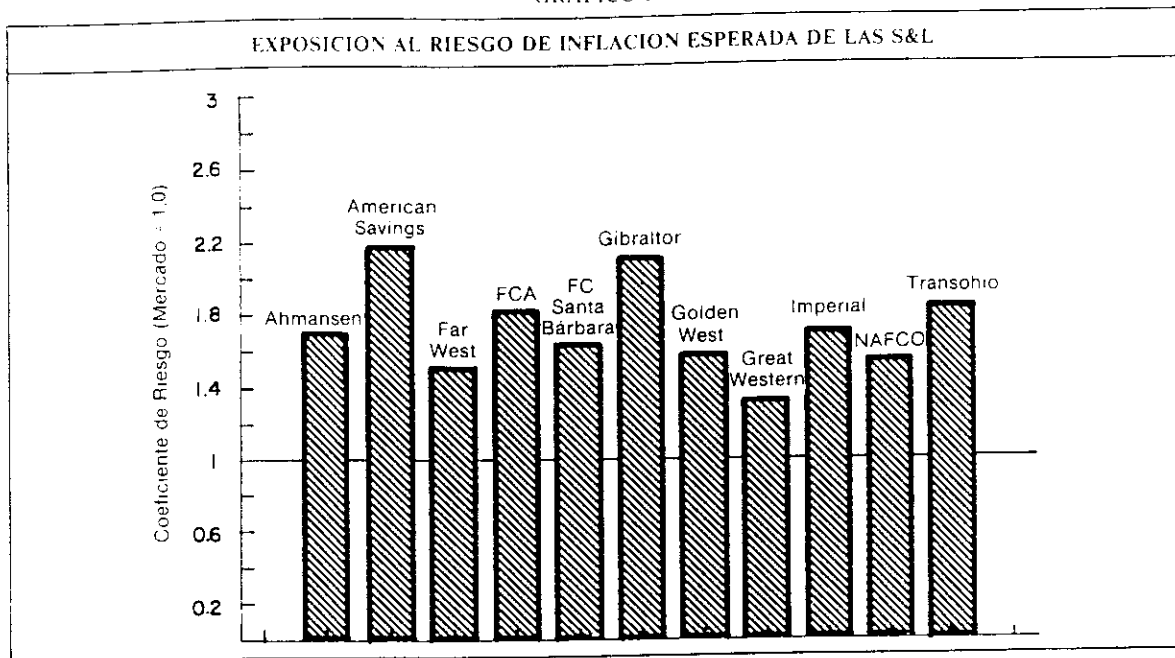


GRAFICO 9

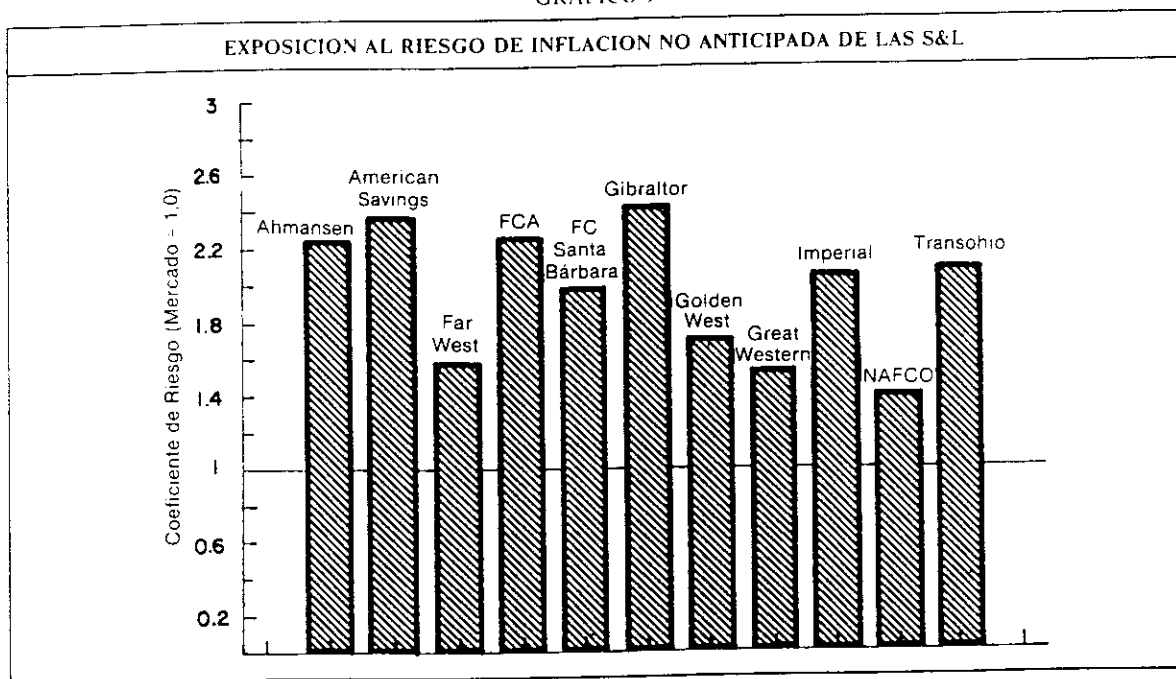


GRAFICO 10

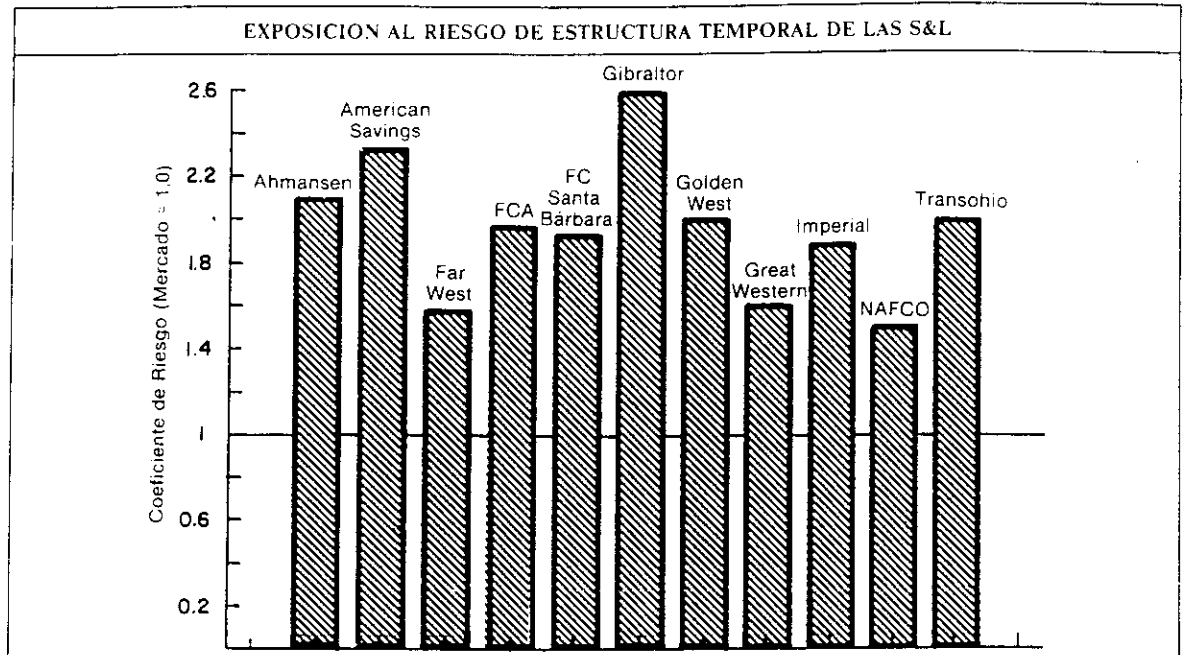


GRAFICO 11

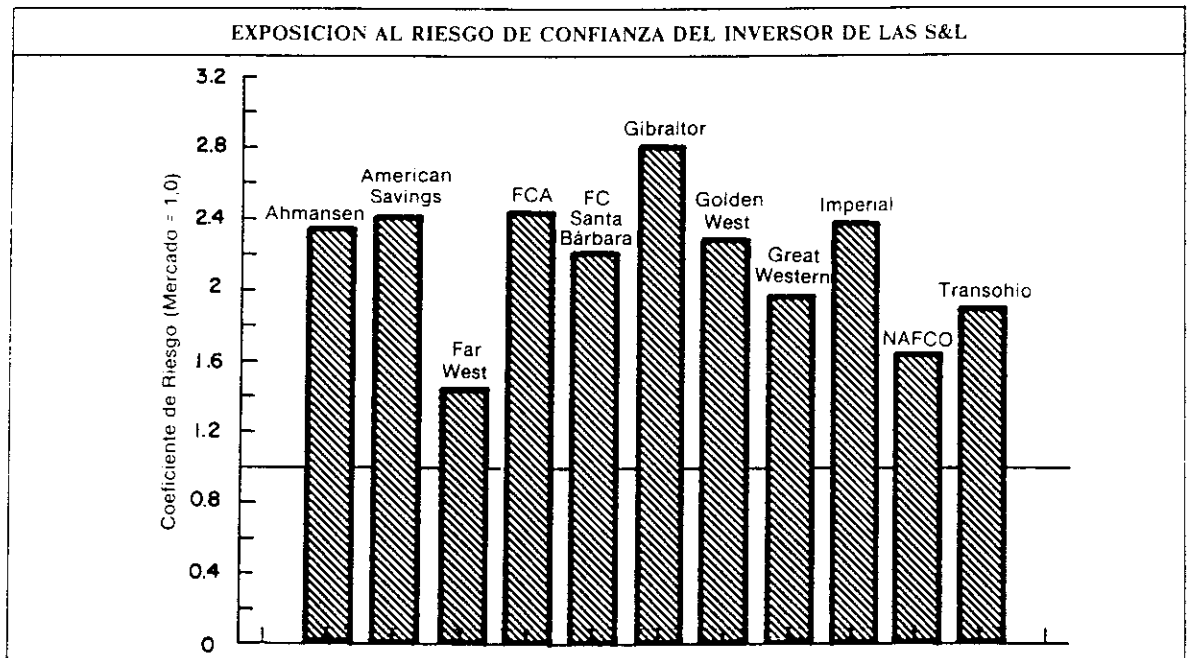
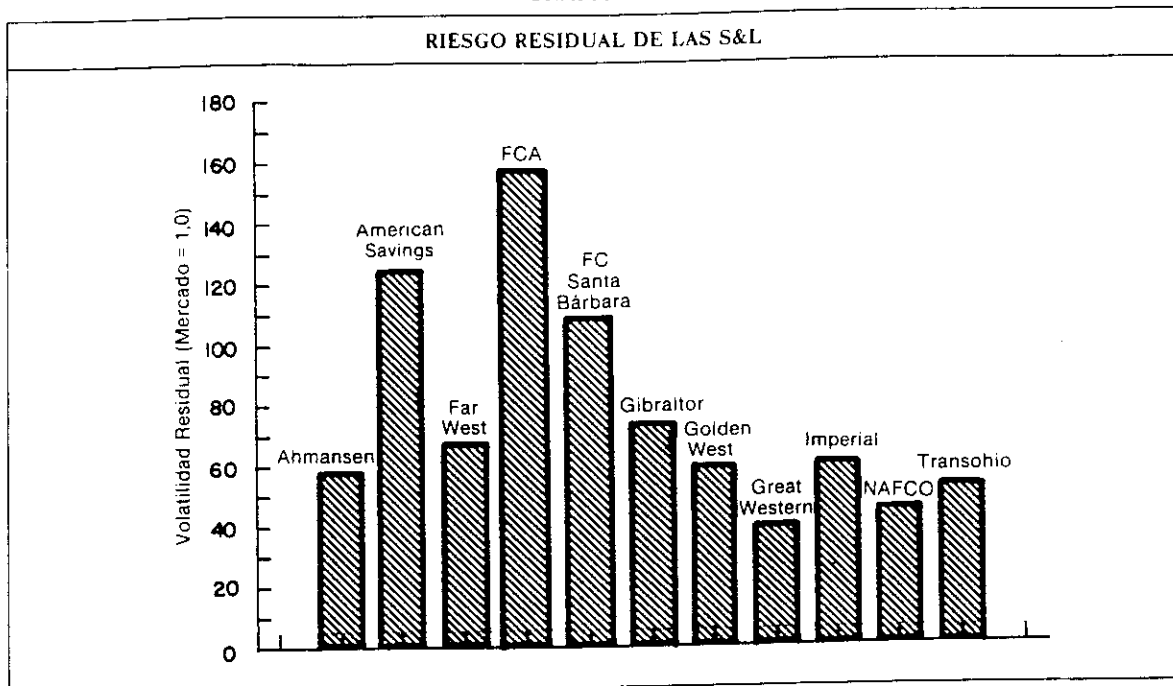


GRAFICO 12



to que no hay compensación asociada. Así, un inversor astuto no debería poseer una cartera no diversificada de instituciones de ahorro. Es importante diversificar las inversiones en acciones de IA incluyéndolas, en pequeñas proporciones solamente, en grandes carteras.

IV. Conclusiones

Una institución de ahorro en realidad es sólo una cartera de posiciones de inversión, largas en activos de ahorro y cortas en pasivos de ahorro. De este modo, gestionar el riesgo de una IA es muy parecido a gestionar una cartera ordinaria, tal como un fondo de pensiones o un fondo de inversión. Las modernas herramientas de gestión de carteras son muy recomendables.

Tradicionalmente, la gestión de una IA ha asumido implícitamente que los activos y pasivos

eran de carácter más sencillo que los activos de una cartera normal; por ejemplo, la técnica de gestión del desfase asume que los tipos de interés representan la única fuente de riesgo de las IA.

Este ensayo ha puesto de relieve dos puntos relacionados que cuestionan la gestión tradicional: 1) aun en el caso de que los tipos de interés fueran la única fuente de riesgo, la gestión del desfase utilizando el concepto de duración es una herramienta muy imperfecta, particularmente para activos y pasivos sujetos a desintermediación; 2) las IA están de hecho expuestas a las mismas múltiples fuentes de riesgo que la típica empresa industrial. La magnitud de la exposición puede diferir, como ocurre entre las acciones industriales, pero las fuentes son las mismas; en consecuencia, las técnicas de gestión de riesgo deberían ser similares.

La duración no es probablemente una muy buena medida de sensibilidad a los tipos de interés y la «convexidad» positiva no indica realmen-

te que un activo de renta fija sea atractivo. Estas conclusiones se derivan del argumento de que:

A. La duración mide la sensibilidad a los tipos de interés *sólo* para desplazamientos paralelos en la curva de rentabilidades. Si la curva de rentabilidades se inclina con el paso del tiempo, la duración no mide reacciones del precio.

B. La curva de rentabilidades *debe* cambiar su forma con el tiempo; de no ser así, podrían formarse, predecible y sistemáticamente, posiciones perfectas de arbitraje, sin coste, sin riesgo y que, sin embargo, proporcionan un flujo de caja positivo.

C. La competencia debería reducir a un mínimo estos arbitrajes perfectos; así, la duración no puede ser una medida del riesgo adecuada ni la convexidad un indicador de la deseabilidad de un activo, bajo condiciones realistas de mercado.

Las conclusiones se aplican incluso para sencillas inversiones de renta fija, tales como bonos del Tesoro, cuyos flujos de caja están perfectamente determinados tanto en *timing* como en cuantía. Para activos rescatables de renta fija, como bonos de empresa y créditos hipotecarios, la duración y la convexidad son guías todavía menos apropiadas para las decisiones de inversión.

Existe una alternativa a la duración como medida de riesgo. Los modelos de riesgo / rendimiento de acciones han tenido un desarrollo extensivo y parecen estar convergiendo hacia una representación multifactorial similar al Modelo de Valoración de Precios por Arbitraje de Ross (1976). Estas representaciones incluyen varias fuentes de riesgo distintas, tales como las tasas de

inflación y la forma de la estructura temporal de tipos de interés, que han demostrado ser empíricamente importantes para la formación de los precios de las acciones y que parecen ser candidatos obvios para la formación de precios en renta fija. Algunos trabajos empíricos ya han sido completados con datos de renta fija y los resultados sugieren que los modelos factoriales de riesgo son superiores a los modelos de riesgo basados en la duración.

Utilizando una muestra formada por las acciones de las mayores y más frecuentemente negociadas instituciones de ahorro cotizadas en la bolsa de Nueva York, se utilizaron métodos del Modelo de Valoración de Precios por Arbitraje para evaluar la exposición al riesgo de las IA a variables macroeconómicas que han demostrado ser, en otros terrenos, fuentes de riesgo sistemático. Estas IA revelaron estar altamente expuestas a cuatro de los cinco riesgos soportados por una empresa industrial media. De hecho, su nivel de exposición a la inflación, confianza del inversor y estructura temporal de tipos de interés excede al de la acción media. En media, su exposición a las dos últimas fuentes de riesgo es el doble de la de otras acciones. Hay sólo una fuente de riesgo macroeconómico a la que las IA están menos expuestas que la acción media; la exposición de las IA al riesgo de producción industrial es sólo una cuarta parte del de la típica acción del NYSE.

Las instituciones de ahorro tienen una gran cantidad de riesgo no sistemático. Esto implica que sólo pueden llevarse a cabo las inversiones eficientes en acciones de IA a través de carteras bien diversificadas.

Bibliografía

- BARNHILL, Theodore, y MARGRAVE, William (1986): «A Theory of Complete Immunization for Default-Free Bonds Under Arbitrary Changes in the Term Structure», *Seminar on the Analysis of Security Prices*, Center for Research in Security Prices, University of Chicago, mayo.
- BENNETT, Dennis E.; LUNDSTROM, Roger D.; y SIMONSON, Donald G. (1986): «S and L Stock Returns, Interest-rate Risk Information and Labile Trading», Working paper, *College of Business Administration*, University of Oklahoma, noviembre.
- BRENNAN, Michael J., y SCHWARTZ, Eduardo S. (1979): «A Continuous Time Approach to the Pricing of Bonds», *Journal of Banking and Finance* septiembre, 3: 133-155.
- BRICKLEY, James A., y CHRISTOPHER, James M. (1986): «Access to Deposit Insurance, Insolvency Rules and the Stock Returns of Financial Institutions», *Journal of Financial Economics* julio, 16: 197-226.
- CHEN, Nai-fu; ROLL, Richard, y ROSS, Stephen A. (1986): «Economic Forces and the Stock Market», *Journal of Business*, julio, 59: 383-403.
- COX, John C.; INGERSOLL, Jr.; Jonathan E., y ROSS, Stephen A. (1979): «Duration and the Measurement of Basis Risk», *Journal of Business*, 52: 51-61.

ra temporal de
a ser empíri-
mación de los
ecen ser candi-
precios en ren-
os ya han sido
a y los resulta-
oriales de ries-
de riesgo basa-

a por las accio-
ntemente nego-
zadas en la bol-
étodos del Mo-
Arbitraje para
las IA a varia-
mostrado ser,
go sistemático.
ite expuestas a
tados por una
ho, su nivel de
za del inversor
interés excede
su exposición a
s el doble de la
uente de riesgo
están menos ex-
posición de las
rial es sólo una
n del NYSE.
enen una gran
to implica
las inversiones
vés de carteras

CRAINE, Roger (1985): «Maturity Intermediation and Interest-rate Risk: Hedging Strategies for S&Ls», Working paper 85-93, *Graduate School of Business Administration*, University of California, Berkeley, marzo.

FLANNERY, Mark J., y CHRISTOPHER, James M. (1984a): «The Effect of Interest Rate Changes on the Common Stock Returns of Financial Institutions», *Journal of Finance*, septiembre, 39: 1141-1153.

FLANNERY, Mark J., y CHRISTOPHER, James M. (1984b): «Market Evidence on the Effective Maturity of Bank Assets and Liabilities», *Journal of Money, Credit and Banking*, noviembre, 16: 435-445.

GULTEKIN, Bulent, y ROGALSKI, Richard J. (1984): «Alternative Duration Measures and the Assessment of Basis Risk: Empirical Tests», *Journal of Business*, 57, abril.

INGERSOLL, Jonathan E. Jr.; SKELTON, Jeffrey; y WIL, Roman L. (1978): «Duration Forty Years Later», *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Proceedings, noviembre.

KAUFMAN, George G.; BIERWARG, G. O.; y, TOEVS, Alden (1983): *Innovations in Bond Portfolio Management: Duration Analysis and Immunization*, Greenwich, CN: JAI Press.

LANGETIEG, Terence (1980): «A Multivariate Model of the Term Structure», *Journal of Finance*, marzo, 35: 71-98.

LEE, Cheng F., y LYNAGE, Morgan J. Jr. (1985): «Return, Risk and Cost of Equity for Stock S&L Firms: Theory and Empirical Results», *AREUEA Journal*, verano, 13: 167-180.

MACAULEY, Frederick R. (1938): *Some Theoretical Problems Suggested by the Movements of Interest Rates, Bond Yields, and Stock Prices in the United States Since 1856*, New York: Columbia University Press.

OLDFIELD, George, y ROGALSKI, Richard J. (1981): «Treasury Bill Factors and Common Stock Returns», *Journal of Finance*, 36, mayo.

ROLL, Richard, y ROSS, Stephen A. (1980): «An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory», *Journal of Finance*, diciembre, 35: 1073-1107.

ROSS, Stephen A. (1976): «The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing», *Journal of Economic Theory*, diciembre, 13: 341-360.

SARTORIS, William L. (1985): «Interest Rate Sensitivity and the Components of Risk for a Financial Intermediary», *Discussion Paper*, 293, Graduate School of Business, Indiana University, octubre.

STIGUM, Marcia L. y BRANCH, Rene O. (1983): *Managing Bank Assets and Liabilities*, Homewood, IL: Dow Jones-Irwin.

TOEVS, A. L. (1983): «Gap Management: Managing Interest Rate Risk in Banks and Thrifts», *Federal Reserve Bank of San Francisco Economic Review*, primavera.

ce septiembre, 3:

PHER, James M.
Insolvency Rules
stitutions», *Journal*
26.
OSS, Stephen A.
ock Market», *Jour-*
athan E., y ROSS,
e Measurement of
l-61.