

**Recomendaciones para el Mejoramiento del Método de
Cálculo de la Tasa de Interés Técnica del
Retiro Programado**

Informe Final Primera Etapa

Marzo 2008

DÍAZ Y ARRIAGADA ECONOMISTAS ASOCIADOS LTDA.

Este informe fue elaborado para la Superintendencia de Administradoras de Fondos de Pensiones por los consultores Marisol Arriagada Peña, Fernando Díaz Hurtado, Carlos Díaz Vergara y Jaime Valenzuela Orrego.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la fórmula de cálculo de la pensión de retiro programado, la tasa de interés técnico (TITRP) se utiliza en el cálculo del capital necesario para pagar una unidad de pensión en el tiempo, y mientras mayor (menor) sea la TITRP menor (mayor) será el capital necesario para poder pagar esa unidad de pensión.
2. Esta relación inversa entre la tasa de interés técnico y el capital necesario se debe a que la tasa de interés técnico representa la tasa a la cual el jubilado podría invertir desde hoy el monto de dinero que reserva como capital necesario para mantener una unidad de pensión a lo largo de su horizonte esperado de vida. En otras palabras, para un mismo saldo inicial, un jubilado "posee una mayor riqueza esperada" si la TITRP que se usa para calcular el capital necesario por unidad de pensión es más alta, porque en teoría puede financiar una mayor pensión porque se supone que obtendrá una rentabilidad más alta sobre sus ahorros.
3. El perfil de la pensión de retiro programado es en esencia variable y de perfil decreciente en el tiempo debido a que en la medida que la persona sobrevive un año más, el saldo en su cuenta de capitalización individual cae más rápido que su esperanza de vida, lo que puede ser en parte mitigado en períodos de altas tasas de rentabilidad del fondo.
4. El cálculo de la tasa TITRP es anual y lo hace la Superintendencia de Administradoras de Fondos de Pensiones a fines de cada año. Según la normativa actual, la TITRP para cada tipo de fondo de pensión se calcula como un promedio ponderado de la tasa de interés implícita promedio de todas las rentas vitalicias contratadas en el año calendario anterior (20%) y del promedio de la rentabilidad real anual de la cuota correspondiente a cada tipo de fondo de pensión, para los últimos diez años calendario (80%).
5. Un primer aspecto a considerar en una propuesta de TITRP es que el retiro programado es una modalidad de pensión que compite con la renta vitalicia y por tanto incrementa la oferta de alternativas disponibles para el pensionado que se jubila. En la práctica, esto implica que cualquier modificación que se proponga a la fórmula de cálculo de la tasa de interés técnico debe cautelar que no se vea afectada la libre competencia entre modalidades de pensión.
6. Un segundo elemento que se debe tomar en cuenta es si se justifica o no que la tasa de interés técnico sea distinta según AFP y según tipo de fondo de pensiones. El permitir que las tasas de interés técnico varíen según AFP, en base a los retornos obtenidos en el pasado, implica suponer que los administradores de fondos de distintas AFP tienen diferencias sistemáticas o replicables en sus habilidades de administrar su cartera de inversiones. Como tanto la literatura económica y la evidencia empírica en general muestran que los desempeños en el tiempo de los fondos no dan cuenta de habilidades especiales que sean perdurables en el tiempo, se considera que es arriesgado proyectar mayores o menores retornos relativos de fondos de pensiones en función del desempeño pasado de la empresa administradora. Por otra parte, el principal problema de admitir TITRP que varían acorde al fondo invertido es que la diferencia en tasas de rentabilidad *ex post* entre dos fondos de pensiones se explica por la distinta exposición al riesgo de inversión que tuvieron *ex ante*. Adicionalmente, los beneficios asociados a tasas relativamente superiores de rentabilidad pasadas del fondo elegido ya están incorporados en un mayor saldo de la cuenta individual del jubilado o afiliado, dando origen a pensiones futuras y herencia más elevadas. Como una mayor TITRP se traduce en una mayor pensión, la duda que surge es respecto de la

conveniencia de permitir *ex ante* que un afiliado retire sus fondos a una velocidad mayor porque ha invertido en un fondo con mayor riesgo de inversión. El problema es que el jubilado que se expone a más riesgo de inversión no ve aumentada su riqueza hasta que los retornos esperados efectivamente se materialicen. Si bien es ampliamente sabido que los portafolios de inversión más riesgosos tienen asociado, a largo plazo, una mayor rentabilidad esperada, no es posible asegurar que tendrán una rentabilidad superior en todos los períodos.

7. Bajo la modalidad de retiro programado el afiliado posee cuotas de un fondo de pensión que se valora a precios de mercado, y aún cuando existe un descalce en los plazos a los cuales están invertidos los fondos de pensiones respecto del horizonte esperado de vida del jubilado, se estima que lo más adecuado es que la tasa de interés técnico procure reflejar las condiciones prevalecientes en el mercado al momento de que se calcula la pensión. Además, cualquier problema que se produzca como consecuencia del descalce de plazos se ve aminorado por el recalcular anual de la pensión.
8. Otro aspecto importante de tener en cuenta para la estimación de la TITRP, y que está relacionado con el horizonte proyección, es que esta tasa no tiene por qué ser la misma a través del tiempo. Hasta ahora, la fórmula de cálculo genera una única tasa de interés técnico para descontar los flujos de todo el período, pero en caso que exista información de mercado que justifique usar tasas distintas, sería un error utilizar una tasa de interés técnico constante.
9. Un último aspecto que es relevante tener en cuenta en el cálculo de la TITRP es el eventual sesgo que tiene un jubilado en la elección de la modalidad de pensión cuando tiene una alta preferencia por liquidez. Pensionados de este tipo valoran relativamente mucho más los flujos cercanos en el tiempo que los lejanos y esto los impulsa a elegir aquella modalidad de pensión que les ofrezca las mayores pensiones iniciales.
10. La fórmula actual de TITRP presenta serios problemas que hacen que su utilización sea desaconsejable. Por una parte, el uso de las tasas implícitas de las rentas vitalicias del año anterior genera los siguientes problemas: a) afecta la libre competencia entre modalidades de pensión, siendo a todas luces inconveniente que dos productos que compiten entre sí se encuentren obligatoriamente atados por ley; b) no permite que la TITRP varíe según las condiciones de mercado, mientras que la tasa de interés de las rentas vitalicias sí puede hacerlo; c) la tasa de interés implícita que se calcula para las pensiones de renta vitalicia incluye un cargo por una serie de beneficios que entrega esta modalidad de pensión y que no tienen porque reducir la TITRP que no los incorpora (seguro de sobrevivencia, seguro de rentabilidad y cuota mortuoria); y d) se produce una distorsión asociada al hecho de que la tasa de interés implícita en las rentas vitalicias incorpora un cargo por concepto de costo de administración, que no tiene por qué aplicarse al retiro programado a través de una menor tasa de interés técnico.
11. Por otra parte, el uso de la tasa de rentabilidad histórica de los fondos de pensiones conlleva los siguientes inconvenientes: a) independientemente del número de años que se considere, la información histórica acerca de la rentabilidad de los distintos fondos de pensiones no constituye un buen predictor de la futura rentabilidad que puedan obtener; b) no resulta conveniente que los resultados pasados, en caso de ser distintos a los esperados, distorsionen las futuras pensiones y con ello la velocidad de retiro de fondos; y c) el uso de diferentes TITRP para los distintos fondos de pensiones puede ocasionar sesgos de selección en caso de que los afiliados tengan altas preferencias por liquidez. Además, es

importante tener en cuenta que las rentabilidades efectivas se ven reflejadas en el saldo acumulado y que la pensión se recalcula anualmente.

12. Sustentado en los argumentos anteriormente expuestos se propone abandonar el método actual de cálculo de la TITRP. En todo caso, e independientemente de la fórmula propuesta, por motivos de estabilidad de la pensión se sugiere mantener el recálculo anual.
13. En el estudio se presentan cuatro propuestas alternativas para determinar la TITRP y se analizan las ventajas y desventajas de cada una. Estas son: (1) tasa libre de riesgo constante en el tiempo; (2) estructura temporal de tasas libre de riesgo; (3) estructura temporal de tasas libre de riesgo más un premio por riesgo; y (4) tasa de rentabilidad esperada por tipo de fondo estimada en base al modelo de valoración de activos CAPM.
14. Considerando las ventajas y desventajas de cada una de las cuatro fórmulas propuestas, se estima que lo más conveniente para calcular la pensión de retiro programado es usar como tasa de interés técnico la estructura temporal de tasas de interés (Propuesta 2), o alternativamente la estructura temporal de tasas más un spread de premio por riesgo a definir (Propuesta 3). El uso de la tasa libre de riesgo se descarta porque de existir información de mercado que indica que la estructura temporal de tasas de interés no es constante en el tiempo no parece razonable desperdiciarla. La utilización de la rentabilidad esperada de cada uno de los fondos de pensiones se elimina porque está sujeta a las limitaciones propias del modelo CAPM y porque los premios por riesgo de los fondos presentan inestabilidad y alta dependencia respecto del período muestral.
15. En la Propuesta 3 para estimar el premio por riesgo se proponen cuatro alternativas: (a) calcular un spread para cada familia de activos por tipo de fondo; (b) usar para todos los fondos de pensiones el spread de la familia de activos del fondo E; (c) usar para todos los fondos de pensiones el spread de los bonos corporativos AAA ; y (d) usar para todos los fondos de pensiones el spread de los bonos corporativos AA. Como quinta opción también se analiza el usar un spread igual a cero (Propuesta 2).
16. Al calcular las TITRP de acuerdo a estas cinco alternativas de spread se obtiene que aquellas estimadas sobre la base del spread del fondo de pensiones C son mayores que las que resultan al utilizar el premio por riesgo del fondo E, los bonos corporativos AA y bonos corporativos AAA. Esto es consistente con la mayor variabilidad del retorno esperado para el fondo C. Si se quiere ser conservador en la estimación de la TITRP lo más consistente sería considerar un spread igual a cero o estimar el spread asociado a los bonos corporativos AAA. Una opción intermedia es usar la TITRP estimada en base al spread del fondo de pensiones E, o el spread asociado a los bonos AA , que tienen un mercado de mayor volumen que el de bonos AAA.
17. Sobre la base de diferentes escenarios aleatorios de rentabilidad proyectados para el Fondo C se simuló las pensiones de retiro programado que obtendría un hombre que se jubila a los 65 años, sin beneficiarios, y con un capital inicial igual a UF 1.000, usando como TITRP la tasa estimada para el Fondo C, la TITRP estimada para el Fondo E y alternativamente la TITRP que considera el spread de los bonos AA. La alternativa de utilizar un spread igual a cero se descartó por considerarse que constituye un escenario de rentabilidad muy conservador (Propuesta 2), y dentro de la Propuesta 3 la TITRP que contempla un spread igual al de los bonos corporativos AAA se eliminó por cuanto el mercado de los bonos corporativos con esta clasificación de riesgo no es muy profundo.

18. Comparando los montos y los perfiles en el tiempo de las pensiones y las herencias estimadas, las principales conclusiones que se obtienen son las siguientes:
- a) Las pensiones y las herencias estimadas son prácticamente iguales cuando se usa la TITRP del Fondo E o la TITRP con el spread de los bonos AA. Este resultado no es de extrañar por cuanto para el ejemplo considerado (a diciembre 2007) no existe diferencia estadísticamente significativa entre ambas TITRP.
 - b) Cualquiera sea el escenario de rentabilidad efectiva proyectado para el Fondo C, las pensiones que se obtienen hasta los 73-74 años son siempre mayores cuando se usa como tasa de interés técnico la tasa estimada para el Fondo C que cuando se usa la tasa calculada para el Fondo E o la TITRP con el spread de los bonos AA. En el caso de la primera pensión la diferencia alcanza a ser de 16% y de ahí en adelante esta diferencia decrece hasta que se igualan las pensiones a los 73-74 años. Como contrapartida a lo anterior, a partir de los 74-75 años la pensión calculada con la tasa de interés técnico del Fondo E es superior a la pensión calculada con la tasa de interés técnico estimada para el Fondo C. Esta brecha crece con los años del pensionado hasta una avanzada edad y después decrece suavemente año a año, y sólo converge a la edad máxima de expectativa de vida. A medida que van pasando los años esta diferencia se hace cada vez mayor. Por ejemplo, a los 85 años la diferencia es de 20% mientras que a los 90 años es de 30%. A partir de los dos comentarios anteriores y del análisis de los perfiles temporales de las pensiones se puede concluir que el monto absoluto de la pensión decrece menos cuando se utiliza la TITRP del Fondo E o spread AA que al usar la TITRP del Fondo C. Para todos los escenarios de rentabilidad del Fondo C, el saldo remanente, y por tanto la herencia esperada en caso de fallecimiento del pensionado, es superior cuando la pensión se calcula usando la TITRP del Fondo E o la TITRP con spread AA. Lo anterior significa que para todos los escenarios de rentabilidad del Fondo C, desde los 74-75 años en adelante tanto la pensión como la herencia son mayores al usar la TITRP del Fondo E que la del Fondo C.
 - c) A partir del análisis efectuado no es posible concluir categóricamente si es más conveniente usar una misma TITRP para todos los fondos de pensiones (la del Fondo E o la del spread AA) o utilizar una TITRP que varíe según el tipo de fondo.
19. La ventaja de usar una misma TITRP para todos los fondos es que las pensiones iniciales son iguales independientemente del fondo por el cual opte el pensionado, el perfil de la pensión esperada varía menos en el tiempo, y que es más conservador en cuanto que las mayores rentabilidades esperadas asociadas a los fondos más riesgosos sólo afectan la pensión una vez que éstas se han materializado y se reflejan en el saldo acumulado a partir del cual se recalculan las pensiones una vez al año. Por estos motivos de la Propuesta 3 se propone descartar también como opción el uso de una TITRP que considere un spread por familia de activos de cada fondo.
20. Entre las dos alternativas restantes de la Propuesta 3, TITRP que considera el spread del fondo E o TITRP que usa el spread de los bonos AA, se propone utilizar la segunda opción. Esto debido a que es mucho más simple de estimar, no requiere de supuestos subjetivos al momento de su cálculo, y su valor puede ser fácilmente replicable sobre la base de información de mercado pública.

CONTENIDOS

RESUMEN Y CONCLUSIONES	2
I. INTRODUCCIÓN	7
II. RETIRO PROGRAMADO Y MÉTODO ACTUAL DE CÁLCULO DE TITRP	8
III. ANÁLISIS DE EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE TITRP	9
IV. IMPACTO DE TITRP SOBRE EL PERFIL TEMPORAL DE PENSIÓN Y HERENCIA	11
V. CONSIDERACIONES CONCEPTUALES PARA DETERMINAR MÉTODO DE CÁLCULO DE TITRP	15
VI. PROBLEMAS ASOCIADOS A FORMULA DE TITRP ACTUAL	21
VII. PROPUESTA Y ANÁLISIS DE MÉTODOS ALTERNATIVOS DE CÁLCULO DE TITRP	24
VIII. ANÁLISIS Y ESTIMACIONES DE TITRP COMO ESTRUCTURA TEMPORAL DE TASAS DE INTERÉS MÁS PREMIO POR RIESGO	27
IX. SIMULACIONES Y CONCLUSIONES	39
X. ANEXO	47

I. INTRODUCCIÓN

Este documento fue solicitado por la Superintendencia de Administradoras de Fondos de Pensiones (en adelante SAFP) y tiene por objeto perfeccionar la metodología para determinar la tasa de interés técnico que se utiliza como tasa de descuento en el cálculo de la pensión bajo la modalidad de retiro programado (en adelante TITRP). Al servicio de este objetivo, se organizó el informe siguiendo la siguiente estructura.

La sección II del informe incluye una breve definición de la modalidad de pensión de retiro programado y de la actual fórmula de cálculo de la TITRP.

En la sección III se presenta la evolución histórica de la TITRP y se analiza su trayectoria a la luz de los cambios normativos más relevantes ocurridos de 1988 en adelante.

En la sección IV se muestra el impacto económico de la TITRP sobre el perfil temporal de las pensiones y herencias de una mujer y un hombre no inválidos y sin beneficiarios que se jubilan a los 60 y 65 años respectivamente.

En la sección V se explican una serie de aspectos conceptuales que es importante tener en consideración al momento de diseñar una propuesta de TITRP. Entre otros, se analizan los efectos de permitir que varíe según AFP y tipo de fondo, el hecho que refleje las condiciones de mercado al momento que se calcula la pensión, y el impacto que puede tener una alta preferencia por liquidez sobre la elección entre modalidades de pensión.

En la sección VI se examina críticamente la fórmula de TITRP actual y se explican en detalle los problemas asociados al uso de las tasas implícitas de las rentas vitalicias y al uso de la tasa de rentabilidad histórica de los fondos de pensiones.

En la sección VII se presentan los cuatro métodos alternativos de cálculo de la TITRP que se estudiaron y en la sección VIII se describe con detalle la propuesta general por la cual se optó. Esta es utilizar como TITRP la estructura de tasas de interés libre de riesgo más un spread o premio por riesgo por definir.

En la sección VIII se analizan cuatro alternativas de spreads a usar y se calculan, a modo de ejemplo, para diciembre 2007.

Finalmente, en la sección IX se realizan una serie de simulaciones sobre el impacto que tendrían las distintas propuestas de TITRP sobre las pensiones y las herencias esperadas y se concluye que lo más recomendado sería usar como TITRP la estructura de tasas de interés libre de riesgo más un spread igual al premio por riesgo de los bonos corporativos con clasificación de riesgo AA.

Por último, en el Anexo se presenta a modo indicativo una metodología de cálculo de la estructura de tasas de interés.

II. RETIRO PROGRAMADO Y MÉTODO ACTUAL DE CÁLCULO DE TITRP

Como señala el artículo 65 del DL 3500, el “*Retiro Programado es aquella modalidad de pensión que obtiene el afiliado con cargo al saldo que mantiene en su cuenta de capitalización individual, como resultado de retirar anualmente la cantidad expresada en Unidades de Fomento que resulte de dividir cada año el saldo efectivo de su cuenta de capitalización individual por el capital necesario para pagar una unidad de pensión al afiliado y, fallecido éste, a sus beneficiarios, de acuerdo a los porcentajes establecidos en el artículo 58.*”

El capital necesario se calculará utilizando las bases técnicas y la tasa de interés a que se refiere el inciso cuarto del artículo 64, en la forma que señale la Superintendencia de Administradoras de Fondos de Pensiones, conjuntamente con la Superintendencia de Valores y Seguros, según lo establezca el reglamento. En todo caso, para el cálculo del capital necesario se utilizarán las tablas de mortalidad y expectativas de vida que para estos efectos establecerá la Superintendencia de Administradoras de Fondos de Pensiones conjuntamente con la Superintendencia de Valores y Seguros.

La anualidad que resulte de aplicar lo dispuesto en el inciso primero se pagará en doce mensualidades. En todo caso, el afiliado podrá optar por retirar una suma inferior, como también podrá optar porque el retiro mensual que efectúe sea ajustado al monto de la pensión mínima que señala el artículo 73”.

La pensión de retiro programado es esencialmente variable, y de ahí surge la necesidad de recalcularla periódicamente. Las variaciones en la pensión se explican principalmente porque cada vez que el pensionado vive un año más cambia la relación entre los fondos disponibles y la probabilidad de estar con vida del grupo familiar cubierto; porque por fórmula la tasa de interés técnico (en adelante TITRP) cambia anualmente; y porque los fondos de pensiones obtienen una determinada rentabilidad que se refleja a lo largo del tiempo en el saldo de la cuenta individual.

De acuerdo a la normativa actual, la tasa de interés técnico usada para determinar la pensión de retiro programado para cada Tipo de Fondo de Pensión se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{TITRPF}_i = 0,20 \cdot \text{TH}_i + 0,80 \cdot \text{TRV}(t-1)$$

donde:

- TITRPF_i = tasa de interés técnico de retiro programado a usar para el Tipo de Fondo i ;
- $\text{TRV}(t-1)$ = tasa de interés implícita promedio de todas las rentas vitalicias contratadas en el año calendario anterior;
- TH_i = promedio de la rentabilidad real anual de la cuota correspondiente al Tipo de Fondo de pensión número i , para los últimos diez años calendario.

El cálculo de la TITRP es anual y lo hace la Superintendencia de Administradoras de Fondos de Pensiones a fines de cada año.

III. ANÁLISIS DE EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE TITRP

Históricamente, la tasa de interés técnico de retiro programado se construyó ponderando la tasa de interés implícita de las rentas vitalicias del año anterior y la rentabilidad promedio del fondo de pensiones de los últimos 5 años. Estas ponderaciones fueron de 90% y 10% respectivamente desde sus inicios hasta 1989. En 1990 éstas cambiaron a 80% y 20%, aumentando en el cálculo la ponderación de la rentabilidad histórica del fondo, que varía de una AFP a otra, y da origen a diferencias entre sus TITRP de un mismo período. En 1997, a su vez, se amplió de 5 a 10 el número de años de rezago considerado en el cálculo de la rentabilidad histórica de los fondos. Más adelante, en 2005 la fórmula de la TITRP deja de admitir diferencias en las rentabilidades históricas entre los fondos de cada AFP para ponderar en sustitución, en igual 20%, la rentabilidad media histórica del sistema de AFP. En adelante las diferencias en TITRP sólo se originan por tipo de fondo, ya que si bien desde comienzos del sistema y hasta 1999, sólo existió un tipo de fondo por AFP, esta oferta aumentó en 2000 a dos tipos de fondos y se amplió en 2003 a 5 tipos de fondos (A,B,C,D,E).

El cuadro 1 resume esquemáticamente la evolución de los principales elementos que determinan la TITRP, y que fueron comentados en el párrafo anterior: Existencia (si/no) de variación en TITRP entre AFP o entre Fondos, Tipos de Fondos existentes, Ponderación en fórmula de cálculo de TITRP de Tasa Renta Vitalicia rezagada, Ponderación de Rentabilidad histórica de los Fondos y N° de años considerados en cálculo de rentabilidad histórica de los fondos; junto con la TITRP Máxima y Mínima anual observadas en el período 1988-2008. Se incluye finalmente los spreads observados entre la tasa máxima y mínima ofrecidas por distintas AFP, expresados como Diferencia Absoluta entre ambas tasas, y también como Diferencia Relativa respecto del valor de la tasa mínima.

Cuadro 1

TASA DE INTERES TECNICA DEL RETIRO PROGRAMADO 1988-2008

Año	Variación entre AFP	Variación entre Fondos	Tipos de Fondos Existentes	Ponderación TIRV t-1 (%)	Ponderación Rentabilidad Fondos (%)	Rezago en Rentabilidad Fondos (Nº años)	Tasa de Interés Técnica Anual del Retiro Programado			
							Máxima (%)	Mínima (%)	Diferencia Absoluta (%)	Diferencia Relativa (%)
1988	Si	-	-	90	10	5	4,3	4,1	0,2	4,9
1989	Si	-	-	90	10	5	4,7	4,5	0,2	4,4
1990	Si	-	-	80	20	5	5,2	4,7	0,5	10,6
1991	Si	-	-	80	20	5	6,5	5,8	0,7	12,1
1992	Si	-	-	80	20	5	7,1	6,3	0,8	12,7
1993	Si	-	-	80	20	5	7,0	6,3	0,7	11,1
1994	Si	-	-	80	20	5	7,4	6,7	0,7	10,4
1995	Si	-	-	80	20	5	7,6	7,1	0,5	7,0
1996	Si	-	-	80	20	5	6,6	6,2	0,4	6,5
1997	Si	-	-	80	20	10	6,5	6,1	0,4	6,6
1998	Si	-	-	80	20	10	6,2	5,9	0,3	5,1
1999	Si	-	-	80	20	10	6,4	6,2	0,2	3,2
2000	Si	No	Tipos 1 y 2	80	20	10	6,5	6,3	0,2	3,2
2001	Si	No	Tipos 1 y 2	80	20	10	6,2	6,1	0,1	1,6
2002	Si	Si	Tipos 1 y 2	80	20	10	5,7	5,6	0,1	1,8
2003	Si	Si	A,B,C,D y E	80	20	10	5,7	5,5	0,2	3,6
2004	Si	Si	A,B,C,D y E	80	20	10	5,0	4,6	0,4	8,7
2005	No	Si	A,B,C,D y E	80	20	10	4,6	4,2	0,4	9,5
2006	No	Si	A,B,C,D y E	80	20	10	4,4	3,7	0,7	18,9
2007	No	Si	A,B,C,D y E	80	20	10	4,8	4,0	0,8	20,0
2008	No	Si	A,B,C,D y E	80	20	10	4,8	3,7	1,1	29,7

Notas:

Los fondos Tipo 1 y 2 se crearon el año 1999 pero para efectos de la TITRP se consideraron a partir del 2000.

Los multifondos se crearon el año 2002 pero para efectos de la TITRP se consideraron a partir del 2003.

En el año 2003 hubo una misma tasa para los fondos A,B,C,D y otra para el fondo E.

En los períodos 1990-1994 y 2006-2008, se observan diferencias absolutas entre la tasa máxima y mínima superiores a medio punto porcentual, que equivale a diferencias porcentuales de dos dígitos respecto del valor de la tasa mínima. Es de interés hacer notar que el incremento en 1990 en estas diferencias coincide con el aumento de 10% a 20% en la ponderación de la rentabilidad de los fondos, que varía según AFP, en desmedro de la correspondiente a la tasa de rentas vitalicias rezagada. Asimismo, en 1992 se registra un diferencial de tasas absoluto de 0,8%, equivalente a una diferencia relativa de 12,7%, que a modo de ejemplo da origen a una primera pensión calculada con la tasa máxima en torno a un 6% superior a la misma computada en base a la tasa mínima, para un hombre de 65 años sin beneficiarios (ver gráfico 5 adjunto más adelante)

Después de 1992, se observa una evolución decreciente de las diferencias entre la tasa máxima y mínima, reflejando cierta convergencia entre las AFP, que debió verse facilitada desde 1997 por la extensión en 5 años del período considerado en el cálculo de la rentabilidad promedio rezagada del fondo, que pondera un 20% en la fórmula que determina la tasa del retiro programado. En 2001 se registra el menor diferencial de tasas de 0,1%, que equivale a un 1,6% relativo a la tasa mínima observada.

En adelante y en forma creciente estos diferenciales se incrementan significativamente, lo que se relaciona con la ampliación de la oferta de fondos desde uno único a la existencia de 5 tipos de fondos (A,B,C,D,E) de componente variable, retorno esperado y tasa de retiro programado diferentes. En 2004 se observa una tasa máxima que supera en 0,4% a la tasa mínima, es decir en un 8,7% en términos relativos, reflejando conjuntamente las diferencias de TITRP entre AFP's y tipos de fondos y su importancia relativa en cartera de pensionados. A partir de 2005 se elimina la variabilidad de la TITRP por AFP para un mismo fondo, y sólo prevalecen aquellas asociadas a diferencias en los tipos de fondos de pensiones. Se cierra esta serie con los datos de 2008 que registran respectivamente diferenciales absolutos y relativos de 0,8% y 20,0%, esto es 8 y 12 veces superiores a los mínimos observados en 2001, cuando había 2 tipos de fondos (1 y 2).

IV. IMPACTO DE TITRP SOBRE EL PERFIL TEMPORAL DE PENSIÓN Y HERENCIA

Para estudiar los efectos en la trayectoria de las pensiones y herencia de variaciones en la TITRP se decidió analizar los **casos de una Mujer y un Hombre no inválidos, sin beneficiarios y pensionados por vejez a edad normal.**

Para aislar los efectos de otras variables se utilizó una **tasa de rentabilidad del fondo de pensiones constante para todo el horizonte de tiempo de 5% anual** para luego sensibilizar los resultados a TITRP de 2%, 5% y 8% anual, también constantes para todo el período,

Cuando una persona se jubila, y a partir de la primera pensión, ocurre que para cada período que transcurre existen dos posibilidades. La primera es que el pensionado haya fallecido, en cuyo caso el saldo de la cuenta de capitalización pasa a constituir el fondo de herencia. La segunda, es que el pensionado haya sobrevivido, en cuyo caso tendrá un nuevo saldo acumulado y transcurrido un año se recalculará el monto de la pensión, en base al capital necesario para pagar una unidad de pensión que resulte de aplicar la correspondiente tabla de mortalidad, dado que la persona vivió un año más.

De acuerdo a la fórmula de cálculo de la pensión de retiro programado, la TITRP se utiliza en el cálculo del capital necesario para pagar una unidad de pensión en el tiempo (CNU). En efecto, mientras mayor (menor) sea la TITRP menor (mayor) será el capital necesario para poder pagar una unidad de pensión.

Esta relación inversa entre la tasa de interés técnico y el capital necesario se debe a que la tasa de interés técnico representa la tasa a la cual el jubilado podría invertir desde hoy el monto de dinero que reserva como capital necesario para mantener una unidad de pensión a lo largo de su horizonte esperado de vida. En otras palabras, para un mismo saldo inicial, un jubilado "posee una mayor riqueza esperada" si la TITRP que se usa para calcular el capital necesario por unidad de pensión es más alta, porque en teoría puede financiar una mayor pensión porque se supone que obtendrá una rentabilidad más alta sobre sus ahorros. Asimismo, esto significa que la relación entre el monto de la pensión y la TITRP es directa.

Cabe destacar que el perfil de la pensión de retiro programado es en esencia variable y de perfil decreciente en el tiempo debido a que en la medida que la persona sobrevive un año más, el saldo en su cuenta de capitalización individual cae más rápido que su esperanza de vida, lo que puede ser en parte mitigado en períodos de altas tasas de rentabilidad del fondo.

Teniendo como base un escenario de tasa de rentabilidad del fondo de pensiones constante e igual a 5%, se presentan a continuación las conclusiones sobre el efecto que tiene la TITRP sobre el perfil de la pensión de una mujer y un hombre sanos sin beneficiarios, respecto de las cuales cabe adelantar que aun cuando sus magnitudes y tiempos sean diferentes, el modo o signo del impacto es similar.

En efecto, tanto para la mujer como para el hombre, el monto resultante de la primera pensión mensual se reduce aproximadamente en 1,8 UF por cada 3 por ciento de reducción en la TITRP utilizada para el cálculo (8% vs. 5% vs. 2%). No obstante, para las pensiones de edades superiores esta brecha se va cerrando y tiende a cero alrededor de los 71 años en la mujer y 74 años para el hombre (ver gráficos 1 y 3 respectivamente). A partir de entonces, esta diferencia se invierte a favor de las pensiones calculadas con TITRP menores, alcanzando un máximo a los 87 años en el

caso de la mujer y 84 años del hombre, para luego decrecer y converger a cero a la edad de expectativa de vida máxima.

Respecto de su trayectoria, se observa que al utilizar una TITRP de 2% el monto de la pensión se incrementa a una tasa decreciente en el tiempo durante los primeros 22 años en el caso de la mujer y 9 años del hombre, a partir de cuando ésta comienza a decrecer a tasa creciente.

En contraste, la pensión calculada con TITRP de 5% y 8% sigue una trayectoria siempre decreciente en el tiempo, a una tasa creciente. No obstante, la rapidez con la cual disminuye el monto en los primeros años en un caso y otro es distinta.

Por ejemplo, 11 años después del momento en que una mujer se jubila, la pensión que resulta al usar cualquiera de estos tres valores de TITRP es cercana a 5,2 UF, esto es, 6% menor a la primera pensión recibida si la tasa de retiro programado utilizada es de 5%. En tanto que con TITRP de 8% la pensión al mismo año es 32% inferior a la recibida inicialmente, debido a que la velocidad de retiro de los fondos es mayor a mayor TITRP. En el caso de un hombre, al cabo de 9 años éstas convergen a alrededor de 6,0 UF registrando caídas de 17% y 37% respectivamente.

En el caso de TITRP de 2%, que da lugar a una pensión que crece en los primeros años, una vez transcurridos los mismos 11 y 9 años de convergencia en el monto bajo las distintas tasas, cuando la mujer alcanza 71 años y el hombre 74 años, la pensión a recibir es un 30% y 8% superior en respectivamente a aquella del primer año de jubilación.

En lo que respecta al saldo remanente de la cuenta de capitalización individual o herencia, ocurre que su valor esperado es inversamente proporcional a la TITRP, como se observa en los gráficos 2 y 4. Es decir, a menor TITRP para todas las edades del jubilado la curva arroja herencias esperadas relativamente mayores debido a que la velocidad de sus retiros del fondo ha sido relativamente menor.

Tanto en el caso que el pensionado es hombre como mujer se observa que el capital disponible para herencia tiene un perfil decreciente en el tiempo, aunque a mayor velocidad mientras mayor es la TITRP. La excepción son los dos primeros años en el caso de mujer y TITRP de 2% en los que la herencia esperada crece muy marginalmente.

Gráfico 1

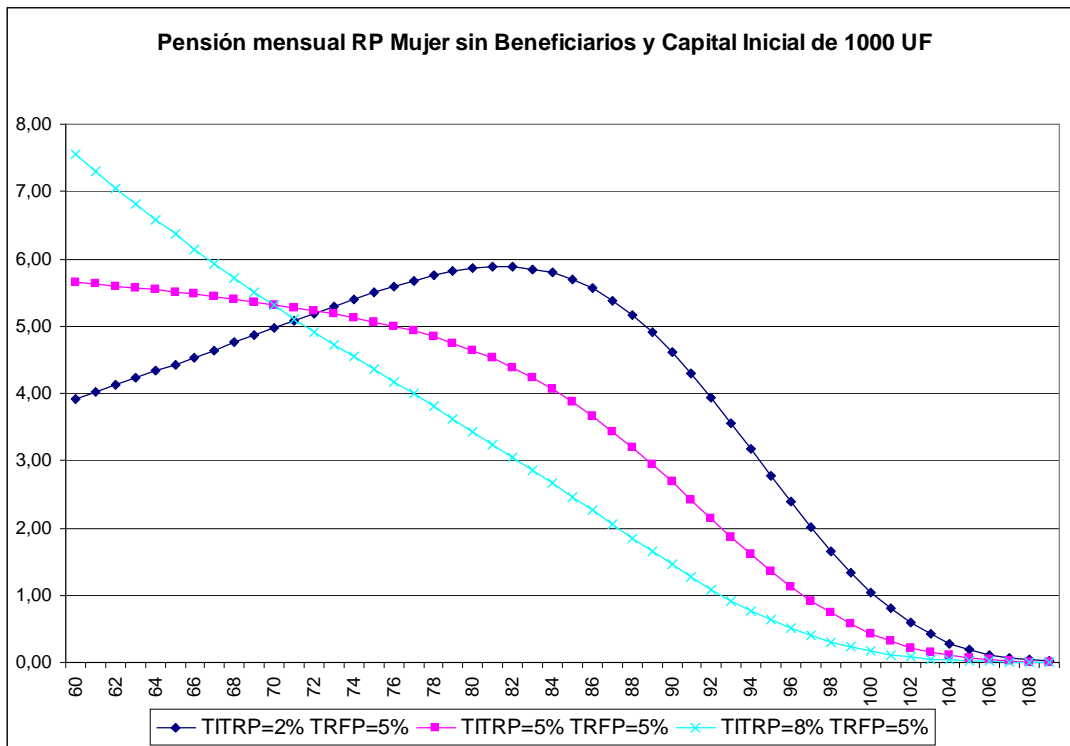


Gráfico 2

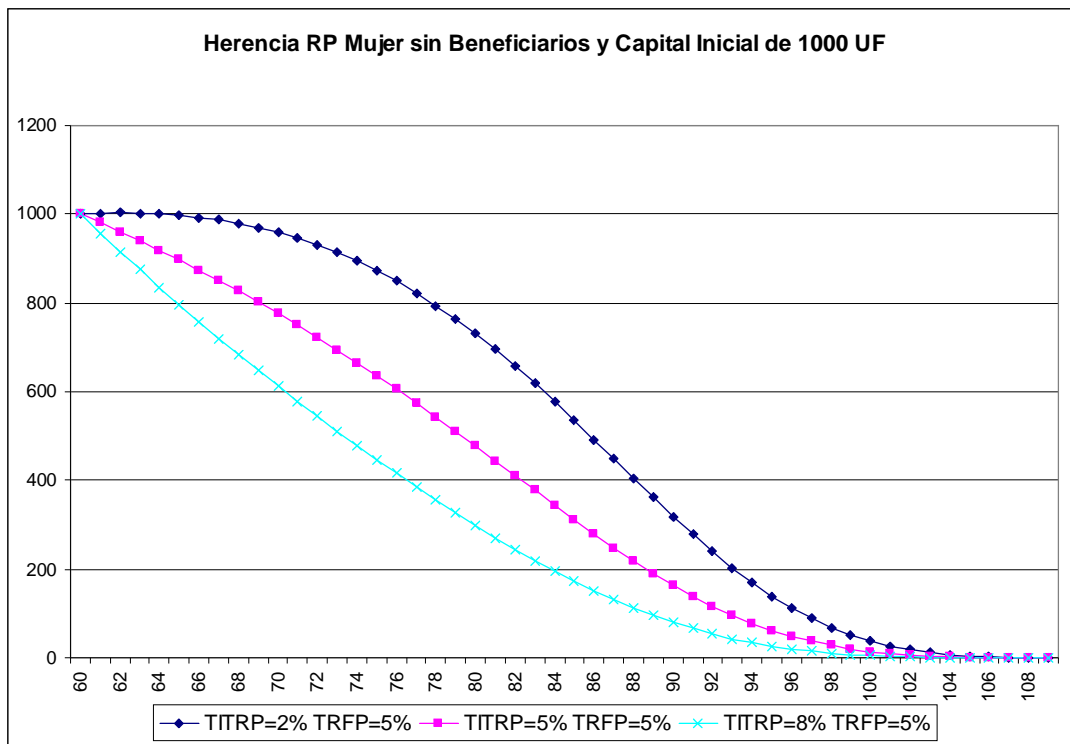


Gráfico 3

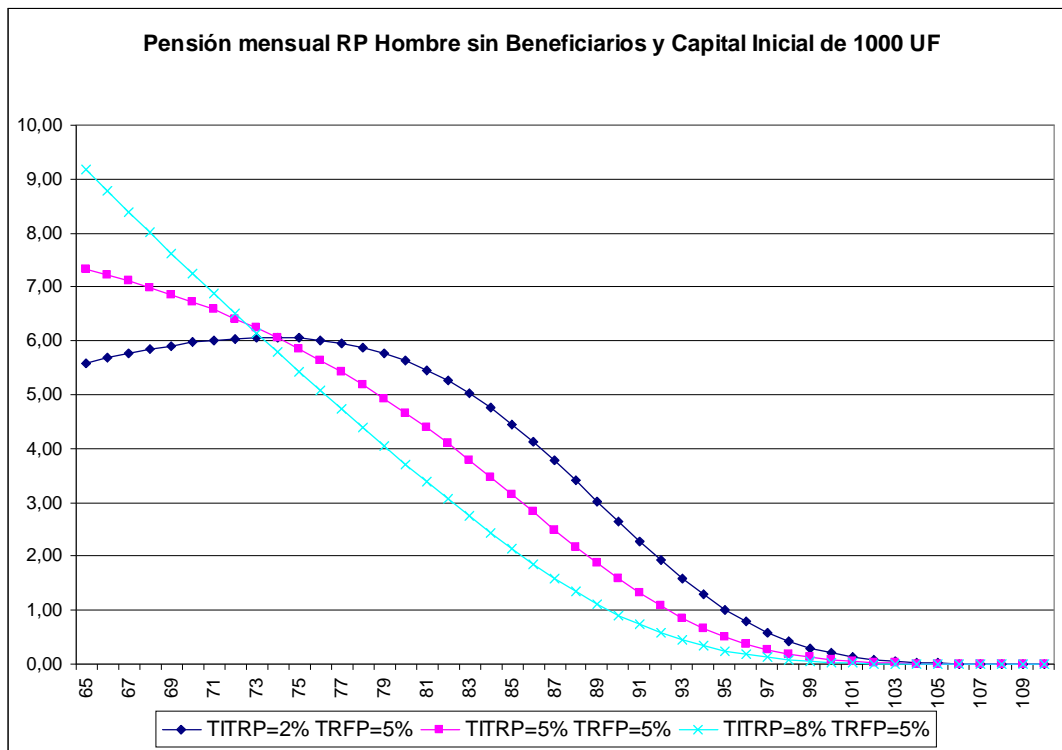
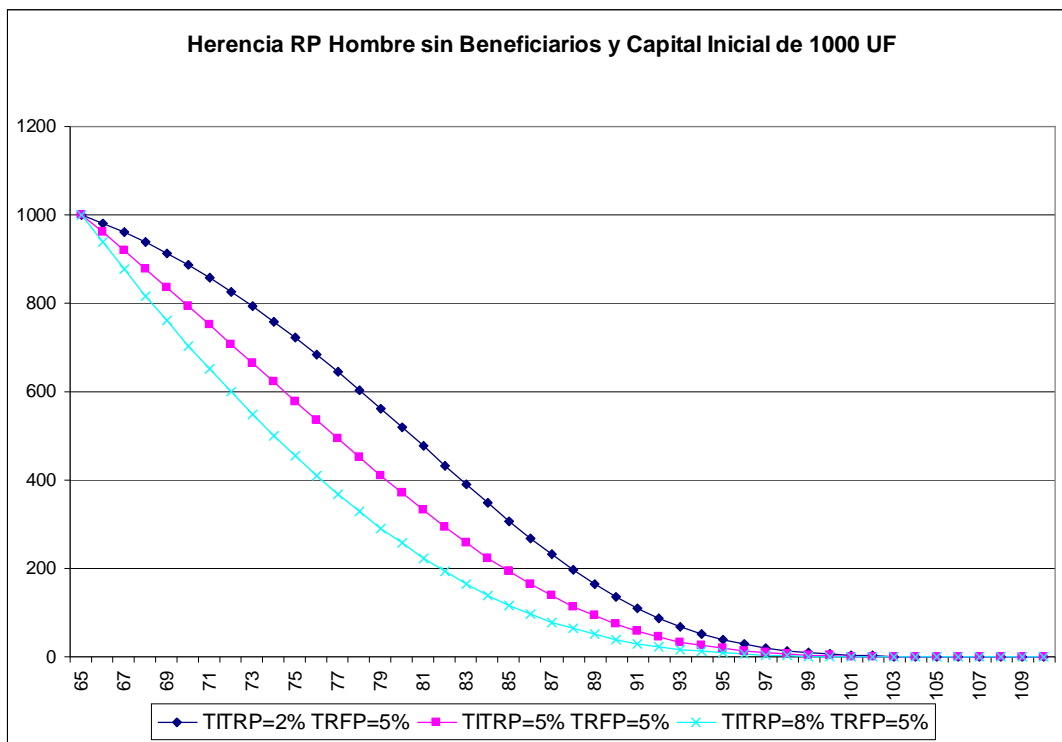


Gráfico 4



V. CONSIDERACIONES CONCEPTUALES PARA DETERMINAR MÉTODO DE CÁLCULO DE TITRP

A continuación se explican una serie de aspectos que se deben tomar en consideración en la propuesta de TITRP.

a) TITRP y Competencia entre Modalidades de Pensión

Si bien el mercado de rentas vitalicias es competitivo, el retiro programado es una modalidad de pensión que compite con la renta vitalicia y por tanto incrementa la oferta de alternativas disponibles para el pensionado que se jubila. En la práctica, esto implica que cualquier modificación que se proponga a la fórmula de cálculo de la tasa de interés técnico debe cautelar que se mantenga la competencia entre modalidades de pensión.

b) TITRP y Monto de la Pensión

Desde un punto de vista conceptual, en la fórmula de cálculo de la pensión de retiro programado la tasa de interés técnico representa la tasa de rentabilidad esperada del fondo, determinando así la “riqueza futura esperada” del jubilado, y con ello el nivel de pensiones factible de alcanzar. En efecto, mientras más alta sea la tasa de interés técnico menor será el capital necesario para financiar una unidad de pensión y, dado un cierto monto de capital inicial, mayor será la pensión estimada. Una alta tasa de interés técnico se traduce en una mayor pensión hoy, ya que lo que se está suponiendo es que para los períodos que siguen se espera una alta tasa de rentabilidad del fondo de pensiones y por tanto un mayor nivel de riqueza para los jubilados. Por el contrario, una baja tasa de interés técnico se traduce en una menor pensión, que es consecuente con una baja rentabilidad esperada del fondo de pensiones en el futuro y por tanto una menor riqueza esperada.

c) TITRP y Variación según AFP y Tipo de Fondo

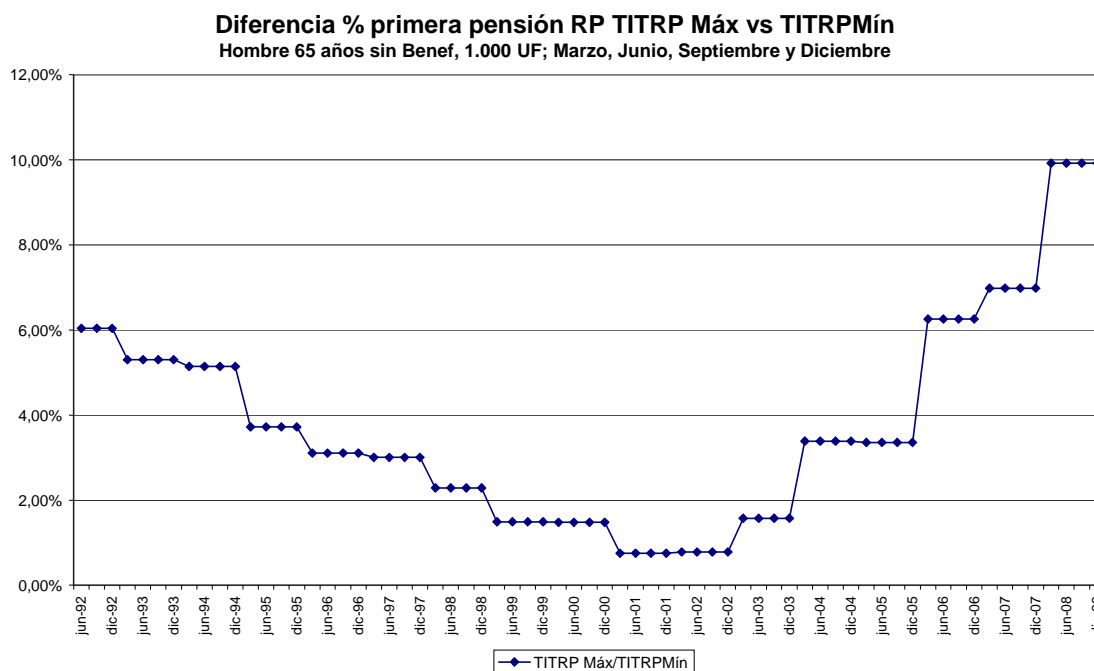
Otro elemento a considerar es si se justifica o no que la tasa de interés técnico sea distinta según AFP y según tipo de fondo de pensiones.

Variación según AFP

En la sección previa se comentó la evolución histórica de la TITRP entre 1988 y 2008 (ver cuadro 1), y se presentaron las TITRP máximas y mínimas para cada año y el spread absoluto y relativo entre ellas. Desde el año 1988 hasta el año 2004 la regulación permitió que las TITRP fueran diferentes según AFP y a partir del año 2002 que además variaran según el fondo en el cual el pensionado tenía invertido sus ahorros. Aislado estos dos últimos años, en que la TITRP varía también según fondo de pensión, los períodos de altos spreads marcan años en los cuales se originaron mayores diferencias en las pensiones de retiro programado calculadas por el sólo hecho de cual fuese la Administradora de Fondos con la cual un afiliado se pensionara, resultando inicialmente mayor en aquellas con rentabilidades promedio históricas mayores. El efecto sobre la primera pensión puede apreciarse en el gráfico 5 donde se muestra para el período junio 2002 hasta diciembre 2008 la diferencia porcentual entre la primera pensión de retiro programado calculada con la TITRP máxima versus aquella calculada con la TITRP mínima. Entre los años 1992 y 2002, período donde la TITRP sólo podía variar según AFP y

no entre fondos de pensión, la diferencia porcentual máxima alcanzó a ser de 6%, lo cual ocurrió en el año 1992. De ese año en adelante las diferencias relativas fueron disminuyendo, esto como consecuencia de una reducción del número de AFP que competían en el mercado y, a partir de 1997, por la extensión en 5 años en el período de tiempo de rezago considerado para calcular el promedio de la rentabilidad del fondo de pensión para cada AFP.

Gráfico 5



En la práctica aceptar que existan TITRP diferentes según AFP significa afirmar directamente que las tasas esperadas de rentabilidad en el futuro son mejores para unas AFP que para otras, y que por ese motivo se le permite a los pensionados acceder a mayores pensiones en aquellas AFP donde la TITRP es más alta.

Permitir que las tasas de interés técnico varíen según AFP, en base a los retornos obtenidos en el pasado, implica suponer que los administradores de fondos de distintas AFP tienen diferencias sistemáticas o replicables en sus habilidades de administrar su cartera de inversiones. La literatura económica y la evidencia empírica en general muestran que los desempeños en el tiempo de los fondos no dan cuenta de habilidades especiales que sean perdurables en el tiempo. Es por tanto poco sustentable y arriesgado proyectar mayores o menores retornos relativos de fondos de pensiones en función del desempeño pasado de la empresa administradora. Por otra parte, los errores de estimación, a su vez, pueden provocar costos políticos y económicos.

Por estos motivos, se estima conveniente en esta propuesta que la TITRP no varíe según AFP. La pregunta que surge a continuación es si es o no recomendable dejar que varíe según el fondo de pensiones en que el jubilado ha decidido mantener sus ahorros.

Variación según tipo de fondo

Tal como se presentó en el cuadro 1, a partir del año 2002 se permitió que la TITRP pudiera variar según tipo de fondo de pensión. Dejando de lado los años 2002 y 2003 en que las TITRP podían además variar según AFP, en el gráfico 5 se ilustra que desde el año 2004 en adelante la primera pensión calculada con la TITRP máxima observada oscila entre 3,7% y 10% superior a la misma pensión calculada utilizando la TITRP mínima correspondiente. El hecho de que la diferencia porcentual para estos años sea creciente en el tiempo se explica por la corta vida de los multifondos y porque, de acuerdo a la reglamentación vigente, para efectos de determinar la rentabilidad real anual de los últimos 10 años de aquellos Fondos que registren menos de 10 años de operación, se utiliza la rentabilidad promedio del Sistema del Fondo Tipo C. El uso de la misma rentabilidad para completar los años faltantes se traduce en una menor variabilidad del promedio histórico de rentabilidad entre fondos. Por el contrario, a medida que transcurre el tiempo irá perdiendo peso relativo el uso de la tasa de rentabilidad del Fondo Tipo C incrementándose así la variabilidad de los promedios históricos según Fondo.

Más allá de los inconvenientes que surgen de usar información histórica de la rentabilidad de los fondos de pensiones, aspecto que será analizado en la siguiente sección donde se critica la actual fórmula de cálculo, el principal problema de admitir TITRP que varían acorde al fondo invertido es que la diferencia en tasas de rentabilidad *ex post* entre dos fondos de pensiones se explica por la distinta exposición al riesgo de inversión que tuvieron *ex ante*. Adicionalmente, los beneficios asociados a tasas relativamente superiores de rentabilidad pasadas del fondo elegido ya están incorporados en un mayor saldo de la cuenta individual del jubilado o afiliado, dando origen a pensiones futuras y herencia mas elevadas.

Como una mayor TITRP se traduce en una mayor pensión, la duda que surge es respecto de la conveniencia de permitir *ex ante* que un afiliado retire sus fondos a una velocidad mayor porque ha invertido en un fondo con mayor riesgo de inversión.

El problema es que el jubilado que se expone a más riesgo de inversión no ve aumentada su riqueza hasta que los retornos esperados efectivamente se materialicen. Si bien es ampliamente sabido que los portafolios de inversión más riesgosos tienen asociado, a largo plazo, una mayor rentabilidad esperada, no es posible asegurar que tendrán una rentabilidad superior en todos los períodos. En efecto, tal como señala la experiencia de algunos mercados accionarios, existen ocasiones donde la rentabilidad de un fondo invertido en acciones ha sido mucho más baja que la rentabilidad de un fondo de renta fija, y esto puede perdurar por varios años. A modo de ejemplo, en los gráficos 6 y 7 se presenta la evolución de los índices accionarios S&P 500 y Nikkei 225 desde los primeros día del año 2000 hasta los primeros días del año 2008¹. Tal como se aprecia, en el caso del S&P 500 la caída en el índice del año 2000 demoró más de siete años en recuperarse, mientras que en el caso del Nikkei 225 la caída aún no se recupera y posiblemente tome varios años más antes de lograrlo.

¹ El S&P 500 (Standard and Poor's Index) está compuesto por 500 de las compañías mas importantes de las que cotizan en el mercado estadounidense. Para elegir sus componentes se atiende a criterios de capitalización de mercado, liquidez y representación sectorial de cada compañía. El índice bursátil del mercado japonés Nikkei 225 comprende los 225 valores más líquidos.

Gráfico 6

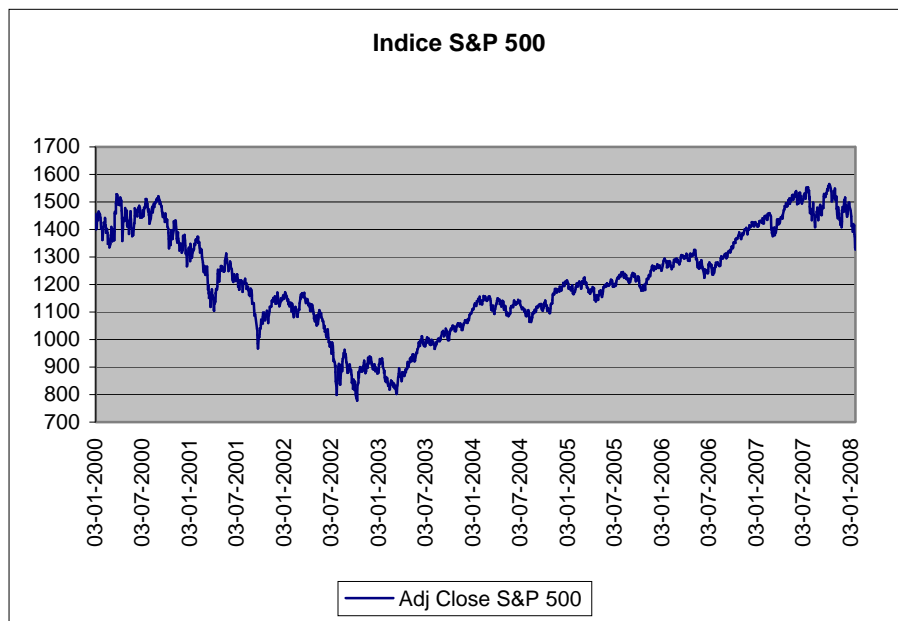
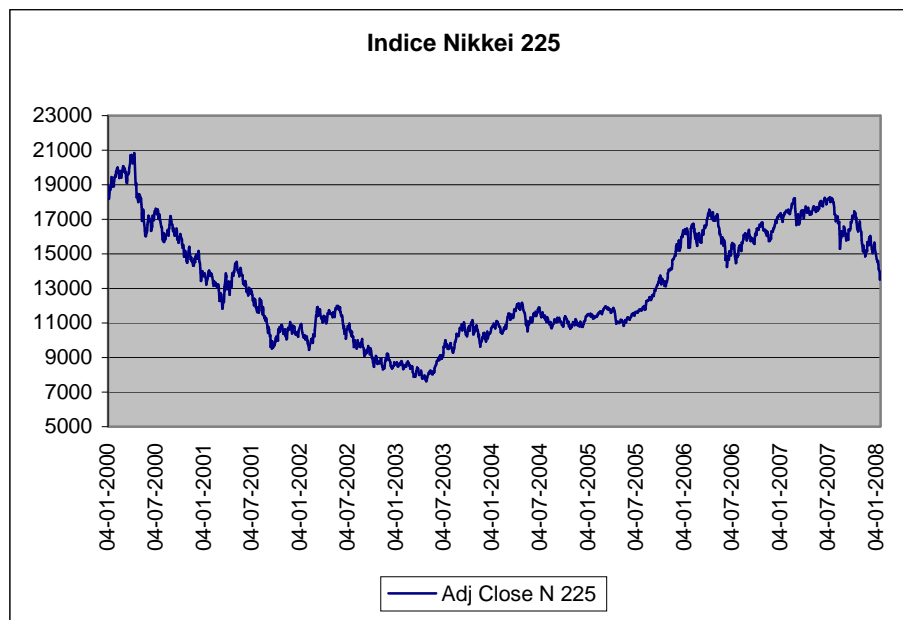


Gráfico 7



d) TITRP y Tasas de Interés de Mercado

Un cuarto aspecto a considerar es que la tasa de interés técnico procure reflejar las condiciones prevalecientes en el mercado al momento de que se calcula la pensión.

Bajo la modalidad de retiro programado, el afiliado posee cuotas de un fondo de pensión que se valora a precios de mercado. Entonces, si le toca calcular su pensión en un momento en que las tasas de interés han subido, la valoración de sus cuotas y por tanto de su fondo habrá caído. Esta caída no debiera traducirse en una reducción de su pensión ya que de ahí en adelante se espera que los fondos materialicen una rentabilidad superior. Por lo tanto, para inmunizar en parte el efecto de las fluctuaciones de la tasa de interés sobre la valorización del fondo de pensiones, parece recomendable que la tasa de interés técnico siga el movimiento de las tasas de mercado.

Una limitación a esta propuesta, que se ve aminorada por el recálculo anual de la pensión de retiro programado, se deriva del hecho de que los fondos de pensiones están invertidos a un plazo mucho más corto que el horizonte de cálculo de la pensión, por lo que la inmunización total no es posible.

Asimismo, debe tenerse presente que la tasa de interés técnico es utilizada para descontar los flujos por todo el período de tiempo que se espera viva la persona, y esto es independiente de los plazos promedios a los cuales estén invertidos los fondos de pensiones, que se sabe son más cortos que el horizonte de proyección.

e) TITRP y Variaciones en el Horizonte de Tiempo

Otro aspecto importante de tener en cuenta para la estimación de la TITRP y que está relacionado con el horizonte proyección, es que esta tasa no tiene por qué ser la misma a través del tiempo. Hasta ahora, la fórmula de cálculo genera una única tasa de interés técnico para descontar los flujos de todo el período, pero en caso que exista información de mercado que justifique usar tasas distintas, sería un error utilizar una tasa de interés técnico constante.

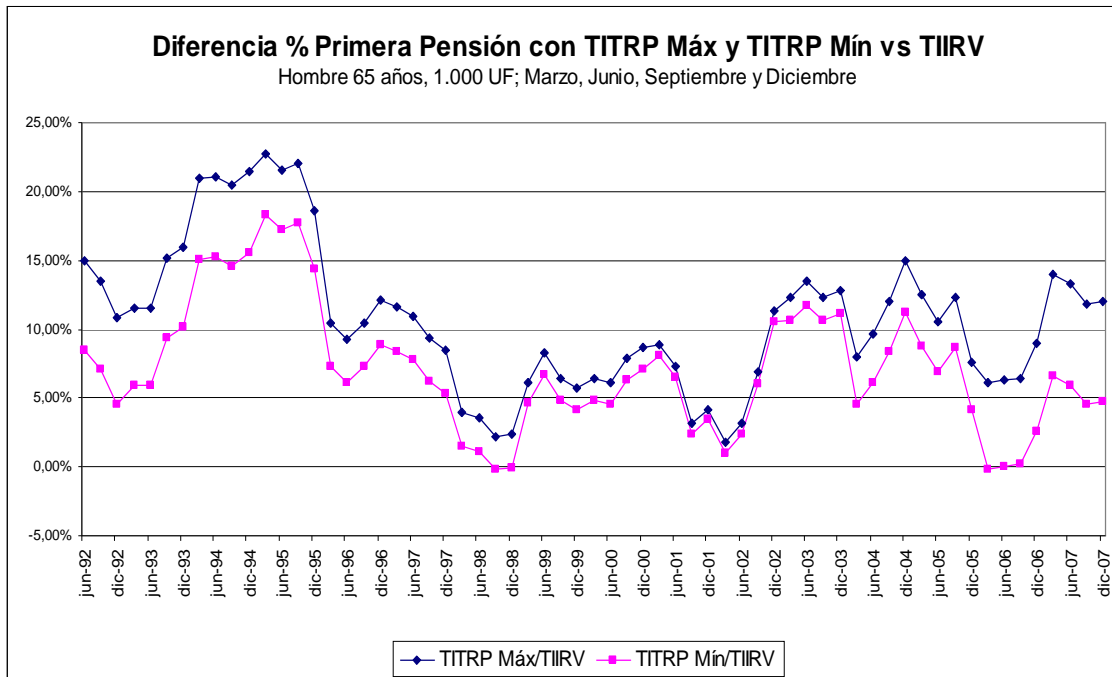
f) TITRP y Preferencias por Liquidez

Un último aspecto que es relevante tener en cuenta en el cálculo de la TITRP es el eventual sesgo que tiene un jubilado en la elección de la modalidad de pensión cuando tiene una alta preferencia por liquidez. Pensionados de este tipo valoran relativamente mucho más los flujos cercanos en el tiempo que los lejanos y esto los impulsa a elegir aquella modalidad de pensión que les ofrezca las mayores pensiones iniciales. A modo de ejemplo, una tasa de interés técnico de retiro programado mayor a la tasa de interés implícita en las rentas vitalicias resultará en que la pensión inicial de retiro programado sea superior a la pensión de renta vitalicia, incentivándose así la elección de retiro programado.

Como se muestra en el gráfico 8, la primera pensión que arroja el cálculo sobre la base de la TITRP máxima supera siempre a la correspondiente de renta vitalicia en el período 1992 a 2007, y lo hace en promedio en un 11%, oscilando entre un máximo en torno al 21% en 1994-95 y mínimos cercanos a 2% en marzo de 2002 y segundo semestre de 1998. Sólo en estos meses de 1998 y primeros de 2006 la pensión calculada en base a la TITRP mínima es marginalmente superada por aquella de la renta vitalicia, ya que en promedio en todo el período la excede en un 7%. Para que ambas pensiones fuesen netas de comisiones de administración, en el cálculo de la pensión de retiro programado se descontó la comisión que cobra la AFP, la cual se estimó en 1,2% constante para

todo el período. Este cálculo es bastante conservador y en el pasado va en desmedro de las pensiones de retiro programado ya que por muchos años las AFP no cobraron dicha comisión.

Gráfico 8



La evidencia empírica de estos 15 años indica por tanto que la preferencia por liquidez de los pensionados habría sesgado la decisión hacia el retiro programado, no obstante existen varios otros elementos que determinan esta elección, los cuales se reflejan en que casi dos tercios de todos los jubilados han optado por rentas vitalicias.

De acuerdo a Iglesias y Martínez (2005)², algunos otros elementos que habrían influido sobre la decisión son las preferencias por mantener control y flexibilidad en el manejo de las inversiones, la flexibilidad en la posibilidad de contratar más adelante en el tiempo una renta vitalicia, las preferencias por dejar herencia, el riesgo de longevidad, el riesgo de la rentabilidad en el fondo en el cual están invertidos los fondos, y las preferencias por los distintos perfiles de pagos a recibir en el tiempo. Asimismo, alrededor de un 60% del total de jubilados del sistema se retiró en forma anticipada, y entre éstos el porcentaje de elección de rentas vitalicias alcanza un 85% versus un 34% de los jubilados a edad normal.

² James, E; Martínez, G e Iglesias, A. "Las pensiones en el nuevo sistema de AFP: ¿Quién compra rentas vitalicias y por qué?". Documento de Trabajo N° 14, SAEP, diciembre 2005.

VI. PROBLEMAS ASOCIADOS A FORMULA DE TITRP ACTUAL ³

a) Problemas Asociados al Uso de las Tasas Implícitas de las Rentas Vitalicias

La lógica económica de incorporar la tasa de interés implícita de las rentas vitalicias en la fórmula de cálculo de la tasa de interés técnico se sustenta en que ésta es una tasa que se deriva de las pensiones de renta vitalicia contratadas por los jubilados durante el año anterior. Para poder calcular esas pensiones las compañías de seguros de vida han debido proyectar la tasa esperada de rentabilidad de sus inversiones para plazos muy largos, y en ese sentido son tasas que incorporan una planeación sobre todo el horizonte de proyección de la pensión.

Reconociendo esa ventaja de las tasas implícitas de las rentas vitalicias, existen varias desventajas que se generan que hacen que su uso sea desaconsejable.

Desde un punto de vista de promoción de la competencia es claramente inconveniente que dos productos que compiten entre sí se encuentren obligatoriamente atados por ley. Esto debido a que cualquier fenómeno que altere el equilibrio en el mercado de rentas vitalicias, y que como consecuencia de ello haga variar la pensión ofrecida, conllevará obligatoriamente a una variación en la pensión de retiro programado. El problema de esto radica en que pueden darse muchos cambios en el mercado de las rentas vitalicias que no tienen por qué impactar a la pensión de retiro programado. Por ejemplo, una disminución en la intensidad de la competencia en el mercado de las rentas vitalicias reduciría la tasa de interés implícita de éstas, lo cual no debería disminuir la tasa de interés técnico del retiro programado y con ello la pensión que se puede acceder a través de esta modalidad. Asimismo, la tasa implícita de las rentas vitalicias podría verse afectada por cambios en la regulación que no tienen por qué impactar a las pensiones de retiro programado⁴.

El uso del promedio del año anterior de las tasas de interés implícitas de las rentas vitalicias también produce problemas por cuanto no permite que la tasa de interés del retiro programado varíe según las condiciones de mercado, mientras que la tasa de interés de las rentas vitalicias si puede hacerlo. En efecto, como se ilustra en el gráfico 9, en una situación económica donde las tasas de interés de mercado están subiendo también lo hacen las tasas implícitas de las rentas vitalicias, pero la tasa de interés técnico para el retiro programado quedará rezagada y por debajo. Este desacople de la tasa de retiro programado respecto de las condiciones de mercado, que se visualiza tan claramente en el gráfico, en un escenario de alza en la tasa de interés, mejorará injustificadamente la posición competitiva de la pensión de renta vitalicia respecto de la pensión de retiro programado. Frente a escenarios de baja en la tasa de interés de mercado la situación se revierte a favor de la pensión de retiro programado. En contraste a esto se aprecia una correlación más cercana entre las trayectorias de la tasa de la renta vitalicia y la tasa de mercado.

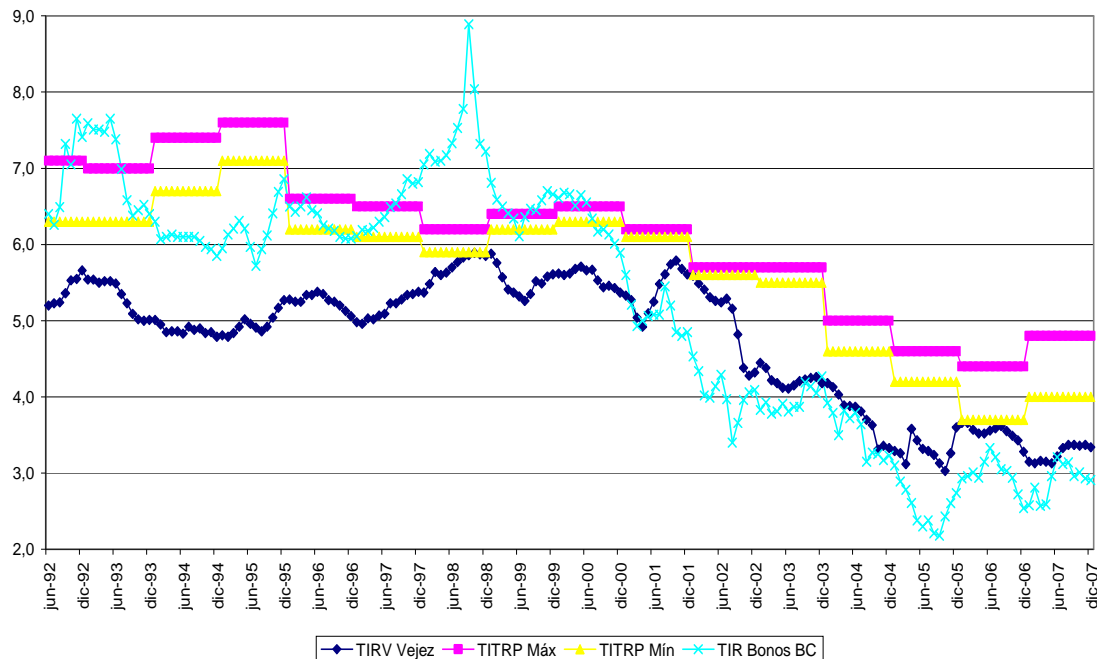
En el gráfico 9 también se puede apreciar la rigidez y el desacople que se produce entre las distintas tasas como consecuencia de que la TITRP se calcule una vez al año y sea constante para todo el año calendario.

³ Parte de estas críticas están basadas en el trabajo de C. Díaz y S. Valdés: "La tasa de interés del retiro programado: crítica y propuesta". Documento de Trabajo N°149, P. Universidad Católica de Chile, Instituto de Economía (Agosto 1992).

⁴ Por ejemplo, un incremento en el requisito de capital exigido a las compañías de seguros de vida reduciría la tasa de interés implícita de las rentas vitalicias sin que esto deba afectar a la pensión de retiro programado.

Gráfico 9

Tasas de Interés RV Vejez, RP Máx, RP Mín y TIR Bonos BC
(%)



La tasa de interés implícita que se calcula para las pensiones de renta vitalicia incluye un cargo por una serie de beneficios que entrega esta modalidad de pensión y que no tienen porque reducir la tasa de interés técnico del retiro programado que no los incorpora. En particular, la renta vitalicia, a diferencia del retiro programado, entrega un seguro de sobrevivida, garantiza una determinada rentabilidad de las inversiones y paga una “cuota mortuoria” al momento de que fallece el pensionado.

También se produce una distorsión asociada al hecho de que la tasa de interés implícita en las rentas vitalicias incorpora un cargo por concepto de costo de administración, que no tiene por qué aplicarse al retiro programado a través de una menor tasa de interés técnico. Para calcular el retiro programado lo correcto es usar una tasa de interés técnico que no incluya ningún descuento por este concepto ya que las comisiones de administración se descuentan directamente de la pensión. El uso de la tasa de interés implícita de las rentas vitalicias en la fórmula actual de cálculo de la tasa de interés técnico del retiro programado equivale a descontar dos veces el costo de administración de la pensión de retiro programado.

b) Problemas Asociados al Uso de la Tasa de Rentabilidad Histórica de los Fondos de Pensiones

Independientemente del número de años que se considere, la información histórica acerca de la rentabilidad de los distintos fondos de pensiones no constituye una buen predictor de la futura rentabilidad que puedan obtener. En efecto, existen numerosos estudios realizados sobre la base de información de rentabilidad de fondos mutuos que muestran que en el largo plazo no existe

persistencia de la rentabilidad en el tiempo⁵. Adicionalmente, está demostrado que los premios por riesgo de mercado son variables en el tiempo, al igual que los son los betas de las acciones y las tasas de interés libres de riesgo que siguen el ciclo económico.

En la misma línea, en un estudio realizado por Zurita y Jara (1999)⁶ se reportan los desempeños relativos de los fondos de pensiones según el índice de Sharpe⁷ en períodos sobrepuestos de 5 años, y como se muestra en el cuadro 2, el ranking de los fondos de pensiones resulta ser bastante fluctuante en el tiempo, lo cual indica que el hecho que un fondo obtenga un retorno ajustado por riesgo superior al de otros fondos en un cierto período de tiempo no implica que podrá mantener esta posición relativa en el futuro.

Cuadro 2
Ranking de los Fondos de Pensiones según Índice de Sharpe
(Períodos de 5 años)

	Cuprum	Habitat	Magister	Planvital	Protección	Provida	S. María	Summa	Unión
Ene 89-Dic 91	1	6	7	3	4	9	8	2	5
Ene 90-Dic 92	1	7	6	4	2	9	8	3	5
Ene 91- Dic 93	3	6	7	5	2	9	8	1	4
Ene 92-Dic 94	2	5	7	4	1	9	8	3	6
Ene 93-Dic 95	2	5	4	7	1	9	8	3	6
Ene 94-Dic 96	2	6	8	3	1	7	9	5	4
Ene 95-Dic 97	2	4	9	3	1	7	8	6	5
Oct 95-Sep 98	6	3	9	2	5	4	7	8	1

Fuente: Zurita y Jara 1999 pág. 246.

Por otra parte, como se analizó en la sección referente a las bases conceptuales, el saldo de la cuenta individual del afiliado incorpora la rentabilidad pasada y por eso no resulta conveniente que los resultados pasados, en caso de ser distintos a los esperados, distorsionen las futuras pensiones y con ello la velocidad de retiro de fondos. El hecho que la pensión de retiro programado se recalcule anualmente, alivia en parte este problema, pero no lo elimina.

Otro problema de la fórmula actual radica en el uso de diferentes TITRP para los distintos fondos de pensiones. En la sección anterior se analizaron los inconvenientes de esta práctica.

⁵ El descubrimiento del efecto del momento de los precios por Jegadeesh y Titman (1993) llevó a la publicación de artículos respecto a la capacidad de los fondos mutuos de explotar dicho momento para ganarle al mercado en forma persistente en el tiempo. El momento de los precios significa que aquellas acciones que han rentado bien en los últimos 12 meses seguirán rentando bien en los próximos 3 a 6 meses, y viceversa. Algunos artículos encontraron que los fondos mutuos sí tenían persistencia en períodos de dos a tres años, es decir aquellos que lo hacían bien un año, probablemente lo volverían a hacer bien en el siguiente año. Sin embargo, los artículos mencionados no usaban bases de datos largas y sus metodologías eran menos rigurosas en relación al artículo que, a nuestro juicio, es muy superior al resto en la materia: el de Carhart (1997). Este artículo usa una base de datos bastante más extensa que los anteriores y es superior en la forma como ajusta por riesgo. Carhart encuentra que los fondos mutuos no tienen persistencia en el tiempo una vez que se ajusta por riesgo, y tampoco tienen la habilidad de transformar el momento de los precios en un retorno superior.

Carhart, Mark: "On persistence in Mutual Fund Returns", *The Journal of Finance*, Marzo 1997.

Narasimhan Jegadeesh y Sheridan Titman: "Return to buy winner and sell Losers: Implications for Market Efficiency", *The Journal of Finance*, Marzo 1993.

⁶ Zurita, S. y Jara, C. "Desempeño Financiero de Fondos de Pensiones", *Estudios Públicos*, 74 (otoño 1999).

⁷ El índice de Sharpe se define como la pendiente de la línea que se origina en la tasa libre de riesgo promedio, y que pasa por el punto correspondiente a la desviación estándar y el retorno promedio del portafolio. Si este coeficiente resulta mayor que la línea de mercado de capitales expost, ello indica desempeño superior o inferior al mercado.

VII. PROPUESTA Y ANÁLISIS DE MÉTODOS ALTERNATIVOS DE CÁLCULO DE TITRP

Sustentado en los análisis presentados en las secciones anteriores se propone abandonar el método actual de cálculo de la TITRP, basado en una combinación lineal de la tasa de interés histórica de los fondos de pensiones y de la tasa de las rentas vitalicias rezagada en un período.

Independientemente de la fórmula propuesta, en todos los casos se sugiere mantener el recálculo anual de la pensión. Reconociendo que la frecuencia de recálculo es un aspecto discutible, se estima que por motivos de estabilidad de la pensión el plazo de un año parece razonable.

A continuación, se presentan cuatro propuestas alternativas para determinar la tasa de interés técnico de retiro programado y en el Cuadro 3 se analiza las ventajas y desventajas de cada una.

(1) Tasa Libre de Riesgo Constante en el tiempo

(2) Tasa Libre de Riesgo Variable (t) = Estructura Temporal de Tasas

(3) Tasa libre de Riesgo Variable (t) + Premio por Riesgo = Estructura Temporal de Tasa + Spread

(4) Tasa de Rentabilidad Esperada por tipo de fondo (de CAPM)

Propuesta	Proxy	Fuente	Ventaja	Desventaja
(1) Tasa Libre de Riesgo (r_f)	BCU 10 años mensual PRC 20 años mensual	Banco Central de Chile Bolsa de Comercio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Simple y objetivo. ✓ Está basada en información de mercado ✓ No incentiva ex ante la elección de fondos más riesgosos. ✓ Aún cuando no contempla premios por riesgo, el mayor retorno que obtenga un fondo se reflejaría en un mayor saldo acumulado el que se traducirá en una mayor pensión ex post. 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Considera una tasa única para descontar flujos futuros. ✗ No considera el nivel de los premios por riesgo en el mercado ni las diferencias de riesgo entre fondos. ✗ En ocasiones podría darse el caso en que esta tasa fuese inferior a la tasa implícita de las rentas vitalicias con lo cual las primeras pensiones de renta vitalicia serían superiores a las primeras pensiones de retiro programado afectándose así las posiciones relativas en términos competitivos.
(2) Estructura Temporal de Tasas	Instrumentos Emitidos por el Banco Central u otras instituciones que cuenten con garantía estatal	Banco Central de Chile	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Simple y objetivo. ✓ Está basada en información de mercado ✓ Considera variaciones esperadas a lo largo del tiempo en la tasa libre de riesgo. ✓ Aún cuando no contempla premios por riesgo, el mayor retorno que obtenga un fondo se reflejaría en un mayor saldo acumulado el que se traducirá en una mayor pensión ex post. 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Considera una tasa única para descontar flujos futuros. ✗ No considera el nivel de los premios por riesgo en el mercado ni las diferencias de riesgo entre fondos. ✗ En ocasiones podría darse el caso en que esta tasa fuese inferior a la tasa implícita de las rentas vitalicias con lo cual las primeras pensiones de renta vitalicia serían superiores a las primeras pensiones de retiro programado afectándose así las posiciones relativas en términos competitivos. ✗ Dada la incompletitud del mercado de renta fija, requiere la utilización de distintos instrumentos de renta fija, los cuales pueden presentar distintos niveles de riesgo. Adicionalmente, se deben simular los pagos de bonos cero cupón.

Nota: en el Anexo 1 se presenta un ejemplo detallado de la metodología propuesta para estimar la estructura de tasas de interés para el caso chileno. En lugar que sea la SAFP quien estime la estructura de tasas de interés una alternativa es usar las estructuras de tasas calculadas por empresas tales como RiskAmerica o Larraín Vial Indices.

Propuesta	Proxy	Fuente	Ventajas	Desventaja
(3) Estructura temporal de tasas más spreads.	<p>Estructura de tasas: ver caso (2)</p> <p>Premios por riesgo instrumentos de renta fija sin garantía estatal: TIR del instrumento menos R_f ajustado por duración</p> <p>Renta variable nacional: premio por riesgo de mercado</p> <p>Renta variable para EE.UU., Asia, Europa y Países emergentes: premio por riesgo mercado local accionario correspondiente</p>	<p>Ver caso (2)</p> <p>Banco Central de Chile Bolsa de Comercio</p> <p>Alt 1: Ibbotson Alt. 2: consensos forecast de analistas</p> <p>Ibbotson y asociados</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Está basada en información de mercado y refleja de mejor forma la tasa de rentabilidad esperada de un fondo de pensiones. ✓ Considera variaciones esperadas a lo largo del tiempo en la tasa libre de riesgo. ✓ Considera el nivel de los premios por riesgo en el mercado. ✓ Considera diferencias de riesgo entre fondos. ✓ Al incluir un spread sobre la estructura de tasas hace más competitiva la modalidad de retiro programado versus la renta vitalicia. 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Asigna una mayor tasa de rentabilidad ex ante a aquellos fondos más riesgosos. ✗ A priori incentiva la elección de fondos más riesgosos por individuos con alta preferencia por liquidez. ✗ Existen problemas asociados al cálculo del premio por riesgo de mercado en base a información histórica. ✗ Dada la incompletitud del mercado de renta fija, requiere la utilización de distintos instrumentos de renta fija, los cuales pueden presentar distintos niveles de riesgo. Adicionalmente, se deben simular los pagos de bonos cero cupón
<p>Rentabilidad Esperada del Fondo : CAPM.</p> <p>Beta estimado en base a rentabilidad agregada de cada uno de los fondos.</p>	<p>R_f ver caso (1)</p> <p>PRM ver caso (3)</p> <p>Estimación de beta en base a información histórica de los fondos</p>	<p>Rentabilidad histórica de los fondos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Considera el nivel de los premios por riesgo en el mercado. ✓ Considera diferencias de riesgo entre fondos. ✓ Está basada en información de mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Asigna una mayor tasa de rentabilidad ex ante a aquellos fondos más riesgosos. ✗ A priori incentiva la elección de fondos más riesgosos por individuos con alta preferencia por liquidez. ✗ Existen problemas asociados al cálculo del premio por riesgo de mercado en base a información histórica. ✗ Requiere de estimaciones de betas para los fondos. Los betas calculados en forma estándar (modelo de mercado) presentan inestabilidad y alta dependencia respecto del período muestral. ✗ Considera una sola tasa de descuento en el tiempo. ✗ Limitaciones propias del modelo CAPM

VIII. ANÁLISIS Y ESTIMACIONES DE TITRP COMO ESTRUCTURA TEMPORAL DE TASAS DE INTERÉS MÁS PREMIO POR RIESGO

Considerando las ventajas y desventajas de cada una de las cuatro propuestas estudiadas se estima que lo más adecuado, para calcular la pensión de retiro programado, es usar como TITRP la Estructura temporal de tasas de interés (Propuesta 2) o la Estructura temporal de tasas de interés más un Spread de premio por riesgo (Propuesta 3).

Se desechó utilizar la Tasa libre de riesgo mantenida constante en el tiempo (Propuesta 1) debido a que en el mercado existe información sobre cómo se espera que ésta varíe en el tiempo, y no incorporarla resulta poco razonable o imprudente. Asimismo, se descarta la utilización de la Rentabilidad esperada de cada uno de los fondos de pensiones (Propuesta 4) porque está sujeta a las limitaciones propias del modelo CAPM y porque los premios por riesgo de los fondos presentan inestabilidad y alta dependencia respecto del período muestral.

Para el desarrollo de las Propuesta 2 y 3 como determinantes de la TITRP se requerirá por una parte estimar la estructura temporal de tasas y por otra calcular los premios por riesgo.

Se proponen cuatro alternativas de estimación para este spread:

- a) Para cada fondo usar spread ponderado por familia de activos
- b) Para todos los fondos usar spread ponderado de familia de activos del fondo E
- c) Para todos los fondos usar spread de Bonos AAA
- d) Para todos los fondos usar spread de Bonos AA

A continuación se presenta la estimación de la Estructura temporal de tasas y luego el cálculo de los Spreads y TITRP a que dan lugar.

1) Estimación de la Estructura Temporal de Tasas

En el Cuadro 4 se presenta, para el último día hábil del mes de diciembre de los años 2005, 2006 y 2007, la estructura temporal de tasas a 30 años – tasas forward y tasas spot esperadas – derivadas a partir de la información diaria que entrega RiskAmerica.

Cuadro 4
Estructura Temporal de Tasas – Tasas forward y Tasas Spot Esperadas

Año	Dic-05		Dic-06		Dic-07	
	Tasa Forward (%)	Tasa Spot Esperada (%)	Tasa Forward (%)	Tasa Spot Esperada (%)	Tasa Forward (%)	Tasa Spot Esperada (%)
1	3.63	3.63	2.86	2.86	2.55	2.55
2	3.13	2.63	2.63	2.40	2.87	3.19
3	3.06	2.92	2.59	2.51	2.95	3.11
4	3.07	3.10	2.6	2.63	2.99	3.11
5	3.09	3.17	2.62	2.70	3.02	3.14
6	3.13	3.33	2.64	2.74	3.03	3.08
7	3.17	3.41	2.67	2.85	3.05	3.17
8	3.21	3.49	2.69	2.83	3.06	3.13
9	3.24	3.48	2.72	2.96	3.08	3.24
10	3.28	3.64	2.74	2.92	3.09	3.18
11	3.32	3.72	2.76	2.96	3.11	3.31
12	3.35	3.68	2.78	3.00	3.12	3.23
13	3.38	3.74	2.8	3.04	3.13	3.25
14	3.42	3.94	2.82	3.08	3.14	3.27
15	3.45	3.87	2.84	3.12	3.16	3.44
16	3.47	3.77	2.85	3.00	3.17	3.32
17	3.5	3.98	2.87	3.19	3.18	3.34
18	3.53	4.04	2.88	3.05	3.19	3.36
19	3.55	3.91	2.89	3.07	3.19	3.19
20	3.58	4.15	2.9	3.09	3.2	3.39
21	3.6	4.00	2.91	3.11	3.21	3.41
22	3.62	4.04	2.91	2.91	3.21	3.21
23	3.64	4.08	2.92	3.14	3.21	3.21
24	3.65	3.88	2.93	3.16	3.22	3.45
25	3.67	4.15	2.93	2.93	3.22	3.22
26	3.68	3.93	2.93	2.93	3.22	3.22
27	3.7	4.22	2.93	2.93	3.22	3.22
28	3.71	3.98	2.93	2.93	3.22	3.22
29	3.72	4.00	2.93	2.93	3.21	2.93
30	3.73	4.02	2.93	2.93	3.21	3.21

Fuente: Riskamerica

2) Estimación de los Premios por Riesgo por familias de activos

Composición de la cartera de inversión

Con anterioridad se explicó la inconveniencia de admitir diferencias según AFP para el cálculo de la TITRP, por ello los análisis de la composición de los *portfolios* de inversión por tipo de fondo se realizan para la industria de AFP como un todo. Para efectos de estimar los premios por riesgo se consideraron sólo los fondos C, D y E, por cuanto no está permitido a los pensionados invertir sus ahorros obligatorios en los fondos A y B.

La estimación del premio por riesgo de cada activo de la cartera del fondo sería engorrosa ya que está compuesta por diversos y numerosos instrumentos financieros, los cuales, sujeto a los límites normativos de cada fondo, son mantenidos o vendidos en función de las estrategias de inversión y cambiantes condiciones de mercado. Por ello lo más razonable y eficiente sería estimar el spread en base a las principales familias de activos que componen cada fondo.

En el cuadro 5 se muestra, a diciembre de cada año, la composición de los fondos de pensiones C, D y E según las siguientes familias de activos representativas:

- Acciones nacionales (IPSA)
- Bonos corporativos nacionales (LVACLC)
- Bonos con garantía del Estado de Chile (LVACLG)
- Instrumentos hipotecarios nacionales (LVACLH)
- Intermediación financiera nacional (LVACLI)
- Acciones internacionales (S&P)
- Instrumentos de renta fija del Tesoro Americano (USTN)
- Otros sin clasificar (NO)

Cuadro 5
Composición Carteras AFP

	Fondo	IPSA	LVACLC	LVACLG	LVACLH	LVACLI	SyP	USTN	NO
Dic 2005	C	18.04%	10.83%	17.59%	5.90%	23.07%	22.89%	0.91%	0.77%
	D	12.29%	11.08%	31.45%	7.10%	25.88%	10.69%	0.99%	0.52%
	E		18.23%	52.11%	12.44%	14.55%		2.34%	0.33%
Dic 2006	C	21.49%	14.96%	15.84%	5.42%	16.92%	25.07%	0.22%	0.10%
	D	15.03%	18.72%	25.21%	8.04%	20.89%	11.43%	0.65%	0.04%
	E		39.21%	28.63%	18.31%	13.44%		0.22%	0.18%
Dic 2007	C	22.80%	17.79%	10.79%	4.47%	16.44%	27.25%	0.10%	0.37%
	D	15.33%	23.29%	16.77%	6.88%	24.24%	12.70%	0.60%	0.19%
	E		48.71%	18.30%	16.67%	16.18%		0.11%	0.03%

Fuente: Superintendencia AFP

Cálculo de los Premios por Riesgo por familia de activos

En el cuadro 6 se presentan los spreads reales estimados por familia o cartera de activos a diciembre de 2007. Por falta de información, no fue posible calcular los spreads de todas las familias para diciembre 2005 y diciembre 2006. Por este motivo, y sólo para efectos de realizar una simulación, se supondrán que los spreads calculados para diciembre 2007 son constantes en el tiempo. En el futuro se propone calcularlos una vez al año usando la metodología y fuentes que se señalan a continuación.

Cuadro 6
Spreads Reales por Familias de Activos

IPSA	LVACLC	LVACLG	LVACLH	LVACLI	SyP	USTN
5.00%	1.66%	0.00%	1.66%	1.34%	6.97%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

El *spread* para la cartera IPSA se estimó como el promedio del premio por riesgo de mercado que usan los departamentos de estudio de diversas instituciones financieras en sus informes de valoración de empresas. A modo de ejemplo, el promedio simple de los spreads utilizados por Santander Investment (5.0%), Security Analysis (5.5%) y Larráin Vial (4.5%), arrojó una cifra de 5.0% real para 2007.

Alternativamente, el premio por riesgo del portfolio de mercado de acciones local podría obtenerse del promedio simple de las estimaciones de costo de capital para Chile reportados por Ibbotson Associates para el año 2007 en el informe *International Cost of Capital Report – 2007*⁸ (15.9%) menos la tasa de interés libre de riesgo de corto plazo nominal (6.2%), correspondiente a la tasa del *Cero Nominal* con vencimiento a un año reportada por RiskAmerica, menos la inflación esperada para el año 2008 para Chile (4%) a diciembre de 2007 de acuerdo a *The Economist Economic Data*.

El spread para las carteras de activos de renta fija LVACLC y LVACLH (1.66%), se obtuvo como la diferencia entre el TIR de valoración promedio para el 2007 de todos los instrumentos de renta fija corporativos, hipotecarios y emitidos por el Estado, menos la tasa de interés libre de riesgo de corto plazo real (2.55%), correspondiente a la tasa del *Cero Real* con vencimiento a un año reportada por RiskAmerica..

El premio por riesgo de las inversiones en instrumentos de intermediación financiera local, LVACLI, se asimiló al de los bonos de clasificación AA (1,34%). El índice de intermediación financiera de LVA incluye instrumentos del gobierno y corporativos de clasificación N-1 y N-2, que es hecha de acuerdo a la clasificación de riesgo del emisor, que guarda correspondencia con la clasificación de su deuda.

⁸ Si bien Ibbotson Associates reporta cinco estimaciones, se descartó las correspondientes al modelo CAPM Internacional y Modelo de Desviación Standard Relativa ya que se considera que sus valores sobrestiman el costo de capital para Chile.

El spread para la cartera S&P se obtiene del promedio simple de las cuatro estimaciones de costo de capital para Estados Unidos reportados por Ibbotson Associates para el año 2007 en el informe International Cost of Capital Report – 2007 (12.17%), menos la tasa de interés libre de riesgo de corto plazo nominal (5.0%), correspondiente a *US\$ 3-month commercial paper rate* a diciembre de 2007, lo cual arroja premio real de 7.17%. Este premio por riesgo del mercado americano fue luego ajustado por las expectativas de variación del tipo de cambio (-0.2%)⁹ obteniendo así un spread de 6.97%.

Finalmente, se asigna cero spread a los instrumentos del Gobierno de Chile y Tesoro Norteamericano.

Cálculo de los Premios por Riesgo por tipos de fondos

Los spreads reales de cada fondo de pensión que se indican en el Cuadro 7 corresponden al promedio ponderado de los spreads reales de las familias de activos calculados para diciembre de cada año, donde los ponderadores corresponden a la participación de cada familia de activos en el fondo correspondiente y los spreads por familia de activos corresponden a los spreads estimados para diciembre 2007.

Cuadro 7

Spreads Reales por Tipo de Fondo

	Diciembre 2005	Diciembre 2006	Diciembre 2007
Fondo C	3.08%	3.39%	3.63%
Fondo D	2.01%	2.27%	2.48%
Fondo E	0.70%	1.13%	1.30%

Fuente: Elaboración propia.

⁹ El premio por riesgo de tipo de cambio se calculó como la tasa del bono soberano de Chile (5.7%), menos la inflación esperada para USA (2,9%), menos la tasa BCU (3.0%).

3) Tasas de Interés Técnico de Retiro Programado

TITRP por tipo de fondo

A la estructura temporal de tasas de interés para diciembre de cada año se le agregó el spread real por cada tipo de fondo calculado para diciembre 2007 y se obtuvo una estimación de la TITRP (ver Cuadro 8) que, de acuerdo a la metodología propuesta, hubiese correspondido usar en el mes de diciembre de los años 2005, 2006 y 2007 para los fondos C, D y E.

Cuadro 8
Estructura de Tasas más Spreads por Tipo de Fondo

Años	Fondo C			Fondo D			Fondo E		
	Dic 2005	Dic 2006	Dic 2007	Dic 2005	Dic 2006	Dic 2007	Dic 2005	Dic 2006	Dic 2007
1	6.71%	6.25%	6.18%	5.64%	5.13%	5.03%	4.33%	3.99%	3.85%
2	5.72%	5.79%	6.82%	4.64%	4.67%	5.67%	3.34%	3.54%	4.49%
3	6.00%	5.90%	6.74%	4.93%	4.78%	5.59%	3.62%	3.65%	4.41%
4	6.18%	6.02%	6.74%	5.11%	4.90%	5.59%	3.80%	3.76%	4.41%
5	6.25%	6.09%	6.77%	5.18%	4.97%	5.62%	3.87%	3.84%	4.44%
6	6.41%	6.13%	6.71%	5.34%	5.01%	5.56%	4.03%	3.88%	4.38%
7	6.49%	6.24%	6.80%	5.42%	5.12%	5.65%	4.11%	3.99%	4.47%
8	6.57%	6.22%	6.76%	5.50%	5.10%	5.61%	4.19%	3.97%	4.43%
9	6.56%	6.35%	6.87%	5.49%	5.23%	5.72%	4.18%	4.10%	4.54%
10	6.73%	6.31%	6.81%	5.65%	5.19%	5.66%	4.34%	4.06%	4.48%
11	6.81%	6.35%	6.94%	5.73%	5.23%	5.79%	4.43%	4.10%	4.61%
12	6.76%	6.39%	6.86%	5.69%	5.27%	5.71%	4.38%	4.14%	4.53%
13	6.83%	6.43%	6.88%	5.75%	5.31%	5.73%	4.44%	4.18%	4.55%
14	7.03%	6.47%	6.90%	5.95%	5.35%	5.75%	4.65%	4.22%	4.57%
15	6.96%	6.51%	7.07%	5.88%	5.39%	5.92%	4.58%	4.26%	4.74%
16	6.85%	6.39%	6.95%	5.78%	5.27%	5.80%	4.47%	4.14%	4.62%
17	7.07%	6.58%	6.97%	5.99%	5.46%	5.82%	4.69%	4.33%	4.64%
18	7.13%	6.44%	6.99%	6.05%	5.32%	5.84%	4.75%	4.19%	4.66%
19	7.00%	6.46%	6.82%	5.92%	5.34%	5.67%	4.61%	4.21%	4.49%
20	7.24%	6.48%	7.02%	6.16%	5.36%	5.87%	4.86%	4.23%	4.69%
21	7.09%	6.50%	7.04%	6.01%	5.38%	5.89%	4.70%	4.25%	4.71%
22	7.13%	6.30%	6.84%	6.05%	5.18%	5.69%	4.75%	4.04%	4.51%
23	7.17%	6.53%	6.84%	6.09%	5.41%	5.69%	4.79%	4.28%	4.51%
24	6.96%	6.55%	7.08%	5.89%	5.43%	5.93%	4.58%	4.30%	4.75%
25	7.24%	6.32%	6.85%	6.16%	5.20%	5.70%	4.86%	4.06%	4.52%
26	7.01%	6.32%	6.85%	5.94%	5.20%	5.70%	4.63%	4.06%	4.52%
27	7.31%	6.32%	6.85%	6.23%	5.20%	5.70%	4.93%	4.06%	4.52%
28	7.06%	6.32%	6.85%	5.99%	5.20%	5.70%	4.68%	4.06%	4.52%
29	7.08%	6.32%	6.56%	6.01%	5.20%	5.41%	4.70%	4.06%	4.23%
30	7.10%	6.32%	6.84%	6.03%	5.20%	5.69%	4.72%	4.06%	4.51%

Fuente: Elaboración propia

Si se comparan estas TITRP estimadas con las TITRP efectivas para los años 2006, 2007 y 2008, presentadas en el cuadro 9, se puede apreciar que las TITRP propuestas con la nueva metodología para los Fondos C y D son claramente superiores. Esto significa que al usarse esta fórmula propuesta de cálculo de TITRP, que conceptualmente es mejor a la fórmula actualmente vigente, el pensionado habría obtenido mayores pensiones. La razón de esto se encuentra en que bajo la fórmula propuesta al jubilado se le está entregando una pensión que incorpora ex ante una rentabilidad esperada que está determinada por la estructura de tasas de interés más los spreads por tipo de familia de instrumentos de inversión.

Cuadro 9

Tasas Efectivas de Interés Técnico de Retiro Programado

	2006	2007	2008
Fondo C	3,9	4,2	4,0
Fondo D	3,8	4,0	3,8
Fondo E	3,7	4,0	3,7

Nota: las TITRP son calculadas a fines del año anterior

Fuente: Circulares emitidas por la SAFP N° 1356, 1416 y 1478

TITRP única para todos los fondos y Spread de bonos corporativos

Dentro de la metodología propuesta de cálculo de la TITRP, una alternativa más conservadora sería usar, para todos los tipos de fondo, una TITRP igual a la estructura de tasas más el premio por riesgo de los bonos corporativos con clasificación de riesgo **AAA**. Para el período 1990-2000 se estima que este spread era de 50-60 puntos base mientras que para el período 2001-2007 habría sido de 78 puntos base.

Alternativamente, podría utilizarse una TITRP igual a la estructura de tasas más el spread de los bonos corporativos con clasificación de riesgo **AA**, que se estima para el mismo período en 134 puntos base.

La ventaja de esta propuesta es que la TITRP a utilizar sería la misma para todos los fondos de pensión, lo cual no sesgaría la elección entre fondos ante una posible preferencia por liquidez y sería más conservadora al no premiar ex ante la elección de fondos más riesgosos.

En el Cuadro 10 se presenta la TITRP resultante para diciembre 2007.

Cuadro 10

Estimaciones de TITRP (%) en base a:

Año	Tasa Spot Esperada Dic 2007	Estructura de Tasas más Spread Bonos Corp AAA	Estructura de Tasas más Spread Bonos Corp AA
1	2,55	3,33	3,89%
2	3,19	3,97	4,53%
3	3,11	3,89	4,45%
4	3,11	3,89	4,45%
5	3,14	3,92	4,48%
6	3,08	3,86	4,42%
7	3,17	3,95	4,51%
8	3,13	3,91	4,47%
9	3,24	4,02	4,58%
10	3,18	3,96	4,52%
11	3,31	4,09	4,65%
12	3,23	4,01	4,57%
13	3,25	4,03	4,59%
14	3,27	4,05	4,61%
15	3,44	4,22	4,78%
16	3,32	4,10	4,66%
17	3,34	4,12	4,68%
18	3,36	4,14	4,70%
19	3,19	3,97	4,53%
20	3,39	4,17	4,73%
21	3,41	4,19	4,75%
22	3,21	3,99	4,55%
23	3,21	3,99	4,55%
24	3,45	4,23	4,79%
25	3,22	4,00	4,56%
26	3,22	4,00	4,56%
27	3,22	4,00	4,56%
28	3,22	4,00	4,56%
29	2,93	3,71	4,27%
30	3,21	3,99	4,55%

Fuente: Elaboración propia

4) Estimaciones de TITRP, Perfil de Pensión y Herencia usando spreads alternativos

El Cuadro 11 presentado a continuación, integra el resultado de las estimaciones de la tasa de interés técnica de retiro programado según el método y alternativas de mediciones propuestas a diciembre 2007.

Cuadro 11

Estimaciones de TITRP en base a Estructura de tasas más:

Años	Spread de Cero	Spread de familia de activos Fondo C	Spread de familia de activos Fondo E	Spread de Bonos Corporativos AAA	Spread de Bonos Corporativos AA
1	2,55	6.18%	3.85%	3,33%	3,89%
2	3,19	6.82%	4.49%	3,97%	4,53%
3	3,11	6.74%	4.41%	3,89%	4,45%
4	3,11	6.74%	4.41%	3,89%	4,45%
5	3,14	6.77%	4.44%	3,92%	4,48%
6	3,08	6.71%	4.38%	3,86%	4,42%
7	3,17	6.80%	4.47%	3,95%	4,51%
8	3,13	6.76%	4.43%	3,91%	4,47%
9	3,24	6.87%	4.54%	4,02%	4,58%
10	3,18	6.81%	4.48%	3,96%	4,52%
11	3,31	6.94%	4.61%	4,09%	4,65%
12	3,23	6.86%	4.53%	4,01%	4,57%
13	3,25	6.88%	4.55%	4,03%	4,59%
14	3,27	6.90%	4.57%	4,05%	4,61%
15	3,44	7.07%	4.74%	4,22%	4,78%
16	3,32	6.95%	4.62%	4,10%	4,66%
17	3,34	6.97%	4.64%	4,12%	4,68%
18	3,36	6.99%	4.66%	4,14%	4,70%
19	3,19	6.82%	4.49%	3,97%	4,53%
20	3,39	7.02%	4.69%	4,17%	4,73%
21	3,41	7.04%	4.71%	4,19%	4,75%
22	3,21	6.84%	4.51%	3,99%	4,55%
23	3,21	6.84%	4.51%	3,99%	4,55%
24	3,45	7.08%	4.75%	4,23%	4,79%
25	3,22	6.85%	4.52%	4,00%	4,56%
26	3,22	6.85%	4.52%	4,00%	4,56%
27	3,22	6.85%	4.52%	4,00%	4,56%
28	3,22	6.85%	4.52%	4,00%	4,56%
29	2,93	6.56%	4.23%	3,71%	4,27%
30	3,21	6.84%	4.51%	3,99%	4,55%

A continuación se presentan los perfiles de pensión y herencia para un pensionado hombre sin beneficiarios y capital inicial de 1000 UF que opta por el Fondo C. Esto, utilizando TITRP calculadas en base a premios por riesgo alternativos incluidas en el Cuadro 11. A su vez, estos resultados se presentan bajo dos escenarios de rentabilidad del fondo C, uno de 5% (Gráficos 12 y 13) y otro más optimista, de 8% (Gráficos 10 y 11).

Gráfico 10

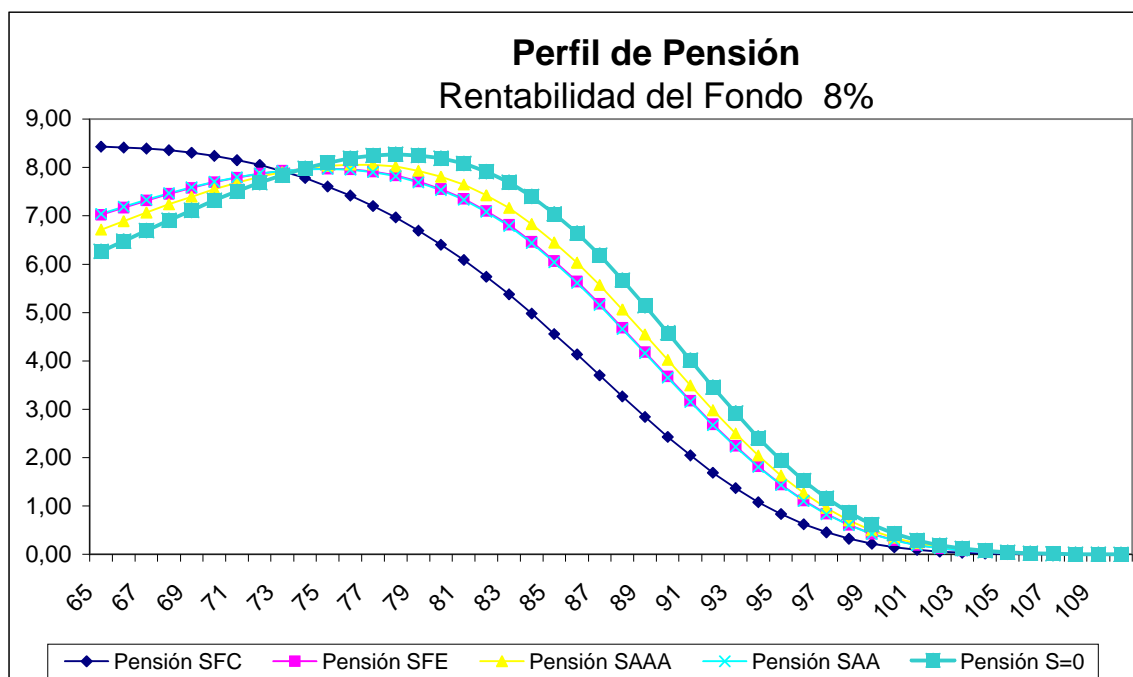


Gráfico 11

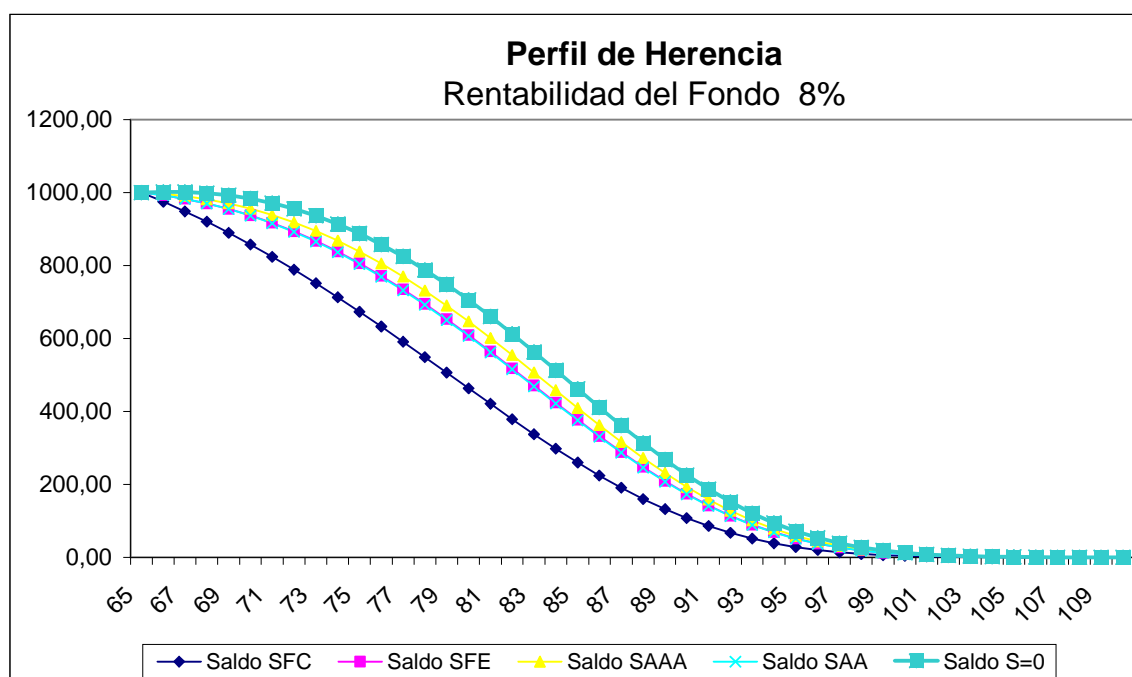


Gráfico 12

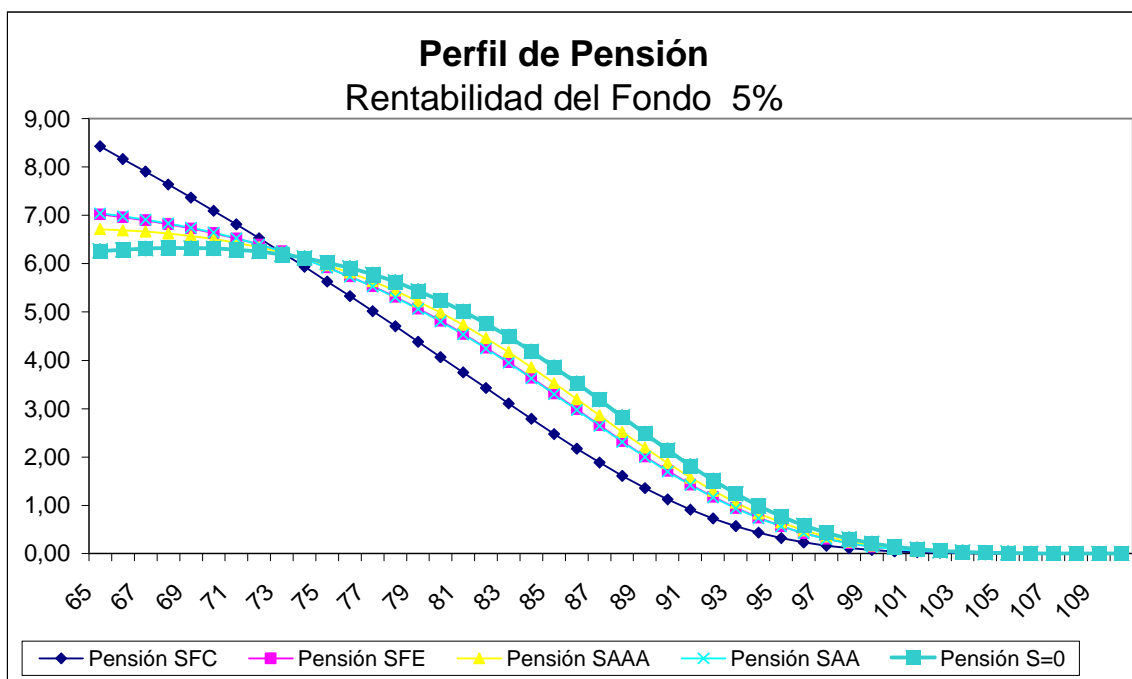
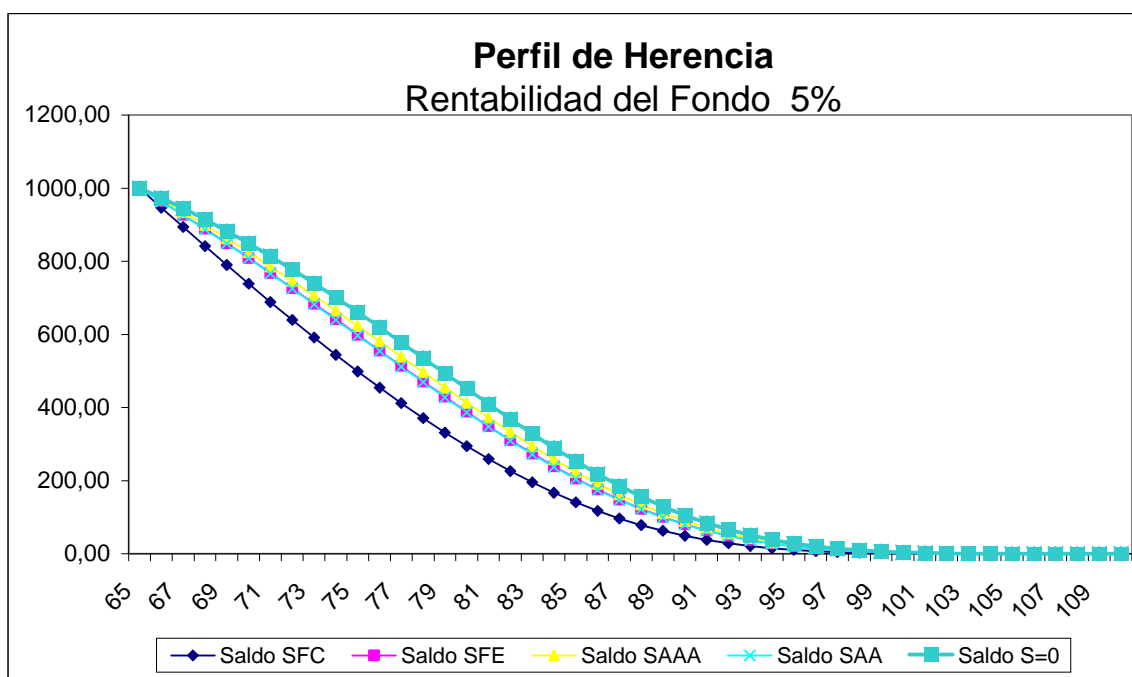


Gráfico 13



Un análisis comparativo permite concluir lo siguiente respecto de las TITRP obtenidas a partir de la estimación de la estructura de tasa más distintos premios por riesgo:

- a) La TITRP estimada en base al spread del fondo de pensiones C es mayor que las que resultan al utilizar el premio por riesgo de los bonos corporativos AA, del fondo E, bonos corporativos AAA y cartera libre de riesgo. Esto es consistente con la mayor variabilidad del retorno esperado para el fondo C.
- b) Si se quiere ser conservador en la estimación de la TITRP lo más consistente sería utilizar sólo la estructura de tasas, o bien, ésta más el spread asociado a los bonos corporativos AAA, como segunda opción más conservadora.
- c) Una opción intermedia es usar la TITRP estimada en base al spread del fondo de pensiones E o con el de los bonos AA, que son muy similares, y tiene un mercado de mayor volumen que el de bonos AAA. En efecto, una prueba estadística t para las dos muestras de estas series de TITRP no rechaza la hipótesis de que sus retornos sean estadísticamente iguales. Claramente esto se debe al hecho que la cartera de inversiones del fondo E tiene un alto componente de activos con este tipo de riesgo como se muestra en el Cuadro 5 (al cierre de 2007 éstas se concentran en un 49% en LVACLC, 18% en LVACLG, 17% en LVACLH y 16% en LVACLI).

El caso en análisis que da origen a los perfiles presentados en los gráficos 10, 11, 12 y 13 constituye un caso particular de un ejercicio de simulación más amplio y complejo, cuyas conclusiones generales se aplican a este y se encuentran al final del siguiente ese apartado. No obstante, cabe destacar lo siguiente:

- a) Independientemente de si la rentabilidad del fondo es 8% o 5%, se cumple que para edades menores a los 73-74 años la menor pensión se obtendría al usar como TITRP sólo la estructura de tasas, y se incrementa sucesivamente al utilizar crecientes premios por riesgo asociados a bonos AAA, a la cartera del Fondo E, bonos AA y Fondo C. Esto se revierte para las edades superiores a 74 años, obteniéndose mayores pensiones con TITRP en base a activos de menor riesgo, dominando en consecuencia la correspondiente a la estructura de tasa sin spread.
- b) Si se advierte que bajo los supuestos del caso, al pasar de un escenario de alta rentabilidad del fondo a uno más bajo, los perfiles esperados de pensiones se aplanan, es decir, se hacen menos variables en el tiempo.
- c) La trayectoria seguida por los saldos remanentes dan cuenta de que en todo momento bajo ambos escenarios de rentabilidad la herencia esperada será menor mientras mayor es el premio por riesgo utilizado en el cálculo de la TITRP.

IX. SIMULACIONES Y CONCLUSIONES

Para efectos de analizar y simular el impacto sobre las pensiones y herencias que se derivan del hecho de usar distintas TITRP según tipo de fondo se consideraron tres alternativas:

Alternativa 1: Usar como TITRP la Estructura de tasas de interés más un spread que resulta de ponderar los estimados para cada familia de activos que componen el fondo de pensiones en el cual tiene invertido sus recursos el pensionado. Tal como se vio en el Cuadro 8, esta alternativa implica tener una tasa de descuento para cada fondo de pensiones, la mayor de ellas correspondiente a la tasa del fondo C y la menor a la tasa asociada al fondo E.

Alternativa 2: Usar la misma TITRP para todos los fondos de pensiones y que ésta sea igual a la Estructura de tasas de interés más el spread que resulta de ponderar los estimados para cada familia de activos que componen el fondo E.

Alternativa 3: Usar la misma TITRP para todos los fondos de pensiones y que ésta sea igual a la Estructura de tasas de interés más el spread de los Bonos corporativos AA.

Para facilitar la presentación, el análisis que se desarrolla a continuación se restringe al fondo C y se realiza para diciembre 2007. Con el objeto de simular el impacto sobre la pensión y la herencia esperada en el tiempo de usar cada una de las tres alternativas propuestas de TITRP, se generaron diez escenarios de rentabilidad futura para el Fondo C, los que se detallan en el Cuadro 12.

Los escenarios 2 y 4 son de baja y alta rentabilidad respectivamente y constante en el tiempo. El resto de los escenarios se generan a partir de suponer una rentabilidad esperada base para el Fondo C igual a la TITRP calculada para el Fondo C, la cual es perturbada por una innovación i.i.d. normal, con media de cero y cuya varianza corresponde a la varianza histórica del retorno del fondo C.

Cuadro 12
Simulación Escenarios de Rentabilidad del Fondo C

Años	Escenario										
	Base TITRP Dic 2007	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6.18%	-1.8%	2.0%	10.5%	8.0%	14.4%	5.4%	7.9%	13.3%	2.3%	17.5%
2	6.82%	-3.0%	2.0%	13.1%	8.0%	3.7%	3.3%	6.9%	1.9%	12.1%	10.0%
3	6.74%	7.3%	2.0%	-0.6%	8.0%	0.9%	5.5%	10.2%	21.1%	2.9%	8.1%
4	6.74%	-2.6%	2.0%	-16.0%	8.0%	13.2%	10.8%	19.5%	-7.9%	6.0%	11.5%
5	6.77%	11.3%	2.0%	0.0%	8.0%	1.6%	14.3%	10.9%	12.1%	2.9%	11.2%
6	6.71%	12.5%	2.0%	22.5%	8.0%	8.2%	15.6%	8.7%	2.8%	9.7%	14.9%
7	6.80%	2.6%	2.0%	4.0%	8.0%	20.3%	4.5%	-0.1%	2.8%	-9.0%	-1.5%
8	6.76%	-1.4%	2.0%	5.4%	8.0%	13.8%	2.2%	5.8%	11.6%	2.8%	12.9%
9	6.87%	15.8%	2.0%	16.7%	8.0%	9.6%	12.3%	-7.2%	11.5%	-8.0%	6.8%
10	6.81%	-5.6%	2.0%	10.0%	8.0%	-2.1%	14.0%	-2.9%	8.6%	5.7%	0.0%
11	6.94%	-5.6%	2.0%	13.6%	8.0%	-2.7%	21.8%	23.6%	0.4%	5.4%	3.6%
12	6.86%	7.7%	2.0%	7.0%	8.0%	-14.4%	-2.2%	23.8%	11.2%	4.1%	7.9%
13	6.88%	19.7%	2.0%	17.0%	8.0%	6.2%	4.8%	17.7%	11.4%	-1.6%	2.7%
14	6.90%	13.7%	2.0%	-7.7%	8.0%	12.7%	6.8%	18.0%	1.4%	8.4%	10.9%
15	7.07%	2.9%	2.0%	22.4%	8.0%	-1.2%	1.6%	13.6%	-2.1%	7.6%	11.8%
16	6.95%	8.8%	2.0%	0.8%	8.0%	15.6%	2.7%	17.1%	-2.2%	5.0%	-17.2%
17	6.97%	0.6%	2.0%	2.9%	8.0%	22.7%	-4.8%	12.6%	0.3%	6.8%	15.5%
18	6.99%	0.6%	2.0%	1.4%	8.0%	6.7%	2.3%	1.6%	2.2%	10.8%	10.8%
19	6.82%	13.7%	2.0%	-7.8%	8.0%	3.5%	15.8%	6.2%	7.2%	-4.2%	12.1%
20	7.02%	10.5%	2.0%	-8.3%	8.0%	14.7%	20.3%	18.4%	-0.1%	12.4%	9.1%
21	7.04%	-5.0%	2.0%	3.3%	8.0%	5.8%	16.9%	1.4%	2.0%	13.3%	2.5%
22	6.84%	18.0%	2.0%	4.1%	8.0%	3.0%	14.2%	1.6%	2.4%	-6.9%	13.9%
23	6.84%	1.7%	2.0%	24.5%	8.0%	14.3%	18.4%	21.8%	10.2%	20.9%	13.7%
24	7.08%	23.6%	2.0%	4.9%	8.0%	-4.5%	3.5%	-3.6%	2.2%	11.5%	17.6%
25	6.85%	0.3%	2.0%	6.8%	8.0%	15.1%	-6.6%	3.1%	1.0%	6.8%	8.6%
26	6.85%	10.3%	2.0%	10.0%	8.0%	20.4%	14.7%	3.7%	-4.3%	-2.4%	2.6%
27	6.85%	0.1%	2.0%	24.7%	8.0%	12.1%	10.4%	6.0%	0.5%	6.1%	15.8%
28	6.85%	8.6%	2.0%	8.9%	8.0%	0.6%	6.4%	15.1%	12.9%	0.6%	12.7%
29	6.56%	-4.7%	2.0%	-1.1%	8.0%	6.7%	14.7%	5.1%	-5.5%	18.3%	6.4%
30	6.84%	6.9%	2.0%	14.0%	8.0%	8.5%	9.4%	17.6%	11.2%	0.2%	-7.1%

Sobre la base de estos escenarios de rentabilidad proyectados para el Fondo C se simularon las pensiones de retiro programado que obtendría un hombre que se jubila a los 65 años, sin beneficiarios, y con un capital inicial igual a UF 1.000, usando como TITRP la tasa estimada para el Fondo C y alternativamente, la TITRP estimada para el Fondo E y la calculada en base al spread de Bonos corporativos AA.

En los Cuadros 13, 14 y 15, se muestran los resultados obtenidos para cada caso, incluyendo los saldos remanentes para cada año, los que se transformarían en herencia en caso de que fallezca el pensionado. Para facilitar la comprensión, en los gráficos 14 y 15 se muestra la evolución de las pensiones y de las herencias para cuatro de los diez escenarios anteriores, agrupados en dos escenarios de baja rentabilidad promedio anual y otros dos de alta rentabilidad promedio anual.

Comparando los montos y los perfiles en el tiempo de las pensiones y las herencias estimadas, las principales conclusiones que se obtienen son las siguientes:

- a) Las pensiones y las herencias estimadas son prácticamente iguales cuando se usa la TITRP del Fondo E o la TITRP con el spread de los bonos AA. Este resultado no es de extrañar por cuanto para el ejemplo considerado (a diciembre 2007) no existe diferencia estadísticamente significativa entre ambas TITRP.
- b) Cualquiera sea el escenario de rentabilidad efectiva proyectado para el Fondo C, las pensiones que se obtienen hasta los 73-74 años son siempre mayores cuando se usa como TITRP la tasa estimada para el Fondo C que cuando se usa la estimada para el Fondo E, o bien la tasa calculada con el spread de los bonos AA que son muy similares. En el caso de la primera pensión, la diferencia entre utilizar la tasa del Fondo C vs la del E, alcanza a 16% y de ahí en adelante esta diferencia decrece hasta que se igualan las pensiones a los 73-74 años.
- c) Como contrapartida a lo anterior, a partir de los 74-75 años la pensión calculada con la tasa de interés técnico del Fondo E es superior a la pensión calculada con la tasa de interés técnico estimada para el Fondo C. Esta brecha crece con los años del pensionado hasta una avanzada edad y después decrece suavemente año a año, y sólo converge a la edad máxima de expectativa de vida. A medida que van pasando los años esta diferencia se hace cada vez mayor. Por ejemplo, a los 85 años la diferencia es de 20% mientras que a los 90 años es de 30%.
- d) A partir de los dos comentarios anteriores y del análisis de las curvas presentadas en los gráficos 10 y 11 se puede concluir que el monto absoluto de la pensión decrece menos cuando se utiliza la TITRP del Fondo E o con el spread de los bonos AA que al usar la TITRP del Fondo C.
- e) Para todos los escenarios de rentabilidad del Fondo C, el saldo remanente, y por tanto la herencia esperada en caso de fallecimiento del pensionado, es superior cuando la pensión se calcula usando la TITRP del Fondo E.
- f) Lo anterior significa que para todos los escenarios de rentabilidad del Fondo C, desde los 74-75 años en adelante tanto la pensión como la herencia son mayores al usar la TITRP del Fondo E o el spread de los bonos AA, que la del Fondo C.
- g) A partir del análisis efectuado no es posible concluir categóricamente si es más conveniente usar una misma TITRP para todos los fondos de pensiones (la del Fondo E o la del spread de los bonos AA) o utilizar una TITRP que varíe según el tipo de Fondo.

La ventaja de usar la TITRP calculada para el Fondo E o con el spread de los bonos AA es que las pensiones iniciales son iguales independientemente del Fondo por el cual opte el pensionado, el perfil de la pensión esperada varía menos en el tiempo, y que es más conservador en cuanto que las mayores rentabilidades esperadas asociadas a los Fondos más riesgosos sólo afectan la pensión una vez que éstas se han materializado y se reflejan en el saldo acumulado a partir del cual se recalculan las pensiones una vez al año. La desventaja que presenta es que hasta los 73-74 años las pensiones son menores lo que se traduce en un menor consumo durante esos períodos. Por estos motivos se propone descartar como opción el uso de una TITRP que considere un spread por familia de activos de cada fondo.

Entre las dos alternativas restantes, TITRP que considera el spread del fondo E o TITRP que usa el spread de los bonos AA, se propone utilizar la segunda opción. Esto debido a que es mucho más simple de estimar, no requiere de supuestos subjetivos al momento de su cálculo por cuanto todos los criterios para incluir los instrumentos son objetivos, y su valor puede ser fácilmente replicable sobre la base de información de mercado pública. En todo caso sería recomendable, al igual que se hace en la actualidad, que las fórmulas, criterios y fuentes utilizados sean publicados.

Cuadro 13
Simulación de Pensiones Fondo C con TITRP Fondo C
(Hombre sin Beneficiarios y con Saldo inicial de UF 1000)

Edad	Escenario																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension
65	1000.0	8.21	1000.0	8.21	1000.0	8.21	1000.0	8.21	1000.0	8.21	1000.0	8.21	1000.0	8.21	1000.0	8.21	1000.0	8.21	1000.0	8.21
66	881.2	7.41	920.6	7.74	998.8	8.40	978.0	8.22	1036.2	8.71	949.9	7.98	973.2	8.18	1025.6	8.62	920.2	7.74	1065.5	8.96
67	763.8	6.59	845.3	7.29	1019.7	8.79	954.0	8.23	964.4	8.32	880.7	7.60	935.5	8.07	937.1	8.08	930.9	8.03	1056.1	9.11
68	735.6	6.52	773.9	6.86	904.4	8.01	928.0	8.22	869.6	7.70	832.8	7.38	926.8	8.21	1025.3	9.08	857.5	7.60	1024.2	9.07
69	636.4	5.80	706.4	6.43	667.8	6.08	900.0	8.20	883.6	8.05	827.2	7.54	997.2	9.08	835.8	7.61	812.7	7.40	1024.3	9.33
70	632.9	5.94	642.6	6.03	592.5	5.56	870.1	8.16	797.8	7.49	846.5	7.94	987.9	9.27	838.1	7.87	743.6	6.98	1017.9	9.55
71	634.4	6.14	582.4	5.63	650.2	6.29	838.1	8.11	767.2	7.42	873.4	8.45	955.0	9.24	763.1	7.38	726.0	7.02	1043.8	10.10
72	574.4	5.74	525.8	5.25	597.3	5.97	804.4	8.04	823.5	8.23	806.3	8.05	839.8	8.39	692.3	6.92	577.1	5.76	904.6	9.04
73	496.2	5.12	472.8	4.88	554.2	5.72	768.8	7.94	829.7	8.56	723.5	7.47	782.0	8.07	683.1	7.05	521.0	5.38	903.8	9.33
74	507.2	5.42	423.1	4.52	571.2	6.11	731.7	7.82	799.5	8.55	715.6	7.65	629.5	6.73	670.6	7.17	415.6	4.44	846.8	9.05
75	413.9	4.58	376.8	4.17	550.0	6.09	693.0	7.67	678.7	7.52	715.9	7.93	529.4	5.86	636.9	7.05	383.1	4.24	735.3	8.14
76	335.6	3.86	333.8	3.84	545.4	6.27	653.0	7.51	568.7	6.54	765.5	8.80	574.8	6.61	552.3	6.35	350.1	4.03	660.2	7.59
77	312.3	3.74	294.0	3.52	503.9	6.03	611.8	7.32	411.5	4.92	641.3	7.67	621.8	7.44	532.4	6.37	314.1	3.76	615.5	7.37
78	324.1	4.04	257.3	3.21	510.0	6.36	569.7	7.11	375.0	4.68	575.8	7.18	633.6	7.90	511.1	6.37	263.2	3.28	540.7	6.74
79	316.0	4.11	223.6	2.91	395.5	5.14	527.0	6.85	362.0	4.71	524.0	6.81	643.2	8.36	439.7	5.72	243.6	3.17	512.7	6.67
80	274.1	3.73	192.8	2.62	414.9	5.64	483.9	6.58	300.4	4.08	448.2	6.09	622.3	8.46	361.2	4.91	221.9	3.02	487.3	6.62
81	250.9	3.57	165.0	2.35	348.9	4.97	440.9	6.28	293.7	4.18	384.7	5.48	617.3	8.79	293.7	4.18	195.3	2.78	328.9	4.68
82	208.7	3.11	139.8	2.09	297.4	4.44	398.1	5.94	304.2	4.54	300.6	4.49	581.9	8.68	243.3	3.63	173.5	2.59	318.8	4.76
83	171.8	2.69	117.3	1.84	247.0	3.87	356.1	5.59	267.3	4.19	252.0	3.95	484.5	7.60	203.8	3.20	159.2	2.50	292.3	4.59
84	160.4	2.64	97.4	1.60	182.2	3.00	315.1	5.19	224.6	3.70	240.3	3.96	419.3	6.91	178.2	2.94	122.6	2.02	268.8	4.43
85	143.6	2.48	79.9	1.38	131.9	2.28	275.8	4.77	209.7	3.63	236.4	4.09	405.6	7.02	142.3	2.46	111.8	1.93	237.1	4.10
86	106.9	1.95	64.8	1.18	108.1	1.97	238.5	4.34	176.5	3.21	222.9	4.06	325.3	5.92	114.9	2.09	101.7	1.85	192.4	3.50
87	100.5	1.93	51.8	0.99	88.1	1.69	203.6	3.91	142.1	2.73	202.0	3.88	257.8	4.95	91.9	1.76	72.8	1.40	173.9	3.34
88	78.6	1.59	40.8	0.82	86.9	1.75	171.3	3.46	127.2	2.57	188.2	3.80	248.1	5.01	78.9	1.59	69.5	1.40	154.6	3.12
89	75.9	1.61	31.6	0.67	69.4	1.48	142.0	3.02	90.9	1.93	148.0	3.15	179.2	3.81	61.1	1.30	59.6	1.27	141.0	3.00
90	56.4	1.27	24.1	0.54	55.6	1.25	115.8	2.60	79.6	1.78	101.1	2.27	137.8	3.09	45.9	1.03	47.8	1.07	115.3	2.59
91	46.2	1.09	18.1	0.43	45.4	1.07	92.8	2.19	72.2	1.71	86.7	2.05	104.8	2.48	31.7	0.75	33.7	0.80	86.5	2.05
92	33.0	0.82	13.2	0.33	42.2	1.05	73.0	1.82	59.1	1.47	69.7	1.74	80.2	2.00	22.7	0.57	25.9	0.64	73.7	1.84
93	25.4	0.67	9.5	0.25	32.7	0.86	56.2	1.48	41.6	1.09	52.5	1.38	66.4	1.75	18.4	0.48	18.2	0.48	59.6	1.57
94	16.3	0.45	6.7	0.19	22.0	0.61	42.3	1.17	30.7	0.85	42.4	1.18	48.1	1.34	11.7	0.32	15.2	0.42	43.8	1.22
95	11.8	0.34	4.6	0.13	17.2	0.50	31.1	0.91	22.6	0.66	31.5	0.92	39.2	1.15	8.8	0.26	10.1	0.30	26.4	0.77

Cuadro 14
Simulación de Pensiones Fondo C con TITRP Fondo E
(Hombre sin Beneficiarios y con Saldo inicial de UF 1000)

Edad	Escenario																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension	Saldo	Pension
65	1000.0	7.05	1000.0	7.05	1000.0	7.05	1000.0	7.05	1000.0	7.05	1000.0	7.05	1000.0	7.05	1000.0	7.05	1000.0	7.05	1000.0	7.05
66	894.9	6.49	934.6	6.78	1013.3	7.35	992.3	7.20	1050.9	7.62	964.1	6.99	987.6	7.16	1040.3	7.54	934.2	6.77	1080.4	7.84
67	788.0	5.89	871.2	6.51	1049.3	7.84	982.2	7.34	992.9	7.42	907.3	6.78	963.4	7.20	965.1	7.21	958.7	7.16	1086.5	8.12
68	770.0	5.94	809.8	6.24	945.2	7.29	969.6	7.47	909.1	7.01	870.9	6.71	968.3	7.46	1070.4	8.25	896.5	6.91	1069.2	8.24
69	676.8	5.39	750.4	5.97	709.9	5.65	954.2	7.59	937.0	7.46	877.6	6.98	1056.4	8.41	886.8	7.06	862.4	6.86	1084.9	8.63
70	682.8	5.62	693.1	5.71	639.7	5.27	936.1	7.71	859.0	7.07	911.0	7.50	1061.8	8.74	902.2	7.43	801.1	6.60	1093.8	9.01
71	694.4	5.92	637.9	5.44	711.7	6.07	915.2	7.80	838.3	7.14	953.4	8.13	1041.7	8.88	834.1	7.11	793.6	6.76	1137.7	9.70
72	638.4	5.64	584.8	5.17	663.7	5.87	891.4	7.88	912.5	8.06	893.6	7.90	930.4	8.22	768.3	6.79	641.4	5.67	1001.6	8.85
73	560.2	5.14	533.9	4.90	625.2	5.73	864.8	7.93	932.7	8.55	814.2	7.47	879.5	8.07	769.2	7.05	588.0	5.39	1015.3	9.31
74	580.9	5.54	485.3	4.63	653.7	6.23	835.4	7.97	912.2	8.70	817.2	7.79	719.7	6.86	766.3	7.31	476.8	4.55	965.7	9.21
75	481.8	4.78	439.0	4.36	638.9	6.34	803.1	7.97	786.8	7.81	829.5	8.23	615.1	6.10	738.8	7.33	446.3	4.43	851.9	8.45
76	397.2	4.11	395.0	4.09	642.9	6.65	768.3	7.95	670.1	6.93	899.5	9.31	677.2	7.01	650.9	6.73	414.2	4.29	776.9	8.04
77	375.3	4.06	353.4	3.82	603.2	6.52	730.9	7.90	493.5	5.33	766.0	8.28	742.9	8.03	637.0	6.88	377.4	4.08	735.5	7.95
78	395.2	4.47	314.2	3.55	619.4	7.00	691.2	7.82	456.7	5.16	698.6	7.90	768.2	8.69	620.7	7.02	321.5	3.64	656.3	7.42
79	391.1	4.63	277.5	3.28	488.8	5.78	649.3	7.68	447.7	5.30	645.8	7.64	791.4	9.37	542.7	6.42	302.2	3.58	632.0	7.48
80	344.7	4.28	243.3	3.02	520.2	6.46	605.7	7.52	377.6	4.69	561.5	6.97	777.4	9.66	453.4	5.63	279.7	3.47	609.9	7.58
81	320.6	4.19	211.5	2.76	444.8	5.81	560.6	7.32	374.9	4.90	489.9	6.40	782.9	10.23	374.9	4.90	250.1	3.27	419.5	5.48
82	271.2	3.73	182.3	2.51	385.5	5.30	514.4	7.07	394.2	5.42	389.5	5.35	749.6	10.30	315.9	4.34	225.9	3.10	413.0	5.68
83	227.1	3.29	155.6	2.26	325.7	4.72	467.7	6.78	352.1	5.10	332.1	4.81	634.9	9.20	269.1	3.90	210.5	3.05	384.8	5.58
84	215.6	3.29	131.4	2.01	244.7	3.74	420.8	6.43	300.9	4.60	321.8	4.91	558.8	8.53	239.3	3.65	165.1	2.52	359.7	5.49
85	196.1	3.16	109.7	1.77	180.5	2.91	374.5	6.03	285.5	4.60	321.6	5.18	549.1	8.84	194.5	3.13	153.1	2.46	322.5	5.19
86	148.7	2.53	90.5	1.54	150.5	2.56	329.5	5.60	244.6	4.16	308.1	5.24	448.4	7.62	159.9	2.72	141.6	2.41	266.4	4.53
87	142.3	2.56	73.7	1.32	125.0	2.25	286.2	5.14	200.5	3.60	284.1	5.11	361.9	6.50	130.3	2.34	103.4	1.86	244.9	4.40
88	113.3	2.15	59.1	1.12	125.3	2.38	245.2	4.65	182.6	3.46	269.2	5.10	354.0	6.71	113.8	2.16	100.3	1.90	221.6	4.20
89	111.2	2.23	46.7	0.94	101.9	2.04	207.0	4.15	133.1	2.67	215.6	4.32	260.9	5.23	89.8	1.80	87.6	1.75	205.6	4.12
90	84.4	1.79	36.3	0.77	83.2	1.76	172.0	3.64	118.7	2.51	150.4	3.19	204.5	4.33	68.7	1.46	71.5	1.51	171.3	3.63
91	70.3	1.58	27.7	0.62	69.2	1.55	140.4	3.15	109.5	2.45	131.3	2.94	158.5	3.55	48.4	1.08	51.5	1.15	131.1	2.94
92	51.3	1.21	20.8	0.49	65.5	1.55	112.6	2.66	91.4	2.16	107.6	2.55	123.7	2.93	35.5	0.84	40.3	0.95	113.7	2.69
93	40.4	1.01	15.2	0.38	51.8	1.30	88.4	2.22	65.6	1.65	82.7	2.07	104.5	2.62	29.3	0.73	28.9	0.73	93.7	2.35
94	26.4	0.70	10.9	0.29	35.5	0.94	67.9	1.80	49.5	1.31	68.1	1.81	77.3	2.05	19.0	0.50	24.7	0.66	70.4	1.87
95	19.5	0.55	7.6	0.21	28.4	0.80	51.0	1.43	37.2	1.04	51.7	1.45	64.2	1.80	14.7	0.41	16.8	0.47	43.5	1.22

Cuadro 15
Simulación de Pensiones Fondo C con TITRP AA
(Hombre sin Beneficiarios y con Saldo inicial de UF 1000)

Escenario

	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	Saldo	Pensión	Saldo	Pensión	Saldo	Pensión	Saldo	Pensión	Saldo	Pensión	Saldo	Pensión	Saldo	Pensión	Saldo	Pensión	Saldo	Pensión	Saldo	Pensión
65	1000,00	7,04	1000,00	7,04	1000,00	7,04	1000,00	7,04	1000,00	7,04	1000,00	7,04	1000,00	7,04	1000,00	7,04	1000,00	7,04	1000,00	7,04
66	898,48	6,51	934,71	6,77	1016,89	7,37	992,43	7,19	1054,48	7,64	967,67	7,01	991,13	7,18	1043,89	7,56	937,76	6,79	1084,01	7,85
67	794,27	5,93	871,41	6,50	1056,63	7,89	982,44	7,33	1000,06	7,46	914,14	6,82	970,42	7,24	972,08	7,26	965,65	7,21	1093,92	8,16
68	779,04	6,00	810,08	6,24	955,52	7,36	969,86	7,47	919,12	7,08	880,66	6,78	978,79	7,54	1081,70	8,33	906,45	6,98	1080,45	8,32
69	687,42	5,47	750,75	5,97	721,07	5,73	954,60	7,59	950,64	7,56	890,62	7,08	1071,37	8,52	899,96	7,16	875,21	6,96	1100,12	8,75
70	695,96	5,72	693,49	5,70	652,31	5,37	936,60	7,70	874,87	7,20	927,60	7,63	1080,59	8,89	918,74	7,56	816,07	6,71	1113,11	9,16
71	710,26	6,05	638,29	5,43	728,04	6,20	915,74	7,80	856,91	7,30	974,11	8,29	1063,94	9,06	852,62	7,26	811,39	6,91	1161,73	9,89
72	655,50	5,79	585,24	5,17	681,51	6,02	892,06	7,88	935,72	8,26	916,41	8,09	954,04	8,42	788,44	6,96	658,56	5,81	1026,77	9,07
73	577,49	5,29	534,37	4,90	644,39	5,90	865,49	7,93	959,77	8,79	838,22	7,68	905,24	8,29	792,17	7,26	606,08	5,55	1044,45	9,57
74	600,93	5,73	485,77	4,63	675,99	6,44	836,13	7,97	942,07	8,98	844,27	8,04	743,96	7,09	791,97	7,55	493,60	4,70	997,13	9,50
75	500,52	4,96	439,44	4,36	663,07	6,57	803,97	7,97	815,90	8,09	860,00	8,53	638,41	6,33	766,32	7,60	463,73	4,60	883,11	8,75
76	414,40	4,28	395,48	4,09	669,56	6,92	769,19	7,95	697,68	7,21	935,60	9,67	705,16	7,29	677,79	7,01	432,05	4,47	808,46	8,36
77	392,99	4,24	353,88	3,82	630,56	6,81	731,85	7,90	516,25	5,58	799,98	8,64	776,02	8,38	665,66	7,19	395,13	4,27	768,17	8,30
78	415,19	4,69	314,68	3,56	649,72	7,34	692,13	7,82	479,60	5,42	732,34	8,28	805,15	9,10	651,00	7,36	337,99	3,82	688,20	7,78
79	412,33	4,88	277,91	3,29	514,92	6,09	650,26	7,69	471,77	5,58	679,58	8,04	832,31	9,84	571,43	6,76	318,93	3,77	665,04	7,87
80	364,87	4,53	243,67	3,02	549,83	6,83	606,66	7,53	399,60	4,96	593,18	7,36	820,41	10,18	479,39	5,95	296,22	3,68	644,20	8,00
81	340,59	4,45	211,91	2,77	472,02	6,16	561,55	7,33	398,09	5,20	519,57	6,78	829,15	10,82	398,02	5,20	265,93	3,47	445,32	5,81
82	289,28	3,97	182,66	2,51	410,71	5,64	515,34	7,08	419,95	5,77	414,91	5,70	796,75	10,94	336,80	4,63	241,08	3,31	439,88	6,04
83	243,27	3,52	155,93	2,26	348,40	5,05	468,56	6,79	376,58	5,46	355,22	5,15	677,55	9,82	288,05	4,17	225,54	3,27	411,40	5,96
84	231,70	3,54	131,69	2,01	262,94	4,01	421,64	6,44	323,12	4,93	345,37	5,27	598,60	9,14	257,13	3,93	177,63	2,71	385,92	5,89
85	211,63	3,40	109,98	1,77	194,91	3,14	375,35	6,04	307,69	4,95	346,39	5,57	590,31	9,50	209,83	3,38	165,35	2,66	347,41	5,59
86	161,19	2,74	90,76	1,54	163,15	2,77	330,29	5,61	264,63	4,50	333,05	5,66	484,04	8,23	173,22	2,94	153,48	2,61	288,16	4,90
87	154,72	2,78	73,89	1,33	136,01	2,44	286,92	5,15	217,81	3,91	308,22	5,54	392,27	7,05	141,73	2,55	112,56	2,02	265,87	4,78
88	123,75	2,34	59,30	1,12	136,85	2,59	245,79	4,66	199,09	3,77	293,03	5,55	385,10	7,30	124,28	2,35	109,61	2,08	241,39	4,57
89	121,88	2,44	46,88	0,94	111,76	2,24	207,54	4,16	145,80	2,92	235,68	4,72	285,07	5,71	98,44	1,97	96,03	1,92	224,78	4,50
90	92,88	1,97	36,44	0,77	91,65	1,94	172,45	3,65	130,45	2,76	165,18	3,50	224,43	4,75	75,69	1,60	78,74	1,67	188,01	3,98
91	77,73	1,74	27,83	0,62	76,51	1,71	140,84	3,15	120,86	2,71	144,75	3,24	174,71	3,91	53,59	1,20	57,03	1,28	144,55	3,24
92	56,89	1,35	20,84	0,49	72,62	1,72	112,90	2,67	101,26	2,40	119,12	2,82	136,91	3,24	39,42	0,93	44,76	1,06	125,86	2,98
93	44,99	1,13	15,28	0,38	57,65	1,45	88,71	2,22	73,03	1,83	91,94	2,31	116,09	2,91	32,67	0,82	32,29	0,81	104,12	2,61
94	29,62	0,79	10,95	0,29	39,77	1,05	68,15	1,81	55,29	1,47	76,00	2,01	86,23	2,29	21,30	0,56	27,69	0,73	78,55	2,08
95	21,94	0,61	7,65	0,21	31,89	0,89	51,14	1,43	41,71	1,17	57,96	1,62	71,86	2,01	16,57	0,46	18,92	0,53	48,80	1,37

Grafico 14

Pensiones y Herencia Fondo C – Hombre sin Beneficiarios con capital inicial de UF 1.000

A: Escenarios de Baja Rentabilidad

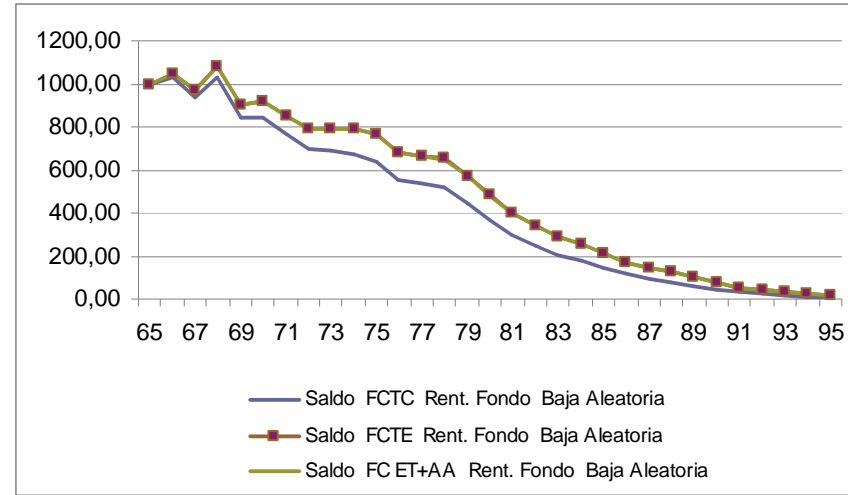
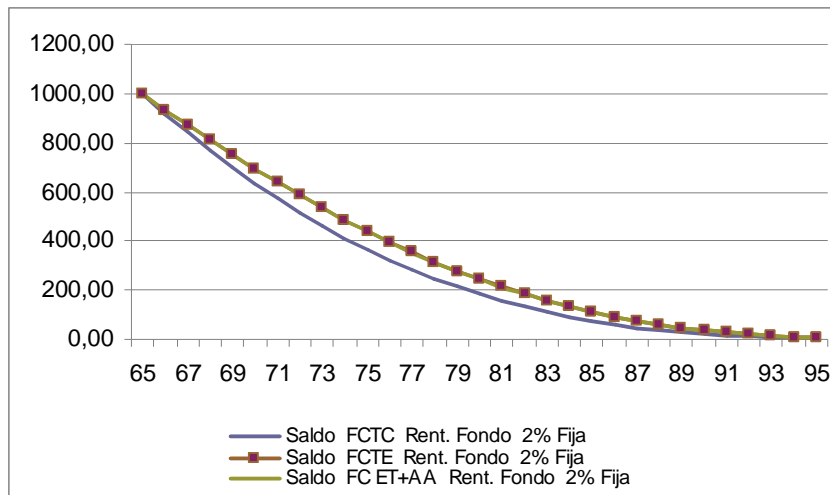
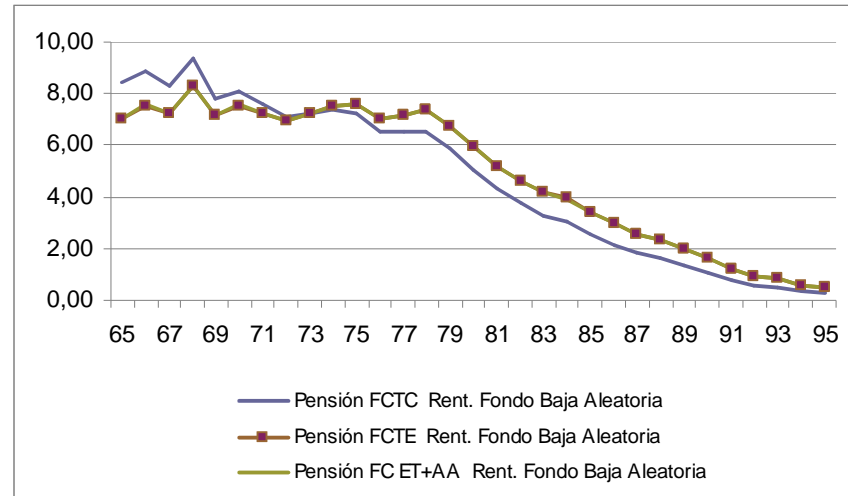
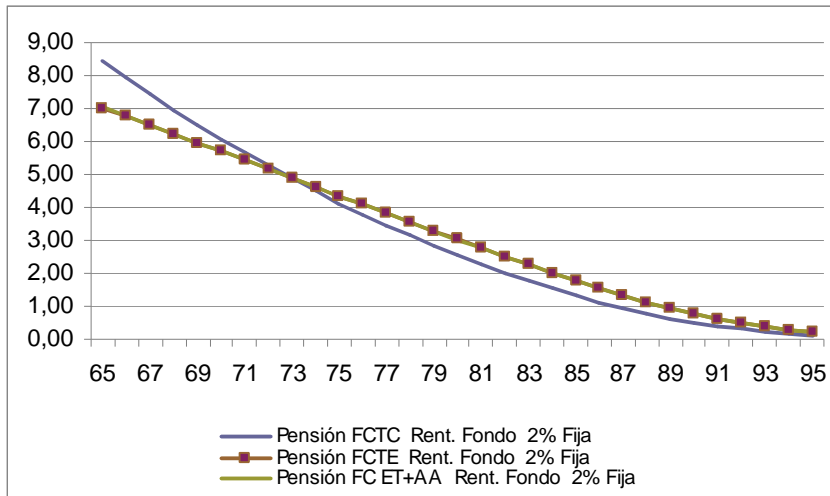
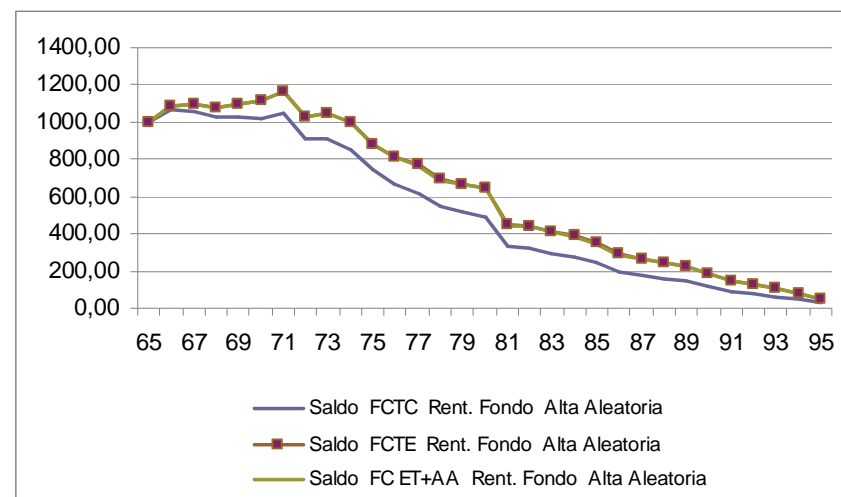
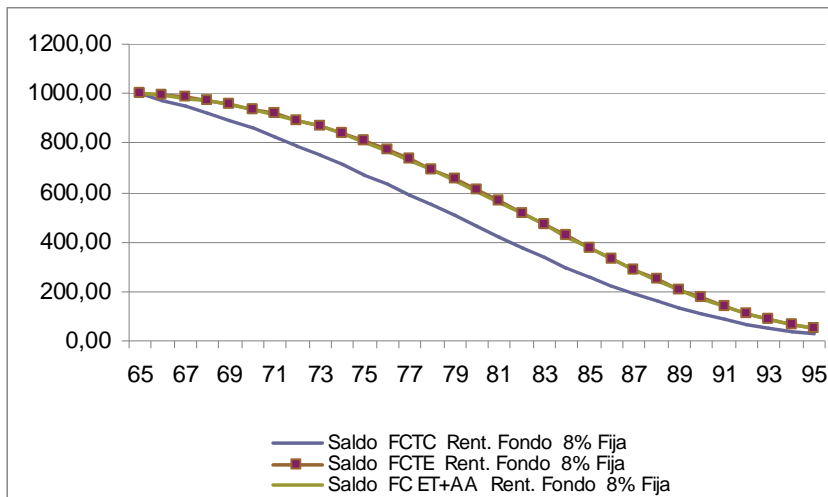
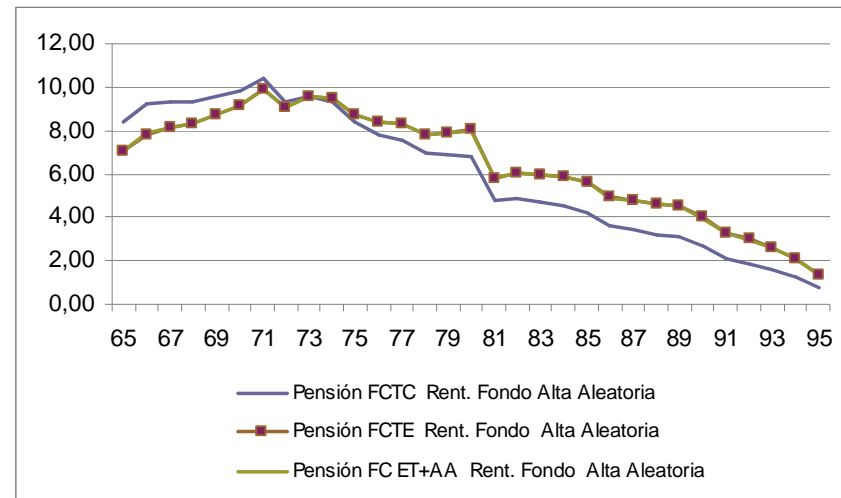
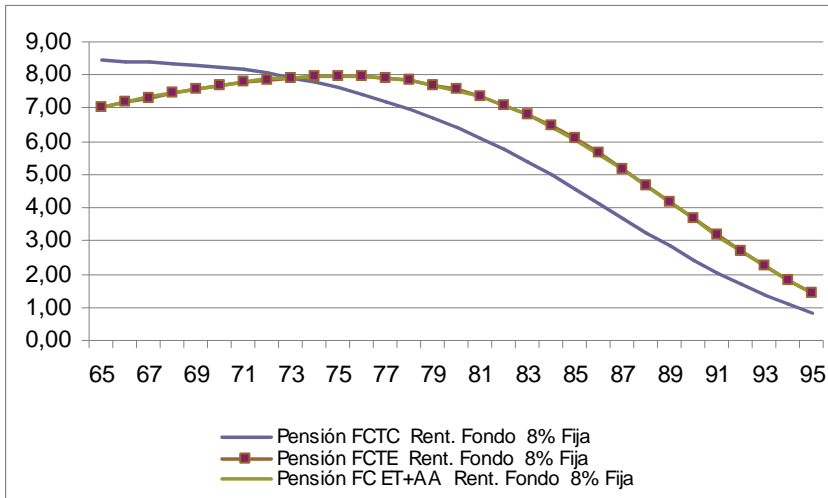


Grafico 15

Pensiones y Herencia Fondo C – Hombre sin Beneficiarios con capital inicial de UF 1.000

B: Escenarios de Alta Rentabilidad



X. ANEXO

Anexo Estimación de la Estructura Temporal de Tasas de Interés

1. Antecedentes generales

La estructura de tasas de interés corresponde a los rendimientos al vencimiento – *yield to maturity* – de un conjunto de bonos cero cupón con diferentes plazos de madurez. Estos bonos deben ser instrumentos libres de riesgo, emitidos por el Estado o con garantía estatal. Para un período determinado, por ejemplo 10 años, una caracterización completa de la estructura de tasas para ese período requeriría de un conjunto de bonos cero cupón tal que, para cada uno de los años, exista un bono que vence en ese año. Si este es el caso, se dice que el Mercado de Renta Fija es *completo*.

En la práctica, sin embargo, es poco común observar bonos cero cupón para cada plazo, por lo que la estimación de la estructura de tasas no es directa. A continuación, se describen los posibles escenarios en que uno se puede encontrar al estimar la estructura de tasas, ordenados de acuerdo a la optimalidad de las condiciones necesarias para dicha estimación.

Caso 1: Arreglo completo de bonos cero cupón transados en el mercado primario

En este caso, existen bonos cero cupón transados en el mercado primario para cada uno de los plazos del período de análisis. De esta forma, la estructura de tasas de interés se observa directamente y corresponde a las tasas internas de retorno (TIR) de los bonos para cada plazo. En una situación ideal, la liquidez de cada uno de estos instrumentos debería ser la misma, de forma que no existan premios por liquidez para ciertos plazos. Si este es el caso, cualquier tasa forward de mercado futuro se puede asegurar hoy con combinaciones de los instrumentos cero cupón.

Caso 2: Arreglo completo de bonos cero cupón y bonos con cupones transados en el mercado primario

Este es el caso para una economía caracterizada por un mercado de instrumentos de renta fija en el que no existen suficientes bonos cero cupón, libres de riesgo y transados en el mercado primario, para la caracterización completa de la estructura de tasas, pero en la que existen bonos con cupones *bullet*, también libres de riesgo y transados en el mercado primario, que completan el mercado. Dado que la estructura de tasas se computa a partir de bonos cero cupón, es necesario realizar un “*bootstrap*” para replicar los pagos de un bono cero cupón para aquellos períodos en que no existen tales instrumentos venciendo. En este caso, el mercado de renta fija sigue siendo *completo* y la estimación de la estructura de tasas no implica mayores complicaciones. Al igual que en el caso anterior, idealmente la liquidez de cada uno de estos instrumentos debe ser la misma, de forma que no existan premios por liquidez para ciertos plazos.

Caso 3: Arreglo incompleto de bonos cero cupón y bonos con cupones transados en el mercado primario

Este caso es similar al caso anterior, en el sentido que existe en la economía un conjunto de bonos de igual riesgo y liquidez, todos transados en el mercado primario, pero con discontinuidades, por lo que no es posible valorar un instrumento que paga una unidad para todos y cada uno de los años del período de análisis. En este caso, se dice que el mercado de instrumentos de renta fija es *incompleto* y es necesario *interpolarse* las tasas forward para completar la estructura de tasas. Este caso es similar al caso chileno para mediados de la década de 1990, en donde el Banco Central emitía instrumentos a 4, 8, 10, 12, 14 y 20

años. Al igual que en el caso anterior, es necesario realizar *bootstrapping* para obtener la tasa forward correspondiente a los años en que sí es posible valorar un bono cero cupón venciendo.

Caso 4 : Arreglo incompleto de bonos sin cupones y bonos con cupones transados en los mercados primario y secundario.

En este escenario existe en la economía un conjunto de bonos de igual riesgo, pero no de igual liquidez, transados en el mercado primario y mercado secundario, y con discontinuidades temporales. En este caso, como el mercado de instrumentos de renta fija es *incompleto* es necesario *interpolarse* las tasas *forward* para completar la estructura de tasas y se debe tener en consideración que para ciertos plazos, las tasas forward contienen un premio por liquidez. Por ejemplo, dada las características de los pasivos de las compañías de seguro, éstas están dispuestas a pagar un premio por instrumentos con vencimientos más largos. Esta situación es la que más se asemeja al caso chileno actual.

2. Mercado de instrumentos de renta fija doméstico.

Actualmente, las licitaciones más activas del Banco Central corresponden a BCU de 5 y 10 años, BCP a 2 y 5 años, y PDBC a 30 y 90 días. Para el cálculo de la curva de rendimiento, los BCP y PDBC no son útiles, ya que son instrumentos nominales y el interés se centra en obtener las tasas forward reales. En el mercado secundario se transan en forma relativamente activa PRC a diferentes plazos. En la tabla A1 se presenta el número de transacciones de estos instrumentos para el último trimestre del año 2007 para los diferentes plazos de madurez al momento de la emisión. Para tener una idea de la liquidez del mercado secundario de PRC, en la tabla A2 se presenta el monto de las transacciones de estos instrumentos, según madurez y vencimiento, para el último trimestre del año 2007.

Tabla A1: Número de Transacciones PRC por Madurez – Cuarto Trimestres 2007

Vencimiento (años) al Cuarto Trimestre 2007	Madurez					Transacciones
	8	10	12	14	20	
0	0	5	3	0	0	8
1	13	3	12	9	0	37
2	40	22	37	29	0	128
3	1	18	5	20	0	44
4	0	0	6	21	0	27
5	0	0	13	5	0	18
6	0	0	0	1	14	15
7	0	0	0	3	2	5
8	0	0	0	0	7	7
9	0	0	0	0	9	9
10	0	0	0	0	6	6
11	0	0	0	0	2	2
14	0	0	0	0	2	2
15	0	0	0	0	3	3
Total	54	48	76	88	45	311

Un vencimiento de cero corresponde a bonos venciendo dentro de los tres meses siguientes para cualquiera de los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2007. Un vencimiento de un año agrupa a todos los bonos venciendo dentro de los próximos 9 a 15 meses, para cada uno de los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2008. Los demás vencimientos se calculan en forma análoga.

Tabla A2: Monto de Transacciones PRC por Madurez y Vencimiento – Cuarto Trimestres 2007

Madurez	Vencimiento al Cuarto Trimestre 2007	Monto (MM) UF
8	1	219
8	2	1042
8	3	463
10	0	83
10	1	186
10	2	749
10	3	487
12	0	41
12	1	168
12	2	862
12	3	439
12	4	488
12	5	516
14	1	262
14	2	523
14	3	777
14	4	431
14	5	248
14	6	255
14	7	146
20	6	175
20	7	547
20	8	483
20	9	299
20	10	427
20	11	88
20	14	211
20	15	2767
Total		13383

Un vencimiento de cero corresponde a bonos venciendo dentro de los tres meses siguientes para cualquiera de los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2007. Un vencimiento de un año agrupa a todos los bonos venciendo dentro de los próximos 9 a 15 meses, para cada uno de los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2008. Los demás vencimientos se calculan en forma análoga.

Sin embargo, estos instrumentos pagan cupones que incluyen intereses y capital y, por ende, no son los instrumentos ideales para calcular directamente las tasa *forward*. Frente a esta situación, la estimación de la estructura temporal de tasas debe basarse fundamentalmente en los BCU a 5 y 10 años, instrumentos denominados en U.F. cuyos cupones incluyen sólo el pago de intereses. El mercado de BCU es un mercado activo y bastante líquido. Tal como se muestra en la tabla A3, el monto total de BCU con tasa de emisión del 5%, que se transaron durante el cuarto trimestre de 2007, es más de 100 veces el monto transado de PRC durante el mismo período.

Tabla A3: Número de Transacciones y Monto Transado BCU por Vencimiento y Tasa de Carátula Cuarto Trimestres 2007

Vencimiento al Cuarto Trimestre 2007	Tasa Carátula		Total Transacciones	Monto (MM) UF - Tasa Carátula 5%
	3%	5%		
0	0	9	9	31681
1	0	31	31	252507
2	0	40	40	248180
3	0	32	32	169426
4	0	30	30	175357
5	16	31	47	202051
6	0	33	33	107620
8	0	27	27	101001
15	0	13	13	34446
Total	16	246	262	1322269

Un vencimiento de cero corresponde a bonos venciendo dentro de los tres meses siguientes para cualquiera de los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2007. Un vencimiento de un año agrupa a todos los bonos venciendo dentro de los próximos 9 a 15 meses, para cada uno de los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2008. Los demás vencimientos se calculan en forma análoga.

3. Estructura temporal de tasas de interés

Los BCU emitidos por el Banco Central son un buen instrumento para calcular las tasas forward, ya que son instrumentos denominados en U.F. y con cupones compuestos sólo por intereses. Para obtener la estructura intertemporal de tasas, sin embargo, es necesario utilizar bonos cero cupón. Esto no es mayor problema en la medida que el conjunto de BCU constituyan un mercado completo, puesto que es posible obtener un arreglo de bonos cero cupón mediante la técnica de *bootstrapping*. Sin embargo, tal como puede observarse en la tabla A3, para el cuarto trimestre del año 2007 no hay BCU con vencimiento a 7 años, ni para el período comprendido entre el noveno y decimocuarto año de vencimiento. Frente a esta situación, existen básicamente dos alternativas. La primera es utilizar otro tipo de instrumentos, por ejemplo, los PRC. Sin embargo, los PRC presentan una liquidez muy inferior a los BCU, por lo que no

hay garantías que las tasas forward calculadas en base a los PRC no contengan un premio implícito por liquidez. Adicionalmente, los cupones de los PRC están compuestos por intereses y amortización del capital. La segunda alternativa consiste en realizar una interpolación lineal de las tasas internas de retorno para los períodos en los que no hay información. Dada las características del mercado doméstico de renta fija, esta resulta ser la alternativa más recomendable.

Cómputo de la estructura temporal de tasas al cuarto trimestre de 2007- BCU

Para dar una idea del proceso que se debe llevar a cabo para estimar la estructura temporal de tasas, a continuación ésta se computa para el período Octubre-Diciembre de 2007. Se utilizan todas las transacciones de BCU de tasa del 5%, registradas para este período por la Bolsa de Comercio de Santiago. En la tabla A4 se reporta la TIR promedio ponderada para los BCU por vencimiento. La TIR promedio ponderada corresponde a la TIR promedio de cada transacción registrada, multiplicada por el monto de dicha transacción, dividida por el monto total de las transacciones del respectivo período al vencimiento. Para los vencimientos a 7, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 años – marcados con (*) –, no hay información de mercado, por lo que se interpola la TIR a través de calcular la diferencia entre los dos puntos correspondientes y asignarla linealmente a los períodos faltantes.

Tabla A4: TIR de BCU por Vencimiento – Cuarto Trimestres 2007

Vencimiento al Cuarto Trimestre 2007	TIR
0	3.421378
1	2.779034
2	2.770953
3	2.88065
4	2.916259
5	2.825249
6	2.875182
7*	2.9057415
8	2.936301
9*	2.981519
10*	3.026737
11*	3.071955
12*	3.117173
13*	3.162391
14*	3.207609
15	3.252827

Un vencimiento de cero corresponde a bonos venciendo dentro de los tres meses siguientes para cualquiera de los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2007. Un vencimiento de un año agrupa a todos los bonos venciendo dentro de los próximos 9 a 15 meses, para cada uno de los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2008. Los demás vencimientos se calculan en forma análoga.

Con la información de las TIR de mercado y de las TIR interpoladas presentada en la tabla anterior, se procede a generar y valorar bonos *sintéticos*. Estos bonos corresponden a bonos con cupones semestrales del 5.0% y U.F. 100 de principal. En la tabla A5 se muestra el arreglo de bonos sintéticos así generados, donde se han agrupado los pagos semestrales para presentarlos en términos anuales.

Tabla A5: Bonos Sintéticos Anuales – Cuarto Trimestre 2007

Vcto	Bono	Precio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	bo	-105.0															
1	b1	-107.1	110														
2	b2	-114.0	10	110													
3	b3	-120.3	10	10	110												
4	b4	-126.6	10	10	10	110											
5	b5	-133.2	10	10	10	10	110										
6	b6	-139.0	10	10	10	10	10	110									
7	b7	-144.6	10	10	10	10	10	10	110								
8	b8	-150.0	10	10	10	10	10	10	10	110							
9	b9	-155.0	10	10	10	10	10	10	10	10	110						
10	b10	-159.8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	110					
11	b11	-164.3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	110				
12	b12	-168.5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	110			
13	b13	-172.4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	110		
14	b14	-176.1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	110	
15	b15	-179.6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	110

Es claro que este arreglo de bonos genera un mercado completo de instrumentos hasta el año 15. En base a estos bonos es posible, en consecuencia, generar un arreglo de bonos cero cupón para obtener las tasas forward.

La tasa forward a un año es directamente observable:

$$107.1 = \frac{110}{1 + f_1} \Rightarrow f_1 = 2.73\%$$

Para el segundo año, se procede de la siguiente manera. Considérese el arreglo constituido por los bonos sintéticos a uno y dos años:

Vcto	Bono	Precio	1	2
1	b1	-107.1	110	
2	b2	-114.0	10	110

A partir de estos bonos, se construye un portafolio que no paga intereses ni capital en el período uno y paga UF 100 en el período dos. Sea w_i el monto invertido en el bono b_i , $i = 1, 2$.

Período 1: $110w_1 + 10w_2 = 0$

Período 2: $0w_1 + 110w_2 = 100$

Despejando, se obtiene $w_1 = -0.08$ y $w_2 = 0.909$. En ausencia de oportunidades de arbitraje, el precio de un cero cupón con vencimiento en el período 2 y capital de UF 100 debe venir dado por:

$$-94.76 = -0.08 \times -107.1 + 0.909 \times -114.0$$

Así, la tasa forward a dos años se obtiene como:

$$94.76 = \frac{100}{(1 + f_2)^2} \Rightarrow f_2 = 2.73\%$$

Para los siguientes períodos se procede por analogía. Este procedimiento se conoce como *bootstrap*. El arreglo completo de bonos cero cupón así obtenidos se presenta en la tabla A6.

Tabla A6: Bonos Cero Cupón Anuales – Cuarto Trimestres 2007

f	Bono	Precio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2.73%	z1	-107.07	110														
2.73%	z2	-94.76	0.00	100.00													
2.85%	z3	-91.92	0.00	0.00	100.00												
2.89%	z4	-89.24	0.00	0.00	0.00	100.00											
2.78%	z5	-87.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00										
2.84%	z6	-84.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00									
2.88%	z7	-81.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00								
2.92%	z8	-79.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00							
2.99%	z9	-76.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00						
3.05%	z10	-74.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00					
3.11%	z11	-71.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00				
3.17%	z12	-68.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
3.24%	z13	-66.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
3.30%	z14	-63.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
3.37%	z15	-60.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

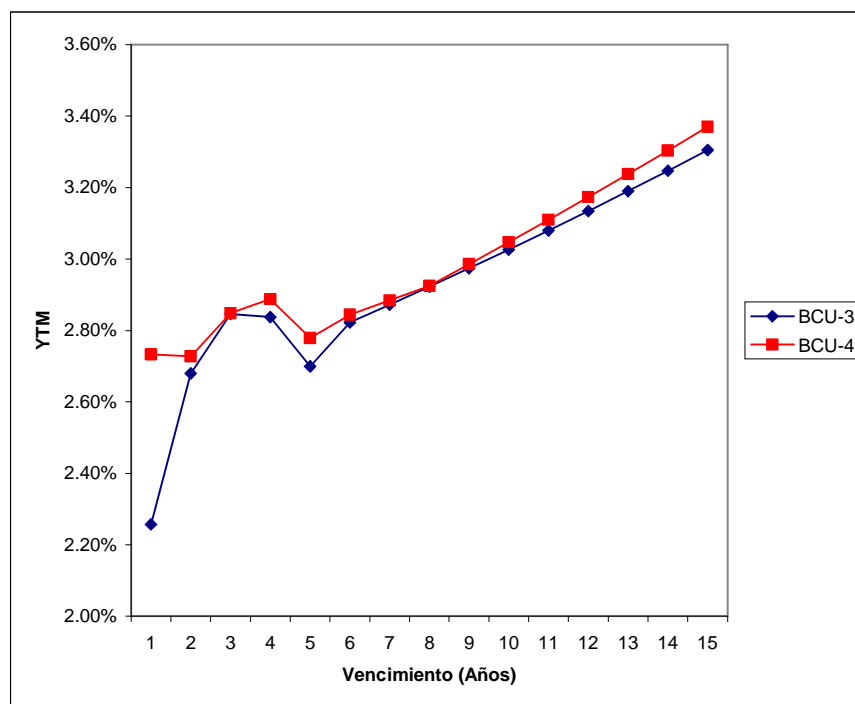
La primera columna de la tabla A6 contiene las tasas forward para cada *zero*, lo que corresponde a la estructura temporal de tasas para los primeros 15 años a partir del cuarto trimestre del año 2007. Es importante tener en cuenta que la estructura temporal de tasas cambia continuamente, pues contiene información respecto de las expectativas de mercado de los inversionistas. A modo de ejemplo, considérese la estructura temporal de tasas que se obtendría para el tercer trimestre del 2007 que se presenta en la tabla A7.

Como es posible observar, las estimaciones de las tasas forward cambian entre un período y otro. En la figura 1 se representa gráficamente la estructura temporal de tasas para el tercer y cuarto trimestre del año 2007. De la comparación de estas estructuras de tasas, se desprende que durante el último trimestre del año 2007 se produjo algún evento que corrigió al alza las expectativas de los inversionistas respecto de las tasas de interés de mediano y largo plazo.

Tabla A7: Bonos Cero Cupón Anuales – Tercer Trimestres 2007

<i>f</i>	Bono	Precio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2.26%	z1	-107.57	110														
2.68%	z2	-94.85	0.00	100.00													
2.85%	z3	-91.93	0.00	0.00	100.00												
2.84%	z4	-89.41	0.00	0.00	0.00	100.00											
2.70%	z5	-87.53	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00										
2.82%	z6	-84.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00									
2.87%	z7	-82.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00								
2.92%	z8	-79.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00							
2.97%	z9	-76.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00						
3.03%	z10	-74.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00					
3.08%	z11	-71.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00				
3.13%	z12	-69.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
3.19%	z13	-66.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
3.25%	z14	-63.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
3.30%	z15	-61.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Figura 1: Estructura Temporal de Tasas- Tercer y Cuarto Trimestre 2007



BCU - 3 corresponde a la Estructura de Tasas computadas en base a BCU del Banco Central para el tercer trimestre de 2007. BCU - 4 corresponde a la Estructura de Tasas computadas en base a BCU del Banco Central para el cuarto trimestre de 2007.

Cómputo de la Estructura Temporal de Tasas al Cuarto Trimestre de 2007- BR

Una alternativa a la utilización de los BCU para el cálculo de la estructura de tasas es la utilización de bonos de reconocimiento – BR-. La ventaja de estos instrumentos es que son bonos cero cupón y, por ende, no es necesario el procedimiento de *bootstrapping*. Aun así, estos instrumentos son menos líquidos que los BCU y son considerados por los inversionistas papeles de menor calidad que los bonos emitidos por el Banco Central. En la figura 2 se presenta la estructura de tasas computada a partir tanto de los BCU como de los bonos de reconocimiento para el último trimestre del año 2007. La figura 3 repite este ejercicio para el tercer trimestre del mismo año.

Figura 2: Estructura Temporal de Tasas- Cuarto Trimestre 2007

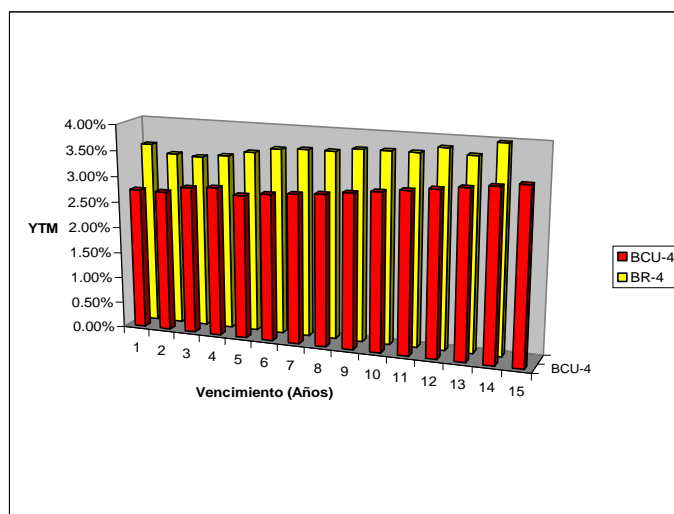
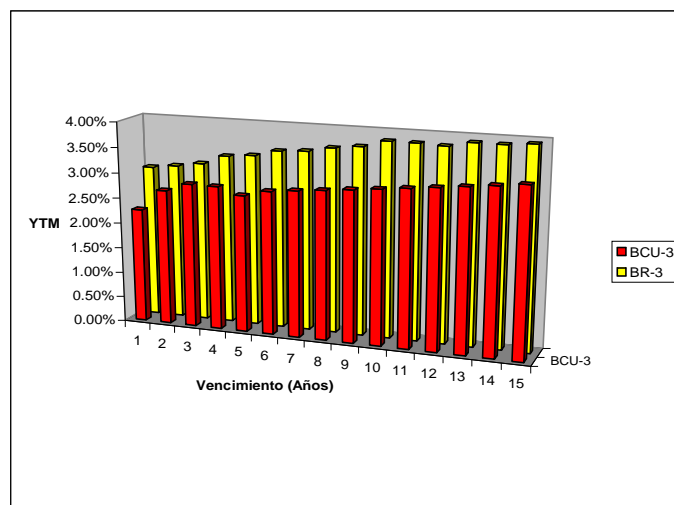


Figura 3 : Estructura Temporal de Tasas- Tercer Trimestre 2007



Es evidente que los BR se transan con un premio respecto de los BCU. Aun así, el *spread* entre ambos instrumentos aparece relativamente estable y da validez al procedimiento utilizado para obtener la estructura de tasas a partir de los BCU.