

SECCIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA

La gestión del riesgo de longevidad en el ramo de vida: la cobertura aseguradora tradicional frente al uso del mercado de capital*

MARÍA JOSÉ PÉREZ-FRUCTUOSO**

SUMARIO

1. Introducción

Situación actual y previsión de evolución de la población mundial: espectacular incremento del riesgo de longevidad

2. El papel del sector asegurador en la cobertura del riesgo de longevidad. Funcionamiento y estructura de las formas de cobertura tradicionales

2.1. Tipos de seguros de rentas de supervivencia

2.2. Nuevos contratos de rentas de supervivencia

2.3. Rentas de supervivencia y cobertura del riesgo de longevidad

* Investigación realizada por la autora María José Pérez-Fructuoso para la Revista Ibero-Latinoamericana de Seguros N° 28.

** Profesora visitante de matemática actuarial. Vicedecana de la licenciatura en Ciencias Actuariales y Financieras y de los Estudios Combinados en Derecho-Ciencias Actuariales. Departamento de Economía de la Empresa. Universidad Carlos III de Madrid. Campus de Colmenarejo. Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales y Ciencias Actuariales y Financieras. Doctora en Economía. Doctora Europea en Economía. Correo electrónico: mjperez@emp.uc3m.es

3. La cobertura del riesgo de longevidad a través del mercado de capital: bonos sobre longevidad
 - 3.1. Ejemplos de bonos sobre longevidad
4. Conclusiones

RESUMEN

En los últimos años se ha producido un aumento espectacular de la longevidad acompañado de una reducción drástica de las tasas de fecundidad que ha conducido inevitablemente al envejecimiento de la población mundial. Derivado de ello aparece el riesgo de que los miembros de un determinado colectivo sobrevivan a sus ahorros, que además no es diversificable porque afecta a todos sus integrantes por igual. La opción natural que tienen las familias para cubrirse de este riesgo son las rentas de supervivencia. Estos productos financiero-actuariales permiten a sus asegurados transformar el ahorro acumulado a lo largo de un determinado periodo de tiempo en un flujo, normalmente vitalicio, utilizado para complementar los ingresos de la pensión de jubilación derivados de un sistema público de pensiones. El problema es que en la mayoría de países el mercado de seguros de rentas está poco desarrollado, tiene un número reducido de participantes y presenta una elevada concentración. Ello podría deberse a razones tales como desincentivos fiscales, motivos de herencia, posible selección adversa y falta de comprensión por parte de los inversores. Sin embargo, existen otros productos que podrían resultar más adecuados tanto para los particulares como para las compañías aseguradoras expuestas a este tipo de riesgo. Dichos productos son los activos derivados sobre longevidad de los mercados de capital cuyo principal representante hasta la fecha han sido los bonos sobre longevidad. Estos instrumentos pagan una serie de cupones dependiendo del valor que alcance un determinado índice de longevidad/mortalidad. Así concebidos, tanto los cupones como el principal de la emisión pueden ser arriesgados si la mortalidad de la cohorte cubierta se comporta mejor de lo esperado. Este artículo analiza ambas formas de cobertura del riesgo de longevidad, tradicional y alternativas, y presenta una serie de ejemplos reales de ambas haciendo especial referencia a las ventajas e inconvenientes derivados del uso de cada una de ellas.

Palabras clave: envejecimiento de la población, riesgo de longevidad, rentas de supervivencia, mercado de capital, bonos sobre longevidad.

ABSTRACT

Over the last years, the spectacular increase of the longevity, coupled with a drastic reduction of the rates of fecundity, have led inevitably to the aging of the

population. Derived from this situation, there appears longevity risk, i. e., the risk that the members of a certain collective outlive their savings, which besides constitutes a non diversifiable risk, as all those members are equally exposed. Thus, the natural option of families for the coverage of their longevity risk lies in annuities. Annuities are financial, actuarial products allowing the insured to transform his or her cumulative savings accrued throughout a certain period of time into a flow (usually a lifetime flow) which performs as a complement of the income generated by a retirement pension coming from a public system. The problem, then, lies in the fact that in most countries the annuity market is underdeveloped, counts on a reduced number of participants and shows a high concentration, all as a consequence of tax disincentives, succession regulation, possible adverse selection, or a lack of expertise on the part of the investors. Nevertheless, other products exist that could be more suitable as much for the individuals as for the insurers exposed to this type of risk. Such products are the capital market derivatives on longevity, whose most prominent examples to date have been longevity bonds. These instruments pay a series of coupons depending upon the value reached by a certain longevity/mortality index. Thus conceived, the coupons, as well as the principal, can be risky if the mortality within the hedged cohort behaves better than the expected. This article analyzes and presents a series of real examples of both forms of longevity risk coverage (the traditional and the alternative ones), making special reference to the advantages and disadvantages to be derived from the use of each.

Key words: *aging of the population, longevity risk, annuities, capital market, longevity bonds.*

I. INTRODUCCIÓN

Situación actual y previsión de evolución de la población mundial: espectacular incremento del riesgo de longevidad

Según las proyecciones realizadas por la División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de la Organización de las Naciones Unidas¹, la población mundial pasará de 6.700 millones de habitantes en la actualidad a 9.200 millones en 2050, lo que supone un incremento de 2.500 millones de habitantes en los próximos 42 años. Hay que señalar, sin embargo, que aproximadamente la mitad del aumento de la población previsto entre 2005 y 2050 será consecuencia de un incremento del segmento de población de 60 ó más años de edad. Esta situación de envejecimiento que se está viviendo en los últimos tiempos carece de todo tipo de precedentes en la historia de la humanidad. De hecho el incremento de las personas mayores de 60 años viene acompañado por un descenso de los jóvenes menores de 15 años dando lugar, por primera vez en la historia, a que en el año 2050 las personas mayores superen en número a los jóvenes y representen un 21% de la población total. Además es una situación generalizada y afecta tanto a hombres como a mujeres y niños, lo que incide directamente en la equidad y la solidaridad inter e intrageneracionales y en diversas facetas de la vida humana como la económica (influyendo sobre variables macroeconómicas como el crecimiento económico, el ahorro, la inversión y el consumo, los mercados de trabajo, las pensiones, la tributación y las transferencias intergeneracionales), la social (afectando a la salud, la atención de la salud, la composición familiar y las condiciones de vida, la vivienda y la migración) y la política (marcando los patrones de voto y representación de los ciudadanos). Esta tendencia al envejecimiento de la población también es irreversible (hasta la fecha, el aumento anual del grupo de personas

1 Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población, Naciones Unidas, World Population Prospects: The 2006 Revision, Nueva York, 2007.

de edad avanzada ha sido del 2%, pero durante los próximos 25 años se espera que aumente a razón del 2,8% anual) y obedece a la transición en los últimos tiempos de tasas elevadas de fecundidad y mortalidad a tasas reducidas de ambas ratios.

A nivel mundial, la esperanza de vida al nacer se incrementó durante la segunda mitad del siglo XX en 4,5 meses al año, pasando de 58 años entre 1970-1975 a 67 años en 2005-2010 y se espera que siga aumentando hasta los 75 años en 2045-2050. En los países más desarrollados, el aumento previsto es de los 77 años actuales a 82 años para mediados de siglo mientras que en los menos desarrollados pasaría de 65 años en la actualidad a 74 años en 2050.

Es importante señalar que la dinámica de envejecimiento de la población se produce en diferentes momentos y a diferentes tasas en función de los países e incluso las regiones consideradas. Desde 1960 el porcentaje de población con edad superior a los 60 años en Estados Unidos ha pasado del 9 al 14% aproximadamente y otros países desarrollados han experimentado incluso un crecimiento más rápido. Por ejemplo, en muchos países de Europa, la población más anciana representa actualmente casi la quinta parte de la población total y se espera que para 2050 esta proporción sea un tercio de la población total. Pero las proyecciones más drásticas acerca del incremento de la población mayor de 60 años se producen en Asia, donde en el año 2050 habrá más de 910 millones de asiáticos mayores de 60 años respecto a los 250 millones existentes en la actualidad. En las regiones menos desarrolladas, sólo el 8% de la población tiene actualmente más de 60 años aunque para mediados de siglo, las personas de edad constituirán casi el 20% de la población.

Otro factor determinante del envejecimiento de la población, más incluso que el crecimiento de la esperanza de vida, es la baja tasa de natalidad en numerosos países. Las tasas de fecundidad en el mundo han disminuido desde 5 hijos por mujer en el periodo comprendido entre 1950-1955 hasta 2,55 hijos actualmente y las previsiones auguran un descenso de dicha tasa hasta 2,02 hijos a mediados de siglo. Analizando por zonas de desarrollo, en los países más adelantados la tasa de fecundidad es actualmente de 1,6 hijos por mujer y se espera que alcance los 1,79 hijos en el año 2050. Más concretamente, las tasas de fertilidad han disminuido en Europa desde una media de 2,66 hijos por mujer europea en 1950 hasta sólo 1,4 hijos actualmente, bastante por debajo de los 2,1 hijos necesarios para mantener constante la población de un determinado país desarrollado. Para los países menos adelantados en cambio, la fecundidad actualmente es de 4,63 hijos por mujer pero con tendencia a decrecer hasta los 2,50 a mediados de siglo. Es importante destacar en este punto que las diferentes tasas de fecundidad existentes entre países están asociadas a la concurrencia de una serie de factores tales como las distintas rentas *per cápita*, las diferencias culturales y de actitud y las diferencias políticas y de infraestructuras. Los países más pobres, donde los niños son vistos como una inversión, tienden a presentar tasas de fertilidad superiores a las de los países ricos para los cuales los niños representan una financiación (requerimiento de capitales). En cuanto a las diferencias culturales, el caso típico es el de EE.UU. donde la población hispana presenta una tasa de fecundidad de 2,5 hijos por mujer mientras que para el resto dicha tasa es de 1,8 hijos para mujeres entre 40 y 44 años. La política

y las infraestructuras pueden conducir a diferencias en las tasas de fertilidad si, por ejemplo, las mujeres pueden volver a trabajar después de la maternidad sin pérdida de su estatus o de los ingresos. En este caso la fertilidad tiende a ser más elevada. Si los países regulan legalmente los límites al número de nacimientos (o de niños que puede tener cada persona), como el caso de la política infantil aplicada en China, entonces la fertilidad cae dramáticamente.

Otra característica fundamental de las poblaciones que envejecen es que el número de personas mayores aumenta más rápido cuanto más alto es el grupo de edad considerado. Efectivamente, según las proyecciones demográficas para el año 2050, el número de personas mayores de 60 años aumentará el triple mientras que las personas más ancianas (de 80 años o más) se multiplicarán por 5, pasando de 88 millones en la actualidad a 402 millones a mediados de siglo. La mitad de este grupo de edad avanzada se concentra actualmente en los países desarrollados y se espera que la proporción aumente hasta el 71% en el año 2050. Además se da la circunstancia de que la mayoría de las personas mayores de 60 años son mujeres, ya que la esperanza de vida de las mujeres supera la de los hombres. En 2000, había 63 millones más de mujeres que de hombres de 60 años o más, y en las edades más avanzadas, hay de dos a cinco veces más mujeres que hombres.

Finalmente, la edad mediana, o aquella que divide la población en dos mitades de igual tamaño, también es un indicador del envejecimiento de la población. Actualmente, la edad mediana en el mundo es de 28 años y está previsto que aumente hasta los 38 en 2050. Europa tiene hoy la población más vieja con una edad mediana de casi 39 años, que en 2050 pasará a ser de 47 reflejando así la relación directa de esta edad y las bajas tasas de fecundidad durante largos periodos. La generalización del envejecimiento de la población se refleja en la siguiente proyección: si bien en 2005 sólo 13 países desarrollados tenían una edad mediana de 40 años, en 2050, 93 países, 48 de ellos en vías desarrollo, tendrán una edad mediana que superará los 40 años de edad.

En resumen, desde mediados del siglo pasado, y en especial durante las últimas décadas, el mundo entero ha experimentado sustanciales mejoras relativas a la supervivencia de las personas mayores y sobre todo en aquéllas con edades más elevadas. Ello es debido, fundamentalmente, a los avances realizados en la medicina, la mayor y mejor higiene, la tendencia a estilos de vida más saludables y la ausencia de conflictos militares mundiales y de crisis pandémicas graves. Este progreso ha acelerado el crecimiento de la población más vieja y ha avanzado la frontera de supervivencia humana más allá de los límites de longevidad alcanzados en la época preindustrial. Como consecuencia de ello, los jubilados necesitan capital, en forma de pensiones u otro tipo de ahorros más habituales, para asegurarse contra el riesgo de sobrevivir a lo que dure su riqueza o, lo que es lo mismo, contra el riesgo de longevidad. La cobertura tradicional de este riesgo la realiza el mercado asegurador a través de la contratación de seguros de vida y planes de pensiones. Más concretamente, el producto asegurador de vida que contempla completamente la posibilidad de que el asegurado sobreviva a sus ahorros son las rentas de supervivencia vitalicias cuyos pagos se extiendan hasta el momento de fallecimiento de su titular. El problema inherente a este tipo de soluciones tradicionales

deriva del hecho de que la edad de fallecimiento futura es una variable aleatoria en el momento de la firma del contrato lo que da lugar a un riesgo de descapitalización en estos productos si el colectivo asegurado vive más de lo esperado.

Una posible solución al mercado asegurador tradicional es la creación de un mercado financiero alternativo para el riesgo de la longevidad, amplio y líquido de forma que los participantes en el mismo puedan compensar sus riesgos a través del principio de mutualidad. El desarrollo de este mercado pasa por la definición y diseño de productos financiero-actuariales, atractivos tanto para compradores como para vendedores, a través de procesos de titulización que permiten monetizar activos, cubrir los requisitos de capital exigidos por las autoridades reguladoras o transferir riesgos extremos. En una titulización del seguro de vida el asegurador se protege contra el riesgo de una mortalidad o longevidad adversa derivados de los seguros de vida y de las rentas de supervivencia respectivamente y en este sentido los desarrollos más notables se han logrado con la emisión y diseño de los bonos sobre longevidad.

La organización del artículo es la siguiente. En la sección dos se definen las formas y mecanismos de coberturas del riesgo de longevidad que utiliza tradicionalmente el mercado asegurador de vida incidiendo en sus principales características. La sección 3 desarrolla la técnica alternativa basada en la titulización a través de los mercados de capitales que más se ha desarrollado y utilizado hasta el momento, los bonos sobre longevidad. Finalmente, la sección 4 presenta las principales conclusiones alcanzadas con el trabajo.

2. EL PAPEL DEL SECTOR ASEGURADOR EN LA COBERTURA DEL RIESGO DE LONGEVIDAD. FUNCIONAMIENTO Y ESTRUCTURA DE LAS FORMAS DE COBERTURA TRADICIONALES

Como se ha mostrado en la sección anterior, el evidente envejecimiento de la población mundial se deriva de una mayor esperanza de vida y de las bajas tasas de natalidad que inciden de forma significativa en la composición de la población. La consecuencia inmediata de dicho envejecimiento es un aumento sin precedentes del riesgo llamado de longevidad cuya definición puede plantearse desde dos perspectivas bien diferenciadas. Para la compañía de seguros, o el fondo de pensiones, que lo soporta, este riesgo supone el incremento de la exposición al riesgo derivado de un descenso en las ratios de mortalidad de la población de referencia o equivalentemente un incremento en las ratios de pagos por supervivencia esperadas. Para los individuos, el riesgo de longevidad deriva de la insuficiencia de activos a partir del momento de la jubilación para obtener los ingresos necesarios que garantizan su sostenimiento a lo largo del resto de su vida.

Según el estudio presentado por Swiss Re en 2007², el sector asegurador es una de las principales formas de que disponen los jubilados para afrontar su situación financiera,

2 Swiss Re, Seguros de rentas: una solución privada para el riesgo de longevidad, *Sigma*, nº 3, Suiza, 2007.

tanto en su fase de acumulación de activos como en estados posteriores que generan desacumulación. Ello es posible gracias a la creación de un pool de riesgos que crea valor para los asegurados y cuyo funcionamiento genérico puede resumirse como sigue: durante la fase de acumulación, las compañías de seguros ayudan a los individuos interesados en ahorrar una cantidad de dinero suficiente para el momento de la jubilación mediante el establecimiento de un plan flexible, estableciendo las contribuciones al plan en función del nivel y la periodicidad de sus ingresos, y eficiente, diversificando las inversiones y haciendo depender la rentabilidad obtenida de las mismas de la edad y de las posibles ventajas fiscales existentes en cada momento. Posteriormente, durante la fase de desacumulación los individuos van reduciendo progresivamente los activos acumulados en sus planes a través de distintos tipos de rentas, al tiempo que disfrutan de coberturas frente a los riesgos de longevidad e inflación, mediante seguros de salud, cuidados a largo plazo, capitalización del patrimonio y su transferencia a los herederos en caso de muerte prematura.

Los productos de seguros cuyo valor es ofrecer a las personas la protección contra los riesgos generados durante la fase de desacumulación, y especialmente contra el riesgo de longevidad, se conocen con el nombre de *seguros de rentas* (o rentas de supervivencia) y su principal objetivo es proporcionar una serie de pagos periódicos que se financian a través de un fondo acumulado con anterioridad o mediante la aportación de una única suma global.

Este tipo de seguros sirven para completar la pensión de jubilación de la persona que lo contrata, pero en muchos mercados ofrecen además una serie de ventajas adicionales que los convierten en productos financieros muy atractivos. Dichas ventajas van desde la protección contra el riesgo de longevidad, ya que al adquirir una renta de supervivencia el asegurado compra una serie de ingresos vitalicios que le protegen contra la posibilidad de que sobreviva a sus ahorros, hasta la definición de garantías que protegen al asegurado contra fluctuaciones en los tipos de interés o contra la inflación y que otorgan beneficios en caso de fallecimiento prematuro. Además, en determinados países, los seguros de rentas reciben un tratamiento fiscal preferencial por parte de gobiernos que desean incentivar la protección contra el riesgo de longevidad a través del ahorro individual.

Finalmente hay que destacar que las rentas de supervivencia se definen como un instrumento de acumulación, es decir, la cuantía de la prestación se va acumulando a partir de aportaciones o primas pagadas de forma periódica, aunque también es habitual encontrar seguros de rentas individuales en los que se paga una prima única de forma anticipada a cambio de obtener en el futuro una serie de pagos periódicos. Este tipo de contratos se conocen como *seguros de rentas individuales a prima única* y son muy comunes en EE.UU. (37% de los seguros de renta individuales en 2007). En cuanto a las formas de establecer la indemnización, pueden distinguirse tres tipos diferenciados; pagos periódicos, pago único de capital o una combinación de ambas posibilidades. La opción de pago único de capital es especialmente utilizada en aquellos países que no obligan a convertir los fondos acumulados en un pago periódico de rentas. Ahora bien, cuando la prestación de la renta es un capital único, no se cubre el riesgo de longevidad, por lo que no son considerados seguros de rentas propiamente dichos. Los seguros de

rentas en sentido estricto son los que proporcionan una conversión de los fondos acumulados en rentas de forma total, o al menos parcial.

2.1. Tipos de seguros de rentas de supervivencia

Las características y la estructura de los seguros de rentas dependen en gran medida del contexto en el que se ofrecen³. Estas diferencias suelen tener connotaciones geográficas de forma que, por ejemplo, el seguro de rentas de ahorro es más tradicional en el mercado americano, mientras que en el Reino Unido existe un porcentaje más elevado de seguro de rentas inmediatas, como consecuencia de la externalización del capital de los fondos de pensiones.

Los distintos tipos de rentas existentes se establecen atendiendo a las diversas características del contrato, así:

- Según la frecuencia de pago de las primas por parte del asegurado, las rentas pueden establecerse a pago único, a pago periódico fijo o a pago periódico variable.
- Según el tipo de prestaciones: el desembolso periódico de las rentas puede ser una cantidad fija o variable. Entonces, mientras que el seguro de renta fija paga un importe nominal fijo garantizado, el seguro de renta variable puede establecer las prestaciones dependientes de diversos factores tales como la inflación (proporcionando de este modo una renta garantizada en términos reales. En la práctica esta garantía suele limitarse a la protección de un índice máximo de inflación.), el rendimiento de una cartera de inversiones subyacente, el riesgo de mortalidad en el caso de los seguros de rentas con participación en beneficios (o participativas) o diversas formas de garantía adicionales, (como por ejemplo un rendimiento mínimo de la inversión, un pago mínimo en caso de fallecimiento, un pago mínimo de acumulación o capital al final de un periodo previsto, un reintegro mínimo garantizado y/o un nivel de ingresos mínimo garantizado).
- Según el momento en el que se inicia el pago de las prestaciones, distinguimos entre aquellas rentas que empiezan a desembolsarse inmediatamente después de la adquisición del seguro, rentas inmediatas, y aquellas cuyos desembolsos se establecen a partir de una fecha futura determinada, rentas diferidas. En el primer caso la prima pagada suele ser única mientras que la renta diferida suele financiarse con pagos periódicos de primas.
- Según la duración del pago de las prestaciones las rentas pueden ser vitalicias (si los pagos se extienden a lo largo de toda la vida del asegurado), ciertas o incondicionales

3 SWISS RE, Seguros de rentas: una solución privada para el riesgo de longevidad, *Sigma*, N° 3, Suiza, 2007.

4 GERBER, H, *Life insurance mathematics*, Springer, Berlin, 1997.

(si los pagos se realizan hasta una fecha determinada), temporales (cuando los pagos se extienden hasta la primera de las dos fechas anteriormente mencionadas) o garantizadas (cuando la fecha que prevalece es la última de las anteriores). La duración de los pagos de la renta es fundamental para el tratamiento del riesgo de longevidad.

- Los contratos de rentas también pueden clasificarse atendiendo al número de personas cubiertas por el mismo. De esta forma las rentas pueden ser individuales y cubrir a un único asegurado o reversibles en cuyo caso las prestaciones se perciben mientras una de las dos o más personas cubiertas en la póliza permanezca con vida.
- Según la forma de adquisición del seguro, las rentas pueden ser directas cuando se formalizan directamente entre la aseguradora y el individuo que compra protección o colectivas, normalmente a través de contratos suscritos por un empleador. En el primer caso, el contrato es parte de las reservas de pensiones de un particular, en el segundo, la renta se integra dentro de un plan de pensiones patrocinado por el empleador y las primas pueden ser pagadas por el empleador únicamente o de manera conjunta por el empleador y el empleado.
- Finalmente cabe mencionar que es posible realizar otras distinciones en función, por ejemplo, de las ventajas tributarias que posean los seguros o de la moneda en la que se efectúen los pagos.

2.2. Nuevos contratos de rentas de supervivencia

Durante los últimos años mercados como el inglés, el americano o el australiano entre otros han desarrollado nuevos productos de rentas que cubren la supervivencia de personas con algún tipo de discapacidad⁵. Dichas rentas pueden definirse como favorecidas, cuando se destinan a personas fumadoras y en cuyo caso las primas a pagar se revisan al alza a través de coeficientes, sin llevar a cabo modificaciones en el proceso de tarificación, o como deterioradas, destinadas a los individuos que presentan algún tipo de enfermedad grave y en cuyo caso las primas a pagar sufren bonificaciones a través de la modificación de los procesos de suscripción y tarificación que pasan a ser bastante más complejos. En ambas rentas, la mortalidad de partida es superior a la media pero a medida que pasa el tiempo va convergiendo a las tasas de mortalidad de la población convencional. En concreto las carteras de rentas favorecidas están sujetas a la exposición de discapacidades directamente vinculadas al consumo de tabaco como las enfermedades cardiovasculares. Los progresos en el tratamiento médico de dichas afecciones pueden reflejarse en descensos de las tasas de mortalidad futuras prolongando de ese modo la exposición al riesgo de longevidad para estos contratos.

5 SWISS RE, Seguros de rentas: una solución privada para el riesgo de longevidad, *Sigma*, N° 3, Suiza, 2007.

Otro tipo de contratos de seguros de supervivencia con mucha progresión en los últimos años son las rentas vitalicias con participación en beneficios. En estas rentas se crea un pool de inversores cada uno de los cuales aporta fondos que permiten cubrir el riesgo de longevidad de todos los que participan en el pool. La rentabilidad obtenida por los supervivientes del pool aumenta con la edad, de forma que a partir de los 85 años es casi imposible que una inversión en los mercados financieros supere el beneficio de mortalidad que conlleva una renta vitalicia participativa. Esto implica que no tiene sentido contratar una renta de estas características cuando se es joven ya que el beneficio derivado de las tasas de mortalidad será bastante bajo y el capital único que habrá que anticipar en concepto de prima, será bastante elevado. Además, los gastos relativamente elevados asociados a la compra de cualquier producto de seguro hacen que una inversión directa en el mercado financiero constituya en la juventud una opción financiera más acertada.

Las rentas vitalicias con participación en beneficios tienen una serie de limitaciones importantes que se describen a continuación. En primer lugar, el miembro de un pool participativo no sabe *a priori* cuáles serán los beneficios del mismo por lo que asume un riesgo y en su forma más sencilla estas rentas no otorgan a sus herederos acceso al capital invertido ni a ningún fondo acumulado. Por otra parte, los compradores de estos productos suelen ser personas que esperan vivir más tiempo que la media lo que puede generar riesgo para el asegurador de que sólo las personas con la esperanza de vida más elevada compren seguros de rentas (antiselección). Finalmente, todo incremento sistemático de la longevidad reduce el beneficio de mortalidad ya que el número de supervivientes de determinada edad se incrementará en comparación con la experiencia del pasado.

En cuanto a las ventajas de estas rentas participativas cabe mencionar que la exposición al riesgo es asumida por el pool y no por el individuo y es mitigada por la aseguradora durante un largo periodo de tiempo. Además la inversión y el riesgo de mortalidad no están correlacionados de forma que rendimientos negativos de las inversiones pueden verse compensados con beneficios positivos de mortalidad. Desde el punto de vista del asegurador, la estructura de rentas vitalicias participativas permite reducir de forma significativa el riesgo de longevidad al que se halla expuesto ya que se comparte con el tomador del seguro. Además, si los contratos no ofrecen garantías respecto a la inversión, el riesgo financiero también se reparte entre aseguradores y asegurados. En cambio, la existencia de garantías, tanto explícitas, en el caso de las rentas mínimas garantizadas, como implícitas, mediante rentas fijas, supone un coste extraordinario que ha de asumir el asegurado o el asegurador, lo que acaba reduciendo los beneficios del primero y/o las ganancias del segundo.

2.3. Rentas de supervivencia y cobertura del riesgo de longevidad

Mediante las rentas de supervivencia los asegurados pueden protegerse contra dos grandes clases de riesgos: los biométricos, como el de longevidad y el de mortalidad, y

los riesgos macroeconómicos y financieros, como el de inflación, tipos de interés, mercado de valores y riesgo de crédito. El predominio de una clase de riesgo frente a otro, así como el grado de exposición al mismo dependerá de la estructura del producto contratado⁶. Por ejemplo, en el caso de las rentas inmediatas, los principales riesgos cubiertos son, respectivamente, el de longevidad, el riesgo de variaciones en los tipos de interés y el riesgo de crédito. Para las rentas diferidas sin embargo, los movimientos adversos en la estructura temporal de los tipos de interés pasan a ser el principal riesgo, seguido del riesgo de longevidad y del riesgo de inflación. Comparando el riesgo de longevidad existente en ambos tipos de contratos, resulta mucho mayor en la renta diferida que en la inmediata equivalente. Ello se debe al mayor periodo durante el cual se pueden experimentar mejoras en las tasas de mortalidad y a que el efecto de dichas mejoras se concentra en los años durante los que se percibe la renta.

Centrándonos en el riesgo de longevidad⁷, el grado de protección contra el mismo a través de una renta depende de la duración de los pagos asociados a la misma. En este sentido, si la renta es vitalicia pura o vitalicia participativa, los pagos se extienden hasta el fallecimiento del beneficiario de forma que disfruta de una protección total frente al riesgo de vivir más tiempo que sus ahorros. Cuando la renta vitalicia tiene la opción de reembolso, el capital acumulado por el asegurado se paga a los herederos por él establecidos a su fallecimiento generando de esa forma una cobertura incondicional del riesgo de longevidad. En las rentas vitalicias temporales, los pagos se realizan únicamente para un periodo de tiempo determinado y cuando finaliza dicho plazo el asegurador transfiere el riesgo de longevidad residual al asegurado. En este caso, el riesgo de longevidad únicamente se cubre completamente si el asegurado fallece durante el periodo de pago de rentas. Por otra parte, cuando la renta contratada es cierta, y a diferencia del caso anterior, aunque los pagos se establecen para un periodo de tiempo determinado, al fallecimiento del asegurado esta renta sigue abonándose hasta la expiración del contrato. Sin embargo, la cobertura frente al riesgo de longevidad es idéntica en ambos contratos: si el titular fallece antes de que expire el periodo de pago habrá estado protegido contra el riesgo de sobrevivir a sus ahorros, pero si el asegurado sobrevive al periodo de pagos estipulado, será él quien asuma el riesgo de longevidad a partir de ese momento y hasta su fallecimiento. Finalmente, en el caso de las rentas diferidas con transformación del capital en renta, las variaciones que se producen en la mortalidad tienen un impacto mayor ya que disponen de más tiempo para surgir y consolidarse.

El riesgo de longevidad es de naturaleza sistemática lo que provoca que su cobertura tradicional a través de la diversificación sea menos eficaz que en otros tipos de riesgos. Para gestionar la exposición individual a dicho riesgo, las aseguradoras tienen dos alternativas: en primer lugar pueden reducir el riesgo de longevidad en el balance transfiriéndolo a otra contraparte o bien, en segundo lugar, pueden retenerlo realizando

6 BLAKE, D.; CAIRNS, A.J.G. y DOWD, K., "Living with mortality: longevity bonds and other mortality-linked securities", *British Actuarial Journal*, vol. 12, 2006, págs. 153-197.

7 SWISS RE, Seguros de rentas: una solución privada para el riesgo de longevidad, *Sigma*, N° 3, Suiza, 2007.

algún tipo de cobertura. La elección entre una u otra opción, o la adopción de una estrategia combinada, dependerá, en la transferencia, de la existencia de terceras partes que quieran asumir el riesgo y de las condiciones en las que estarían dispuestas a hacerlo y de la disponibilidad de instrumentos de cobertura adecuados, en el caso de la retención.

Como es bien sabido, la transferencia del riesgo consiste en la reducción del riesgo de una de las partes mediante la cesión del mismo a una contraparte, habitualmente otro reasegurador. Sin embargo, este mercado tradicional de transferencia de riesgos está cada vez menos dispuesto a la aceptación de este tipo de exposiciones como consecuencia de su naturaleza sistemática que exige la provisión de grandes cantidades de dinero (ya que en épocas de mercado duro en los que la capacidad es limitada incrementa el coste de oportunidad de invertir en otras alternativas). Además, el aumento de la sensibilidad de los inversores al riesgo de longevidad provoca un rechazo hacia las aseguradoras que asumen amplias cuotas de dicho riesgo en comparación con sus pasivos totales. La transferencia del riesgo de longevidad podría ampliarse considerando nuevas contrapartes dispuestas a asumirlo. En este sentido, es posible contemplar la llamada solución social en la que intervienen gobiernos y particulares que ya están expuestos a este riesgo y que podrían asumir una mayor cuota del mismo. El problema es que para los particulares, por ejemplo, esta asunción implica cambiar los hábitos de ahorro e inversión adquiridos durante toda su vida y por tanto, sus hábitos de consumo tradicionales.

La parte o la totalidad del riesgo de longevidad que no es transferida, teóricamente puede cubrirse inmunizando las carteras de pólizas sujetas a este tipo de riesgo, es decir, exigiendo que los flujos de caja de pasivos esperados se compensan con flujos de caja similares (en términos de duración y convexidad) generados por los activos que los respaldan y/o por *swaps* de tipos de interés. La inmunización en este caso puede realizarse de diversas formas entre las que cabe destacar las siguientes: mediante *swaps* de tipos de interés e inflación para cubrir el riesgo de mercado financiero intrínseco a los seguros de rentas, suscribiendo negocio de seguro con una mortalidad totalmente opuesta a la de los seguros de rentas, invirtiendo en renta variable de empresas con una dinámica de mortalidad opuesta, mediante una cobertura de sustitución sintética o a través de los mercados de capital emitiendo bonos sobre longevidad⁸. En el primer caso, un instrumento de cobertura sencillo, aunque imperfecto, es un activo libre de riesgo cuya duración coincida con la duración de los pasivos que genera una pensión o una renta de supervivencia. La variación de tipos de interés puede cubrirse invirtiendo en bonos del estado a largo plazo, aunque para ello es necesaria la existencia de bonos con un plazo suficientemente largo. Lo mismo sucede con los seguros de rentas garantizados contra la inflación, cuya cobertura pasa por la existencia de bonos a largo plazo vinculados a dicha magnitud macroeconómica. Alternativamente, una segunda solución para cubrir los riesgos de tipo de interés e inflación es la compra de *swaps* vinculados a estos riesgos a largo plazo especialmente diseñados para ser aplicados a la combinación específica de seguro y riesgo financiero que deben afrontar los aseguradores de vida.

8 Swiss RE, Seguros de rentas: una solución privada para el riesgo de longevidad, *Sigma*, N° 3, Suiza, 2007.

Por otra parte, una cobertura para la longevidad teóricamente perfecta sería contratar, junto al seguro de rentas, un seguro de vida entera con primas equivalentes a los pagos de las rentas sin cancelaciones por impago, de forma que los beneficios extraordinarios obtenidos por uno de los contratos absorbieran las pérdidas del otro. Desafortunadamente, esta estrategia es difícil de realizar en la práctica por la ausencia de seguros sobre mortalidad para vidas por encima de los 65 años.

Respecto a la cobertura del riesgo mediante la inversión en compañías con una dinámica de mortalidad opuesta, como las farmacéuticas, las residencias para la tercera edad, las asociaciones de viviendas o las compañías biotecnológicas, consistiría en comprar acciones de estos sectores de forma que con las ganancias obtenidas por estas empresas, beneficiadas por las mejoras en la longevidad, puedan absorber las pérdidas de los negocios desfavorecidos por esta tendencia demográfica. El problema principal que puede presentar una estrategia de cobertura de este tipo es su ineficacia: cuando un asegurador recurre a una compañía farmacéutica para cubrir su exposición al riesgo de longevidad, al mismo tiempo asume una serie de riesgos inherentes al negocio en el que invierte.

Si la retención se cubre mediante estrategias de sustitución sintéticas, como las soluciones financieras estructuradas, se superan algunas limitaciones de la estrategia de cobertura anteriormente descrita. Por ejemplo, los aseguradores podrían adquirir flujos de caja titulizados de empresas farmacéuticas para compensar de esa forma sus pasivos expuestos al riesgo de longevidad. Estos títulos podrían negociarse en el mercado de forma similar a los títulos respaldados por hipotecas y otros instrumentos de crédito estructurados. Los compradores podrían ser aseguradores, así como fondos de pensiones, gobiernos y cualquier compañía con cierto grado de exposición al riesgo de longevidad. Las limitaciones de esta solución se basan en que la mayoría de las compañías y de los gestores de fondos de pensiones no están familiarizados con este tipo de instrumentos.

3. LA COBERTURA DEL RIESGO DE LONGEVIDAD A TRAVÉS DEL MERCADO DE CAPITAL: BONOS SOBRE LONGEVIDAD

Un bono puede definirse como un instrumento financiero, cuya emisión puede ser a corto o a largo plazo, que se caracteriza por pagar unos intereses, o cupones, periódicamente y rembolsar el principal en el momento del vencimiento. Los *bonos sobre longevidad*, o *longevity bonds*, son activos derivados de los mercados de capital que proporcionan a los aseguradores una nueva fuente de financiación para cubrir el riesgo de longevidad, y difieren de los bonos tradicionales en que el pago de los cupones y la devolución del nominal prestado se condicionan a la ocurrencia de un determinado suceso acerca de la supervivencia de un determinado grupo de personas⁹. Para compensar esta aleatoriedad

9 PÉREZ-FRUCTUOSO, M. J., "Cobertura alternativa del riesgo de longevidad a través de bonos y swaps de los mercados de capital", *Gerencia de Riesgos y Seguros*, N° 96, Madrid, 2006, pág. 33-46.

que se produce en los flujos de caja, los bonos sobre longevidad pagan elevadas rentabilidades¹⁰, pero los inversores están sujetos a la pérdida del total o de una parte del principal y de los intereses si ocurre un suceso catastrófico relacionado con la supervivencia de una determinada cohorte a lo largo de la vida del bono.

Existen muchas formas de definir un bono sobre longevidad pero en general podemos distinguir dos grandes categorías¹¹. La primera de ellas incluiría a todos aquellos bonos que se estructuran con la devolución del principal arriesgada o condicionada, o *principal-at-risk longevity bonds*, de los cuales un ejemplo significativo es el bono sobre mortalidad emitido por SWISS RE (*Swiss Re Mortality Bond*). En este caso, el inversor asume el riesgo de perder, total o parcialmente, el capital invertido en el bono si tiene lugar el suceso de mortalidad o supervivencia definido en la emisión. La segunda categoría de bonos sobre longevidad hace referencia a aquellos basados en cupones o *coupon-based longevity bonds*, como el emitido por *European Investment Bank* y diseñado por *BNP Paribas* (*EIB/BNP longevity bond*), cuyos pagos dependen de la experiencia de la mortalidad y la naturaleza de esta dependencia puede establecerse en términos del valor que alcanza un determinado índice de mortalidad o en términos de todo riesgo (*at risk*). En este caso el inversor pierde parte o la totalidad de los cupones si el índice de mortalidad subyacente del bono supera un determinado umbral. Al estar diseñados como instrumentos de cobertura, tiene sentido que esta clase de bonos tomen la forma de rentas de supervivencia y no establezcan un momento concreto para el reembolso del principal.

Sin embargo, también es posible imaginar bonos sobre longevidad híbridos en los cuales tanto el pago de los cupones como la devolución del principal están condicionados a la ocurrencia de un determinado suceso de mortalidad¹². Entre estos últimos, cabe destacar los siguientes:

- a) **Bonos sobre longevidad clásicos:** Este bono, propuesto por BLAKE y BURROWS en 2001¹³ y conocido como bono de supervivencia, se define a través de una serie de pagos de cupones proporcionales a una ratio de supervivencia de una determinada población de referencia. El reembolso del principal se produce a la muerte del último miembro superviviente de la cohorte y por tanto, tiene un vencimiento aleatorio que depende del *tiempo de vida del miembro de la población de receptores de rentas de supervivencia que vive más tiempo*. De esta forma, por ejemplo, si la

10 PÉREZ-FRUCTUOSO, M. J., "La titulización del riesgo catastrófico: descripción y análisis de los *cat bonds* (*Bonos de Catástrofes*)", *Revista Española de Seguros*, Nº 121, Madrid, 2005, págs. 75-92.

11 BLAKE, D., CAIRNS, A. J. G., DOWD, K. and MACMINN, R. "Longevity Bonds: Financial Engineering, Valuation and Hedging", *Journal of Risk and Insurance*, Nº 73, 2006, págs. 647-672.

12 BLAKE, D.; CAIRNS, A. J. G. and DOWD, K., "Living with mortality: longevity bonds and other mortality-linked securities", *British Actuarial Journal*, vol. 12, 2006, págs. 153-197.

13 BLAKE, D. and BURROWS, W., "Survivor bonds: helping to hedge mortality risk", *Journal of Risk and Insurance*, vol. 68 (2), 2001, págs. 339-348.

cohorte analizada tiene una edad inicial de 65 años y el último miembro superviviente alcanza una edad de 101 años, el reembolso del principal y el pago del último cupón se produce transcurridos 36 años de haberse realizado la emisión del bono.

- b) **Bonos sobre longevidad cupón-cero:** los bonos sobre longevidad también pueden estructurarse con un único pago de cupón en el momento del vencimiento. La principal atracción de estos bonos cupón cero es que se erigen como componentes básicas para diseñar posiciones de cobertura a medida. La disponibilidad de una variedad suficiente de bonos cupón cero con diferentes características en cuanto a cohorte de referencia y fechas de vencimiento, permitiría a las aseguradoras construir carteras de bonos sobre longevidad que cubran perfectamente sus carteras particulares (en cuanto a tamaño y edad) de rentas de supervivencia.
- c) **Bonos sobre longevidad acoplados y spreads de longevidad:** los bonos de longevidad acoplados permiten a los inversores satisfacer sus necesidades de cobertura a cambio de una inversión inicial reducida. A continuación se presenta una forma de construir bonos sobre longevidad acoplados: a partir del momento inicial de la operación ($t=0$), consideramos que el pago teórico del bono en cada momento t de su vida, es un número comprendido entre 0 y 1 por el valor del cupón inicial. También es factible suponer que el pago en el momento t varía en un intervalo más reducido $S(t) \in [S_l(t), S_s(t)]$ (por ejemplo, si utilizamos un modelo de mortalidad estocástico podemos considerar que $S_l(t)$ y $S_s(t)$ son los percentiles 2,5% y 97,5% de la distribución de $S(t)$ y forman parte de las especificaciones del contrato en el momento inicial del mismo). Al mismo tiempo, se crea una SPV, financiada por dos inversores A y B, que mantiene, en $t=0$, $[S_s(t) - S_l(t)]$ unidades de bonos cupón cero de renta fija con vencimiento $t \forall t = 1, 2, \dots, T$. Entonces, en el momento t , la SPV paga al inversor A $S(t) - S_l(t)$, con un mínimo de cero y un máximo de $[S_s(t) - S_l(t)]$ y al inversor B, $S_s(t) - S(t)$ con un mínimo de cero y un máximo de $[S_s(t) - S_l(t)]$. Estos desembolsos mínimo y máximo aseguran que los pagos sean siempre no negativos y se financien completamente con las ganancias obtenidas de los bonos cupón cero de renta fija que se mantienen en la SPV.

Los flujos resultantes de la transacción pueden escribirse de forma equivalente como

$$(S(t) - S_l(t)) + \max(S_l(t) - S(t); 0) - \max(S(t) - S_s(t); 0)$$

es decir, como una combinación de dos posiciones largas, una en un contrato forward y otra en una opción put sobre $S(t)$ y una posición corta en $S(t)$. En terminología de opciones, el resultado para el inversor A es igual al resultado de un *bull spread* de opciones y por ello podemos referirnos a dicho resultado como un *longevity bull spread*.

Es importante notar que esta construcción presenta una progresión suave en la división de los pagos por cupones entre las contrapartes, para todo el rango de valores de $S(t)$. Esto es preferible a un contrato en el que se produce un salto en la cuantía de los pagos cuando $S(t)$ supera un determinado umbral. En tales contratos,

como podrían ser las opciones barrera, con frecuencia se plantean debates acerca de si el umbral en cuestión ha sido o no cruzado.

- d) **Bonos sobre longevidad diferidos:** otra forma de incrementar el acoplamiento de los pagos del bono consiste realizar emisiones con fechas de pago aplazadas o diferidas. De hecho, una de las principales críticas realizadas a la emisión del bono de supervivencia de EIB fue que los cupones más próximos a la emisión (los correspondientes a los 10 primeros años) tenían un riesgo de longevidad muy bajo pero, a su vez, eran la parte más costosa del bono. Esto suponía asignar mucho capital para cubrir un periodo de pagos muy amplio con un bajo riesgo de longevidad. Los bonos sobre longevidad con pagos diferidos son una forma natural de resolver este problema. Además, su funcionamiento es similar al de un contrato forward sobre mortalidad lo que los convierte en instrumentos de cobertura mucho más atractivos.

3.1. Ejemplos de bonos sobre longevidad

Hasta la fecha se han producido muy pocas titulizaciones del riesgo de longevidad (mortalidad). Swiss Re ha realizado la emisión de dos bonos sobre mortalidad, en diciembre de 2003 y en abril de 2005 respectivamente, con el fin de eliminar su propia exposición a eventos catastróficos de mortalidad tales como una epidemia de gripe o un ataque nuclear. Por su parte, BNP desarrolla la primera titulización del riesgo de longevidad en noviembre de 2004 con la emisión de un bono de supervivencia. Con una calificación crediticia mejorada de AAA por parte del Banco Europeo de Inversiones y un riesgo de exceso de pérdidas suscrito por Partner Re, el bono fue ofrecido a la industria de los fondos de pensiones pero de momento no se ha comercializado en el mercado¹⁴.

A continuación se desarrollan las dos emisiones mencionadas.

3.1.1. Bono sobre mortalidad de Swiss Re

El bono sobre mortalidad de Swiss Re no es un bono destinado a la cobertura del riesgo de longevidad sino más bien un bono que cubre un suceso de mortalidad extrema o la posibilidad de tener una vida demasiado corta. Por tanto, desde el punto de vista del asegurador, el bono cubre el riesgo de que los beneficios de las pólizas de vida tengan que pagarse antes de lo esperado¹⁵.

14 Swiss Re, Seguros de rentas, una solución privada para el riesgo de longevidad, *Sigma* Nº 3, Suiza, 2007.

15 BLAKE, D., CAIRNS, A. J. G., DOWD, K. and MACMINN, R., "Longevity Bonds: Financial Engineering, Valuation and Hedging", *Journal of Risk and Insurance*, vol. 73, 2006, págs. 647-672.

En diciembre de 2003, Swiss Re emitió un bono con vencimiento el 1 de enero de 2007, cuyo objetivo era reducir la exposición de Swiss Re a una situación catastrófica de mortalidad como la asociada a la pandemia de gripe española de 1918¹⁶. El tamaño de la emisión fue de 400 millones de dólares y los inversores recibían cupones trimestrales (en dólares americanos) del LIBOR a tres meses más 135 puntos básicos. La emisión se estructura con el principal arriesgado de forma que su reembolso depende de las tasas de mortalidad recogidas en un índice conjunto de Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Italia y Suiza, específicamente construido para la emisión. De esta forma si el índice no excede 1,3 veces el nivel de mortalidad base o de referencia existente en 2002 durante cualquiera de los tres años de vida del bono, el principal se devuelve en su totalidad a los inversores en el momento del vencimiento. Por otra parte, dicho principal se reduce en un 5% por cada 1% de incremento del valor del índice de mortalidad por encima de la mortalidad de referencia de 2002 y desaparece completamente cuando el índice supera en 1,5 veces dicho índice de referencia¹⁷.

Las principales características de este bono pueden resumirse como sigue¹⁸:

- El bono fue diseñado para cubrir a un emisor.
- El emisor gana si el índice ponderado de tasas de mortalidad utilizado en el bono es extremadamente alto (el comprador obtiene ganancias cuando dicho índice es bajo).
- El bono cubre a una cartera formada por pólizas de vida aseguradas/reaseguradas.
- El bono tiene un vencimiento a corto plazo y está diseñado para proteger al emisor contra un incremento extremo de la mortalidad tal como el asociado a una pandemia.
- El índice de mortalidad es una media ponderada de las tasas de mortalidad existentes en 5 países, para hombres y mujeres y para un intervalo de edades determinado.
- El bono es del tipo estándar cupón más principal en el cual los cupones varían con el LIBOR y sólo el principal está condicionado al deterioro de la mortalidad durante toda la vida del bono y es el spread sobre el LIBOR lo que compensa a los inversores del hecho de que el principal sea arriesgado.

16 BLAKE, D., CAIRNS, A. J. G. and DOWD, K. "Living with mortality: longevity bonds and other mortality-linked securities", *British Actuarial Journal*, vol. 12, 2006, págs. 153-197.

17 PÉREZ-FRUCTUOSO, M. J., "Cobertura alternativa del riesgo de longevidad a través de bonos y swaps de los mercados de capital", *Gerencia de Riesgos y Seguros*, vol. 96, Madrid, 2006, págs. 33-46.

18 BLAKE, D.; CAIRNS, A. J. G.; DOWD, K. and MACMINN, R., "Longevity Bonds: Financial Engineering, Valuation and Hedging", *Journal of Risk and Insurance*, vol. 73, 2006, págs. 647-672.

La tabla a continuación resume la estructura de pagos del bono sobre mortalidad de Swiss Re¹⁹.

Tabla
Estructura de pagos del bono de mortalidad de Swiss Re

	$100\% - \sum_{t=2004}^{2006} \text{pérdidas}_t$	Si	$\sum_{t=2004}^{2006} \text{pérdidas}_t < 100\%$
Pagos al vencimiento (T)	0%	Si	$\sum_{t=2004}^{2006} \text{pérdidas}_t \geq 100\%$
Porcentaje de pérdidas en el año t (<i>pérdidas_t</i>)	$\left[\frac{(q_t - 1,3q_0)}{0,2q_0} \right] \times 100\%$		$\begin{aligned} &\text{Si } q_t < 1,3q_0 \\ &\text{Si } 1,3q_0 \geq q_t \geq 1,3q_0 \\ &\text{Si } 1,5q_0 < q_t \end{aligned}$
	100%		

donde:

- q_0 es el índice base o de referencia sobre la mortalidad en el año 2002.
- $q_t = \sum_j C_j \sum_i G^m A_i q_{i,j,t}^m + G^v A_i q_{i,j,t}^v$
- $q_{i,j,t}^v$ es la tasa de mortalidad (fallecimientos por cada 100.000 individuos) para hombres pertenecientes al grupo de edad i en el país j .
- $q_{i,j,t}^m$ es la tasa de mortalidad (fallecimientos por cada 100.000 individuos) para mujeres pertenecientes al grupo de edad i en el país j .
- C_j es la ponderación asignada al país j (concretamente, Estados Unidos: 70%, Reino Unido: 15%, Francia: 7,5%, Italia: 5%, Suiza: 2,5%).
- A_i es la ponderación asignada al grupo de personas de edad i (las mismas para hombres y mujeres).
- G^m y G^v son los pesos específicos del género para mujeres (35%) y varones (65%) respectivamente.

19 LIN, Y. y COX, S. H., "Securitization of mortality risks in life annuities", *Journal of Risk and Insurance*, vol. 72, 2005, págs. 227-252.

El bono de *Swiss Re* fue emitido por Vita Capital (vc), una spv, lo que permitió mantener los flujos derivados de la emisión fuera del balance del patrocinador, beneficiando a *Swiss Re*, y reducir el riesgo de crédito de la transacción, beneficiando de esa forma a los inversores. Vita Capital invirtió los 400 millones de dólares del principal, en bonos con elevado rating de crédito y permutó la corriente de cupones derivada de dicha inversión por un flujo de pagos basado en el LIBOR. Además se encargó de abonar trimestralmente los cupones a los inversores y de rembolsar cualquier forma de principal al vencimiento.

Según el informe anual de 2004, el reaseguro de vida fue la principal fuente de ingresos de *Swiss Re*, concretamente el 30% de los ingresos, lo que implica que la rentabilidad está negativamente correlacionada con las tasas de mortalidad. Sin embargo, como el mayor proveedor mundial de reaseguro de vida y fallecimiento que es, *Swiss Re* afronta la dificultad potencial de encontrar un número suficiente de contrapartes sobre las que poder descargar el riesgo, y esto tiene implicaciones en sus requerimientos legales de capital. En este sentido, el bono de mortalidad permitió a *Swiss Re* liberarse de algunos de los riesgos de mortalidad extrema a los que se enfrentaba además de eliminar el riesgo de crédito de la contraparte en caso de haberse producido el suceso catastrófico cubierto en la emisión. Respecto a la compensación de los inversores en caso de producirse el riesgo de mortalidad cubierto en la emisión, BEELDERS y COLAROSS (2004)²⁰ establecen una serie de indicaciones a tener en cuenta. Los autores valoran el bono bajo tres hipótesis: utilizan la teoría del valor extremo para llevar a cabo los cálculos, asumen que la mortalidad sigue una distribución de Pareto Generalizada y finalmente, equiparan la estructura del bono a la de un spread de opciones de compra sobre el índice de mortalidad, con precio de ejercicio inferior igual a $1,3q_0$ y precio de ejercicio superior igual a $1,5q_0$. Con ello, obtienen que la probabilidad de intervención del bono, es decir, la probabilidad de que el índice de mortalidad utilizado en la emisión supere el valor de 1,3 veces el índice de mortalidad de referencia (precio de ejercicio inferior), es de 33 puntos básicos (0,33%) y el valor de la probabilidad de pérdida total del principal, es decir, la probabilidad de que el índice de la emisión supere el valor de 1,5 veces el índice de mortalidad de referencia, es de 15 puntos básicos (0,15%). La pérdida esperada en el bono fue estimada por estos autores en un 0,22% menos que el 1,35% de compensación ofrecida inicialmente a los inversores. La conclusión del trabajo de BEELDERS y COLAROSS es que el bono de *Swiss Re* es una buena transacción para los inversores lo que llevó a que se suscribiera completamente y a que los inversores estuvieran satisfechos con la inversión realizada. La mayor parte de estos inversores fueron fondos de pensiones atraídos por los elevados cupones que ofrecía, similares a los ofrecidos por los activos derivados a tipos variables, y por las oportunidades de cobertura derivadas del hecho de que el riesgo de mortalidad del bono está correlacionado con el riesgo de mortalidad de los miembros activos de un plan de pensiones.

20 BEELDERS, O. & COLAROSS, D., "Modelling mortality risk with extreme value theory: the case of *Swiss Re's* mortality-indexed bond", *Global Association of Risk Professionals*, N° 4 (19), (July/August), 2004, págs. 26-30.

En abril de 2005, SWISS RE emitió de un segundo bono catastrófico de vida, a través de la SPV Vita Capital II, con un principal de 362 millones de dólares²¹. La fecha de vencimiento de esta emisión es el año 2010 y está integrada por tres series: la Clase B, por un total de 62 millones de dólares, la Clase C por un total de 200 millones de dólares y la Clase D por un total de 100 millones de dólares. El principal es completamente arriesgado si, para dos años consecutivos antes del vencimiento, el índice de mortalidad combinada supera los porcentajes especificados de nivel de mortalidad esperada: 120% para la Clase B, 115% para la Clase C y 110% para la Clase D. Este bono también ha sido completamente suscrito por los inversores.

3.1.2. Bono sobre longevidad de EIB/BNP

En noviembre de 2004 BNP PARIBAS hizo pública una emisión a largo plazo de bonos sobre longevidad, dirigida a planes de pensiones y aseguradores de vida, que finalmente no fue bien recibida por los inversores y no llegó a negociarse en su versión inicial²². El encargo de emitir y colocar el bono en el mercado fue *European Investment Bank* (EIB), BNP PARIBAS fue su diseñador y patrocinador y Partner Re la reaseguradora que asumió la cobertura del riesgo de longevidad. La emisión, cuyo vencimiento se estructuró a 25 años, tuvo un valor nominal de 540 millones de libras. El pago de cupones se estableció a interés variable y estaba condicionado a un índice de supervivencia obtenido a partir de las tasas de mortalidad de una cohorte de varones ingleses y galeses de 65 años de edad en 2002. El cupón inicial se fijó en 50 millones de libras. Es decir, los inversores realizaban un pago inicial de 540 millones de libras, el precio de emisión, y recibían en concepto de rentabilidad, un pago anual dependiente de la mortalidad, de 50 millones multiplicado por el valor del índice de supervivencia $S(t)$ calculado durante cada uno de los 25 años de la vida del bono.

Para representar los flujos del contrato consideramos que el 31 de diciembre de 2004 es el momento inicial del bono, $t = 0$, y representamos el 31 de diciembre de 2005 como $t = 1$ y así sucesivamente. Por otra parte hacemos que $m(x,y)$ represente la tasa de fallecimiento bruta central a la edad x publicada por la *Office for National Statistics* del Reino Unido en el año y . Bajo estas hipótesis los valores del índice $S(t)$ se obtienen como sigue:

$$S(0) = 1$$

$$S(1) = S(0) \times (1 - m(2003,65))$$

$$S(t) = S(0) \times (1 - m(2003,65)) \times (1 - m(2004,66)) \times \dots \times (1 - m(2002+t,64+t))$$

21 SWISS RE, Seguros de rentas, una solución privada para el riesgo de longevidad, *Sigma* 3, Suiza, 2007.

22 BLAKE, D.; CAIRNS, A. J. G.; DOWD, K. and MACMINN, R., "Longevity Bonds: Financial Engineering, Valuation and Hedging", *Journal of Risk and Insurance*, vol. 73, 2006, págs. 647-672.

BNP determinó el precio de emisión del bono, sin considerar inicialmente el multiplicador de 50 millones de libras, estableciendo un conjunto de flujos anticipados, $S(t)$, especificados en el contrato y basados en las proyecciones de mortalidad de 2002 realizadas por el departamento actuarial del gobierno inglés. Cada flujo proyectado se obtuvo actualizándolo al LIBOR menos 35 puntos básicos. Entonces, teniendo en cuenta que la curva de tipos de interés elaborada por EIB normalmente se sitúa 15 puntos básicos por encima de la curva de tipos LIBOR, los inversores en este bono pagan 20 (35-15) puntos básicos para cubrir su riesgo de longevidad²³.

El bono sobre longevidad de EIB/BNP nació con tres componentes. La primera de ellas es un bono de supervivencia, emitido por EIB, a tipo de interés variable con un compromiso de pago en euros. La segunda es un swap de tipos de interés entre EIB y BNP Paribas, en el cual EIB paga euros variables a cambio de libras fijas. Esta transacción lleva implícito un acuerdo de pago de $S(t)$ libras de BNP a EIB en concepto de rentabilidad por los euros flotantes y provoca la exposición de EIB y BNP a sus respectivos riesgos de crédito potenciales. Al entrar en este swap, BNP se expone al riesgo de mortalidad cuya cobertura la realiza PARTNER RE quien está calificada por las agencias de rating con AA. Finalmente, la tercera componente es una transacción OTC entre BNP y Partner Re materializada en un swap de mortalidad entre EIB y Partner Re, en el cual EIB cambia las libras fijas por libras flotantes en cada momento de pago hasta el vencimiento del bono. Con esta operación BNP se expone al riesgo de crédito de Partner Re²⁴.

En resumen, el bono sobre longevidad que se está analizando es emitido por EIB y los inversores sólo afrontan la exposición al riesgo de crédito de dicha compañía. A su vez, EIB tiene un compromiso de realizar pagos en libras en función del valor alcanzado por un índice de mortalidad por lo que contrata un swap con BNP para intercambiar este acuerdo por un compromiso de realizar pagos en euros flotantes. Al entrar en este swap, BNP asume una exposición al riesgo de mortalidad que cubre con la reasegurada Partner Re. De esta forma, si Partner Re quiebra BNP tiene un problema mientras que si BNP quien quiebra es EIB la que tiene el problema. Sin embargo, EIB se ha comprometido ya a pagar a los inversores independientemente de que Partner Re o BNP quiebren o no.

Por tanto, los inversores, sólo afrontan el riesgo de crédito de EIB. Pero por otra parte, dichos inversores tienen la protección del acuerdo de repago de EIB quien está calificada con una triple A por las agencias de rating. Al mismo tiempo, EIB tiene la protección del compromiso de BNP para asumir el riesgo de longevidad del bono ya que BNP tiene un rating de crédito de AA y además EIB sabe que BNP ha reasegurado el riesgo con Partner

23 BLAKE, D.; CAIRNS, A. J. G. and Dowd, K., A two-factor model for stochastic mortality with parameter uncertainty, Centre for Risk and Insurance Studies Discussion Paper series, N° VI, 2005.

24 PÉREZ-FRUCTUOSO, M. J. "Cobertura alternativa del riesgo de longevidad a través de bonos y swaps de los mercados de capital", *Gerencia de Riesgos y Seguros*, N° 96, Madrid, 2006, pp. 33-46.

Re. Finalmente, BNP tiene la protección del reaseguro proporcionado por Partner Re cuyo rating es también AA.

En general, como atractivos del bono sobre longevidad emitido por EIB/BNP cabe destacar que sus flujos están diseñados para ayudar a los planes de pensiones a cubrir su exposición al riesgo de longevidad y que el índice de supervivencia se calcula con referencia a las ratios de mortalidad fiables y de fácil obtención. Este hecho favorece que los inversores tengan total acceso a los datos y no se vean afectados por las manipulaciones existentes en las ratios de mortalidad declaradas por compañías de seguros. Además, la tendencia de la mortalidad del Reino Unido está bastante armonizada con la mortalidad de los receptores de rentas lo que ayuda a reducir el riesgo de basa en una cartera de rentas que puede cubrirse mediante una inversión en bonos sobre longevidad.

El bono sobre longevidad de EIB/BNP no fue bien recibido por los inversores y no generó la suficiente demanda para llevar a cabo su lanzamiento, ya que sólo se suscribió parcialmente, por lo que en 2005 se retiró del mercado con el objetivo de rediseñarlo completamente. Algunas de las razones que motivaron el bajo interés del mercado pueden resumirse en las siguientes²⁵:

- Un bono con un horizonte de vencimiento a 25 años proporciona una cobertura menos efectiva que un bono con vencimiento superior. De igual forma, el bono puede resultar en una cobertura menos efectiva para las pensiones asociadas a diferentes cohortes de edad o a mujeres. Esto significa que el bono EIB puede no ser una cobertura particularmente efectiva para el tipo de carteras de rentas para las cuales se ha diseñado y esa consideración puede haber desincentivado la inversión en el mismo de los proveedores de rentas a los que iba dirigido.
- La cantidad de capital requerida en la emisión es alta si se compara con la reducción que se produce en la exposición del riesgo. Esto hace que el bono BNP sea caro como una herramienta de gestión del riesgo.
- El grado de incertidumbre del modelo y el riesgo del parámetro es muy elevado para un bono de esa duración y eso puede provocar que los inversores y emisores potenciales no se sientan cómodos con el bono. En esta situación, incluso en el caso de que los bonos proporcionaran una cobertura perfecta, existiría incertidumbre acerca de precio justo a pagar o cobrar.
- Los usuarios potenciales de este bono pueden percibir que el nivel de riesgo de base es demasiado alto en relación con el precio que se está cobrando por la cobertura. El riesgo de base puede surgir si los beneficiarios de rentas experimentan mejoras de mortalidad más rápidas de lo que se refleja en el índice de toda la población sobre la que se determinan los pagos. Otro factor de riesgo de base es que los pagos en el bono se determinan en función de la longevidad mientras que en la mayoría de las pensiones del mundo real los pagos son escalonados en

25 BLAKE, D.; CAIRNS, A. J. G. and DOWD, K., "Living with mortality: longevity bonds and other mortality-linked securities", *British Actuarial Journal*, vol. 12, 2006, págs. 153-197.

función de la inflación. Otro factor de riesgo de base es la inexactitud de las estimaciones del número de fallecimientos o del número de individuos expuestos al riesgo si este número se basa en las proyecciones poblacionales desde la fecha de realización del último censo.

- El índice subyacente se calcula a partir de tasas de fallecimiento centrales. El uso de estas tasas supone que $S(t)$ subestimarán la verdadera proporción de la cohorte que sobrevive. Una definición más natural para el índice de supervivencia y que evita este sesgo es a partir de las tasas de mortalidad. De esta forma el índice sería $S(t) = S(0) \times (1 - q(2003, 65)) \times (1 - q(2004, 66)) \times \dots \times (1 - q(2002 + t, 64 + t))$ siendo $q(y, x)$ las tasas de mortalidad para la edad x en el año y . Por otra parte para evitar introducir la subjetividad en el cálculo de las tasas de fallecimiento, $q(y, x)$, podría especificarse la aproximación tradicional

$$q(y, x) = \frac{m(x, y)}{\left(1 + \frac{1}{2} m(x, y)\right)}$$

en los términos del contrato o cualquier otro método de inferencia para determinarlas.

3.1.3. Bono de longevidad propuesto por LIN y Cox

LIN y COX (2005)²⁶ proponen un bono similar al emitido por Swiss Re pero centrado en la cobertura del riesgo de longevidad. Su estructura es igual a la de otras emisiones, ya que las titulaciones del ramo de vida siguen las mismas pautas que los bonos sobre catástrofes naturales o CAT Bonds, aunque con algunas diferencias significativas tales como el hecho de que las desviaciones sobre las previsiones de mortalidad pueden ocurrir de forma gradual a lo largo de un determinado periodo, contrariamente a lo que sucede con las pérdidas imprevistas y repentinas de una cartera de daños y responsabilidad civil. Sin embargo, en ambos casos, el asegurador (reasegurador o proveedor de rentas) compra reaseguro a una SVP cuyo objetivo es emitir bonos para colocar en los mercados de capital e invertir la prima de reaseguro y los flujos derivados de la venta de los bonos en activos derivados libres de riesgo. De esta forma, la emisión y el reaseguro trasladan el riesgo desde los aseguradores de vida hasta los inversores quienes toman posiciones en la cobertura del coste derivado del riesgo de longevidad.

En concreto, se considera un asegurador que debe pagar 1.000 u.m. por año y asegurado a l_x tenedores de rentas inmediatas de supervivencia, todos de edad inicial x . Si l_{x+t} denota el número de supervivientes en el año t , y se observa el proceso desde el momento cero, entonces el asegurador pagará un importe aleatorio de $1.000/l_{x+t}$ u. m. a sus asegurados vivos en ese momento. El bono sobre longevidad propuesto por LIN y Cox cubre el riesgo de que esta proporción aleatoria de pagos que ha de realizar el

26 LIN, Y. and COX, S. H., "Securitization of mortality risks in life annuities", *Journal of Risk and Insurance*, vol. 72, 2005, págs. 227-252.

asegurador a sus beneficiarios de rentas exceda un nivel previamente establecido. El asegurador compra seguro de su SPV a cambio de pagar una prima de P u.m. en el momento 0. Este contrato de seguro establece un programa de niveles de desencadenantes fijados X_t tal que la SPV paga al asegurador el valor actual de los pagos sobre el desencadenante. Es decir, el asegurador paga una cuantía igual a $1.000l_{x+t}$ en el año t a sus beneficiarios de rentas, si estos pagos exceden el desencadenante establecido para ese año y recibirá de la SPV el importe de los pagos que excedan al *trigger* hasta una cuantía máxima establecida en el contrato.

Si suponemos que dicha cuantía máxima se determinada con un múltiplo de la tasa de pagos anual, $1.000C$ entonces en cada año $t=1,2,\dots,T$ el asegurador recibe de la SPV un importe B_t determinado a partir de la siguiente fórmula:

$$B_t = \begin{cases} 1.000C & \text{si } l_{x+t} > X_t + C \\ 1.000(l_{x+t} - X_t) & \text{si } X_t < l_{x+t} = X_t + C \\ 0 & \text{si } l_{x+t} \leq X_t + C \end{cases}$$

Los pagos que la aseguradora hace a los beneficiarios de rentas por valor de $1.000l_{x+t}$ en el año t son compensados por el pago positivo B_t del seguro, de forma que:

$$\begin{aligned} \text{Flujo neto del asegurador} &= 1.000l_{x+t} - B_t = \\ &= \begin{cases} 1.000(l_{x+t} - C) & \text{si } l_{x+t} > X_t + C \\ 1.000X_t & \text{si } X_t < l_{x+t} = X_t + C \\ 1.000l_{x+t} & \text{si } l_{x+t} \leq X_t + C \end{cases} \end{aligned}$$

Los bonos sobre mortalidad cubren el mismo riesgo que asume el reasegurador y por tanto, no existe riesgo de base, lo que contrasta con el bono emitido por Swiss Re cuyo desencadenante es un índice poblacional más que una cartera de pólizas de vida de la compañía lo que genera riesgo de base.

A continuación, se detallan los flujos de capitales existentes entre la SPV, los inversores y el asegurador. La SPV paga en total a los inversores en concepto de cupón D_t , de manera que:

$$D_t = \begin{cases} 0 & \text{si } l_{x+t} > C + X_t \\ 1.000C - B_t & \text{si } X_t < l_{x+t} = C + X_t \\ 1.000C & \text{si } l_{x+t} \leq X_t \leq C + X_t \end{cases} \quad \begin{cases} 0 & \text{si } l_{x+t} > C + X_t \\ 1.000(C + X_t - l_{x+t}) & \text{si } X_t < l_{x+t} = C + X_t \\ 1.000C & \text{si } l_{x+t} \leq X_t \end{cases}$$

El valor máximo de l_{x+t} es l_x obtenido en caso de que nadie fallezca pero observando el proceso desde cero, l_{x+t} es una variable aleatoria con valores comprendidos entre 0 y l_x .

Los flujos agregados que debe afrontar la SPV son $B_t + D_t = 1.000C$ cada año hasta el vencimiento y la cuantía del principal, $1.000F$, en el momento del vencimiento del contrato, $t=T$.

4. CONCLUSIONES

Como se ha puesto de manifiesto en las secciones anteriores, el riesgo de longevidad es el principal factor de riesgo en muchos productos de seguros de vida y pensiones. Ello supone que las compañías de seguros de vida estén expuestas al riesgo de que las tasas de mortalidad de los asegurados disminuyan a una velocidad mayor que la utilizada en sus cálculos de primas y reservas. Las rentas de supervivencia son productos de seguros primarios o básicos cuya venta depende fundamentalmente de su precio y cuyos márgenes de beneficios han de mantenerse relativamente bajos para ganar o proteger la cuota de mercado de la compañía que las comercializa. Entonces, si las hipótesis de mortalidad utilizadas para calcular los precios de las rentas están sobrevaloradas (son sobre estimaciones de la situación real), el margen de beneficios de la compañía se ve reducido drásticamente.

La existencia de un mercado para el riesgo de longevidad pasa por la creación de un precio de referencia para dicho riesgo que dé lugar a un mercado de derivados financieros sobre mortalidad consolidado que permita a los participantes en el mismo negociar el riesgo subyacente con menores costes de transacción y mayor liquidez que la existente en un mercado donde se negocia el subyacente. El problema es que el perfil de riesgo de las carteras de seguros de vida puede diferir notablemente del perfil recogido en el índice, generando riesgo de base. Ello se debe a la diferencia entre la edad media de la población utilizada para crear el índice y la edad real de los partícipes del plan y a los factores sociodemográficos distintos a la edad que afectan significativamente a la expectativa de vida de varias poblaciones (sexo, estilo de vida, estado civil, ingresos, etc.)

En este sentido los factores necesarios para la creación de un mercado con tales características pueden resumirse en los siguientes:

- El mercado donde se negocie el subyacente debe tener un elevado volumen de negociación diaria y de posiciones abiertas, mucha liquidez y transparencia de precios.
- Los precios del activo subyacente deben ser lo suficientemente volátiles para crear necesidades de cobertura e intereses especulativos. La demanda de cobertura puede medirse a través del nivel de posiciones abiertas respecto al volumen de negociación, ya que este último excluye a los especuladores que no mantienen posiciones abiertas al cerrarse la negociación diaria. Si dicha ratio es baja, la liquidez del mercado es elevada lo cual es signo inequívoco de un contrato derivado consolidado.

- El subyacente debe ser homogéneo o tener un sistema de calidad bien definido. La homogeneidad implica que diferentes unidades del subyacente sean idénticas.
- El mercado del subyacente no ha de estar concentrado ni en la compra ni en la venta para evitar la manipulación en los precios.
- Los costes de liquidación de los contratos derivados sobre supervivencia han de ser similares a los que se obtienen operando en cualquier otro contrato derivado existente.
- Finalmente, señalar que la consolidación del mercado requiere la participación activa de *hedgers* (cubridores) y especuladores. Los primeros exigen que el derivado sea una herramienta efectiva de reducción del riesgo; los segundos requieren liquidez y volatilidad suficiente para hacer posible la negociación a corto-plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- BLAKE, D. and BURROWS, W., "Survivor bonds: helping to hedge mortality risk", *Journal of Risk and Insurance*, 2001; 68 (2), 339-348.
- BEELDERS, O. and COLAROSSO, D., "Modelling mortality risk with extreme value theory: the case of Swiss Re's mortality-indexed bond", *Global Association of Risk Professionals*, (July/August), 2004; (19) 4, 26-30.
- BLAKE, D.; CAIRNS, A. J. G.; DOWD, K. and MACMINN, R., "Longevity Bonds: Financial Engineering, Valuation and Hedging", *Journal of Risk and Insurance*, 2006; (73), 647-672.
- BLAKE, D.; CAIRNS, A. J. G. and DOWD, K., "Living with mortality: longevity bonds and other mortality-linked securities", *British Actuarial Journal*, 2006; (12), 153-197.
- BLAKE, D.; CAIRNS, A. J. G. and DOWD, K., A two-factor model for stochastic mortality with parameter uncertainty, Centre for Risk and Insurance Studies Discussion Paper series, nº VI, 2005.
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población, Naciones Unidas, *World Population Prospects: The 2006 Revision*, Nueva York, 2007.
- GERBER, H., *Life insurance mathematics*, Springer, Berlin, 1997.
- LIN, Y. and COX, S. H., "Securitization of mortality risks in life annuities", *Journal of Risk and Insurance*, 2005; (72), 227-252.
- PÉREZ-FRUCTUOSO, M. J. "Cobertura alternativa del riesgo de longevidad a través de bonos y swaps de los mercados de capital", *Gerencia de Riesgos y Seguros*, Madrid, 2006; (96), 33-46.
- PÉREZ-FRUCTUOSO, M. J., "La titulación del riesgo catastrófico: descripción y análisis de los *cat bonds* (Bonos de Catástrofes)", *Revista Española de Seguros*, Madrid, 2005; (121), 75-92.
- SWISS RE, Seguros de rentas, una solución privada para el riesgo de longevidad, *Sigma* 3, Suiza, 2007.

