



Life settlements: análisis descriptivo y aspectos cuantitativos

Life settlements: descriptive analysis and quantitative aspects

Jorge De Andrés-Sánchez^a, Laura González-Vila Puchades^{*}

^a Social and Business Research Laboratory. Departamento de Gestión de Empresas. Universidad Rovira i Virgili. Av. de la Universitat 1, 43204 Reus (España) – jorge.deandres@urv.cat – <http://orcid.org/0000-0002-7715-779X>

^{*} Corresponding author: Departamento de Matemática Económica, Financiera y Actuarial. Universidad de Barcelona. Av. Diagonal 690, 08034 Barcelona (España) – lgonzalezv@ub.edu – <http://orcid.org/0000-0003-4824-5894>

ARTICLE INFO

Received 14 November 2019,
Accepted 29 March 2020

Available online 10 December 2020

DOI: 10.5295/cdg.191209lg

JEL CODE: G22

RESUMEN

A *life settlement* es una transacción financiera por la que el tomador de un seguro de vida, pagadero al fallecimiento del asegurado, vende su póliza a un inversor por un precio superior al que obtendría en caso de rescatar dicha póliza. De esta forma, el inversor asume el compromiso de pagar, si existen, las primas pendientes y adquiere el derecho de cobro de la suma asegurada cuando el asegurado fallezca. En el presente trabajo se realiza tanto un análisis descriptivo de este tipo de transacciones, como un estudio de sus principales aspectos cuantitativos. Así, entre otros aspectos, se ofrece una visión general del producto y se describen sus principales actores, la naturaleza de los parámetros que intervienen en su valor y los riesgos asociados en relación a éste. Desde el punto de vista cuantitativo, se introduce una nueva forma de analizar la sensibilidad del precio de un *life settlement* frente a variaciones de la esperanza de vida del asegurado. En efecto, extendemos los indicadores duración y convexidad de Stone y Zissu (2008), que usan un enfoque determinista, al marco analítico que proporciona el método de valoración denominado probabilístico y proponemos medir la sensibilidad del valor de este producto frente a variaciones del multiplicador de la probabilidad de mortalidad del asegurado, y no de su esperanza de vida. Asimismo, se describe la aplicabilidad de las nuevas medidas para la gestión de riesgos.

Palabras clave: Life settlement, Seguro de vida, Esperanza de vida, Análisis de sensibilidad, Multiplicador de mortalidad.

ABSTRACT

A life settlement is a financial transaction by which an existing life insurance policy is sold to an investor for a greater price than its cash surrender value. In this way, the investor undertakes to pay, if any, the outstanding premiums and has the right to receive the death benefit when the insured dies. This work carries out a descriptive analysis of this type of transaction and a study of its main quantitative aspects. Thus, among other aspects, an overview of the product is offered and its main agents, the nature of the parameters involved in its value and the risks related to it are described. In regards to the quantitative point of view, a new way of analysing the sensitivity of the price of a life settlement to changes in the insured's life expectancy is introduced. Indeed, we extend the duration and convexity indicators of Stone and Zissu (2008), which use a deterministic approach, to the analytical framework provided by the probabilistic valuation method. Then, we propose to measure the sensitivity of this product to changes in the insured's mortality multiplier, and not in their life expectancy. The paper also describes the applicability of the new measures for risk management purposes.

Keywords: Life settlement, Life insurance, Life expectancy, Sensitivity analysis, Mortality multiplier.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo analiza un producto del ramo de vida asociado, habitualmente, a personas con una esperanza de vida (EV) inferior a la que podría imputárseles según su edad y sexo: los *life settlements*¹ (LSs). Siguiendo a [Ingraham y Salani \(2004\)](#), los LSs pueden definirse, de forma básica, como la venta de una póliza, por parte del tomador de un seguro de vida en caso de fallecimiento, a un inversor. Éste, por su parte, asume el compromiso de pagar las primas pendientes y adquiere el derecho de cobro de la suma asegurada cuando el asegurado fallezca.

Tal y como señalan [Mendoza y Monjas \(2011\)](#), el volumen de primas brutas de seguros de vida sobre el PIB en España es muy inferior al del promedio de los países de la UE15, EE.UU. o Reino Unido. Además, según indica el [Servicio de Estudios de MAPFRE \(2019\)](#), la evolución del grado de penetración (medido como la ratio entre primas y PIB) del seguro de vida riesgo (asociado únicamente al fallecimiento del asegurado) se sitúa, en nuestro país, en valores muchos menores al del seguro de ahorro (relativo a la supervivencia del asegurado), con un valor del 0,39% en 2018.

Las transacciones de LSs configuran un mercado secundario de pólizas de seguros que permite a los tomadores, si la salud del asegurado presenta una EV por debajo del promedio, vender dichas pólizas anticipadamente por un valor superior al de rescate. Así, el mercado de LSs pone fin al monopsonio de los aseguradores, situación en que son los únicos compradores posibles de sus pólizas emitidas con anterioridad ([Ingraham y Salani 2004](#)). Por otra parte, como afirman [Doherty y Singer \(2003\)](#), el mercado de LSs permite dotar de mayor liquidez a los seguros, lo que acaba generando una mayor demanda y eficiencia en su mercado primario.

La posible implantación de un mercado de LSs en España, analizada detalladamente en [Mendoza y Monjas \(2011\)](#), supone un desafío para el sector asegurador, pero, a la vez, una oportunidad para la expansión de su negocio. Además, la actual situación demográfica (con pirámides poblacionales de tipo romboidal, un incremento a medio plazo sin precedentes de la población jubilada por el acceso de los *baby boomers* a su jubilación, etc.) demanda a este sector a realizar un notable esfuerzo de innovación en los productos del ramo de vida. Por otra parte, si bien un contexto de bajos tipos de interés reduce el atractivo de estos productos ya que su rentabilidad suele estar muy ligada a la de la deuda pública, su capacidad para diseñar estrategias de previsión les proporciona una gran oportunidad para alcanzar más relevancia en el ahorro de las familias. El objetivo de un seguro de vida en el mercado primario consiste en proporcionar protección económica ante el fallecimiento de una persona, no cubrir su longevidad. Sin embargo, la posibilidad de vender la póliza de seguro mediante un LSs proporciona una mayor versatilidad al seguro de vida. En efecto, aparte de cubrir la posibilidad de fallecimiento, este producto puede realizar la función de fondo de ahorro que ha cubierto la contingencia de mortalidad mientras ha sido necesario (hi-

jos menores a cargo del asegurado, hipoteca sobre la vivienda familiar, etc.) y que se revaloriza por encima de su valor de rescate ante una pérdida de salud importante del asegurado que le lleve, incluso, a situaciones de dependencia, lo cual es mucho más probable en edades posteriores a la jubilación. La mayor parte de transacciones de LSs corresponden a contratos de personas jubiladas con una mortalidad por encima de la estándar ([Rosenfeld 2009](#)). De hecho, según [Doherty y Singer \(2004\)](#), las motivaciones que llevan a los tomadores (asegurados) de seguros de vida a liquidarlos vía LSs están vinculadas a la jubilación: se quiere reemplazar la cobertura de fallecimiento, que ya no se considera necesaria, por una renta de jubilación que permita mejorar el nivel de vida; se desea mejorar el cuidado de la salud contratando un seguro de cobertura médica; y, en el caso de enfermedad grave, se pretende acceder a tratamientos médicos novedosos y, probablemente, más costosos que los tradicionales.

El resto del trabajo ha sido estructurado como se indica a continuación. En la sección 2 se ofrece un análisis descriptivo de los LSs que incluye, entre otros aspectos, una visión general del producto, los principales actores en este tipo de transacciones, la naturaleza de los parámetros que intervienen en su valor económico (o, simplemente, valor), los riesgos asociados, etc. La sección 3 se centra en los aspectos cuantitativos de los LSs. Así, se indica cómo se determinan las dos magnitudes que afectan a su valoración (EV y TIR), se describen los tres métodos de determinación del precio de estos acuerdos y, finalmente, se introduce una nueva forma de analizar la sensibilidad de dicho precio frente a variaciones de la EV del asegurado. En efecto, extendemos los indicadores duración y sensibilidad de [Stone y Zissu \(2008\)](#), que usan un enfoque determinista, al marco analítico del método de valoración probabilístico, más correcto desde el punto de vista de la matemática actuarial, y proponemos medir la sensibilidad del valor de un LS frente a variaciones del factor de riesgo que induce modificaciones de la EV y no directamente sobre las posibles variaciones de esta última. Asimismo, reflexionamos sobre la aplicabilidad de dichos indicadores en la medición y control del riesgo. La última sección recoge las conclusiones del trabajo.

2. LIFE SETTLEMENTS: CONCEPTO Y FUNCIONAMIENTO

2.1. Definición y visión general de los life settlements

Un LS es un acuerdo en el que un tomador de un seguro de vida (habitualmente para caso de fallecimiento) transfiere la propiedad de la póliza a un tercero. El comprador adquiere el derecho de cobro de las prestaciones convenidas entre el asegurador y el tomador y la obligación de satisfacer las primas pendientes. En el mercado de LSs más importante, el de los EE.UU., las pólizas que se negocian habitualmente son seguros universales y de vida entera.

Según [Braun et al. \(2019\)](#), el inicio del mercado de LSs en EE.UU. se basa en la sentencia *Grigsby vs. Russell* de 1911 de la Corte Suprema de ese país, que estableció que una póliza de

¹ La traducción literal de *life settlement* es «acuerdo de vida» y así lo traducen [Mendoza y Monjas \(2011\)](#). Dada la inexistencia de este producto en el mercado español, hemos optado por mantener su denominación anglosajona.

vida es un activo que, como cualquier otro, puede venderse por su poseedor a una tercera parte. En cualquier caso, según [Giacalone \(2001\)](#), no es hasta los años 80 del siglo pasado cuando empieza su expansión con los denominados *viatical settlements*² (VSs), denominación que tienen los LSs cuando el asegurado es un enfermo terminal. La epidemia de SIDA iniciada en dicha década, que era entonces una enfermedad incurable y detectable sólo en fase terminal, provocó que los afectados buscaran hacer líquidos sus activos para hacer frente a los costosos e inefectivos tratamientos existentes. La liquidación de las pólizas de vida se realizaba mediante los VSs. [Mac-Minn y Zhu \(2017\)](#) indican que, a partir de los años 90, debido a los avances médicos, el SIDA deja de ser una enfermedad terminal y los VSs sobre dicha enfermedad declinan, empezando entonces el crecimiento de los LSs. En las operaciones de LSs los asegurados no son enfermos terminales, pero sí suelen ser personas mayores de 65 años con circunstancias relativas a su salud que sitúan su EV por debajo del estándar según su edad y sexo ([Giacalone 2001](#)). El estímulo para el tomador por establecer acuerdos LSs, en lugar de ejercer el rescate, viene dado por el mayor precio de venta que puede obtenerse con los primeros, ya que el precio es calculado con la EV real, situada por debajo del promedio. En cambio, el valor de rescate se obtiene a partir de una EV estándar. Así, [Ingraham y Salani \(2004\)](#) afirman que los tomadores pueden llegar a obtener precios de hasta 4,5 veces mayores en el mercado secundario de LSs que con el rescate.

Sin duda, el principal mercado de LSs es el de EE.UU., pero no es el único pues estos acuerdos tienen cierta presencia en otros países tales como Alemania, Reino Unido o Japón ([Gatzert 2010](#); [Mendoza y Monjas 2011](#)). Tampoco es el más antiguo. [Gatzert \(2010\)](#) data la primera transacción de LSs en Reino Unido en el año 1844, fijándose el precio de ésta mediante un procedimiento de subasta.

Asimismo, en varios de estos países los seguros objeto de transacción no son necesariamente los de fallecimiento. Así, en Reino Unido y Alemania las pólizas objeto de negociación suelen ser seguros mixtos (*endowments*) donde el capital de supervivencia puede revalorizarse en función de las ganancias que obtiene el asegurador con la inversión de las primas. En estos seguros una parte o el total de esta revalorización únicamente es realizable en caso de que el seguro no sea cancelado anticipadamente. Si el tomador quiere liquidar anticipadamente (rescatar) el seguro y no quiere perder la revalorización que ha ido consolidando, la única alternativa que se le presenta es la venta del seguro en el mercado secundario. Así, el contrato suscrito en el mercado primario queda en vigor, aunque el propietario final es un inversor y no el tomador original. [Gatzert \(2010\)](#) estima que en Reino Unido los tomadores obtienen

un precio en las ventas de las pólizas un 10-15% superiores a su valor de rescate, mientras que en Alemania esta ganancia ronda el 7%. En este caso, los LSs tienen un bajo componente actuarial y se asemejan a la venta de activos estrictamente financieros como, por ejemplo, participaciones de fondos de inversión. De hecho, tal como indica [Gatzert \(2010\)](#), las motivaciones y el perfil del tomador en los LSs en EE.UU. y en Reino Unido o Alemania son radicalmente diferentes. Mientras que en EE.UU. el originador suele ser una persona mayor de 65 cuya frágil salud le permite liquidar la póliza en condiciones ventajosas y asignar el efectivo obtenido a alternativas que en ese momento pueden tener mayor interés, como por ejemplo³ la contratación de un seguro de asistencia médica, en Alemania y Reino Unido la decisión tiene un carácter meramente financiero como, por ejemplo, hacer frente a deudas o una situación de paro de larga duración.

Centrándose en España, donde actualmente este tipo de acuerdos no existen, [Mendoza y Monjas \(2011\)](#) indican que no hay impedimentos normativos que descarten este tipo de operaciones, ya que nada prohíbe al tomador cambiar al beneficiario de la póliza una vez que ésta se ha iniciado. También señalan que la experiencia del sector asegurador en el manejo de nuevos productos financieros es un acicate para implantar este tipo de acuerdos. Por el contrario, la inexistencia de un mercado de derivados e índices de longevidad es un escollo importante para la implantación de este tipo de operaciones, que necesitan de los derivados sobre vida para modular su riesgo. Asimismo, siguiendo a [Gatzert et al. \(2009\)](#), el desarrollo de los LSs requiere una profundidad del mercado primario de seguro que, tal como sugiere el [Servicio de Estudios de MAPFRE \(2019\)](#) e indican los datos de [Mendoza y Monjas \(2011\)](#), el mercado español no posee, tanto si lo medimos como volumen absoluto de primas como si se mide por la proporción primas/PIB.

En este trabajo nos centramos, únicamente, en los LSs sobre pólizas con prestaciones de fallecimiento en las que el riesgo principal para el inversor que las adquiere es el riesgo de longevidad asociado a que el asegurado viva más de lo que se estimó en el momento de dicha compra.

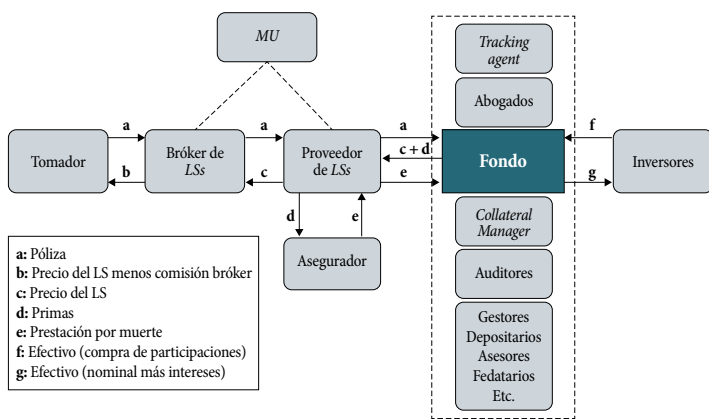
2.2. Procedimiento, actores y viabilidad de los life settlements

La literatura sobre LSs distingue tres mercados: primario, secundario y terciario. En el mercado primario los tomadores contratan una póliza con una compañía de seguros. En el secundario, el tomador vende la póliza a un proveedor de LSs autorizado para operar con este tipo de productos y éste, a su vez, transfiere la póliza a los inversores finales. En el mercado terciario hay compra-venta de contratos de seguros entre inversores. Tal como indican [Jori et al. \(2010\)](#), es común que los proveedores de LSs que adquieren las pólizas movilizan parte de su cartera de seguros mediante su titulización. Así, en este último segmento es tan común la negociación de títulos respaldados por los cobros potenciales de las pólizas originarias como lo es la negociación de pólizas.

² La traducción literal de *viatical* (del latín *viaticum*) *settlement* es «acuerdo viático». Según el diccionario online [Collins \(2019\)](#), *viaticum* tiene dos acepciones aplicables al caso que nos ocupa. La primera es la suma de dinero que se proporciona a una persona para hacer frente a los gastos de un viaje o una tarea. La segunda, eclesiástica, es la Eucaristía que se suministra a los moribundos o las personas en peligro de muerte. Nuevamente, hemos optado por utilizar su denominación anglosajona. <https://www.collinsdictionary.com/es/diccionario/ingles/viaticum>. [Acceso 04/08/2019]

³ Ver [Freedman y Young \(2015\)](#) para una enumeración exhaustiva.

El Gráfico 1 representa el proceso de un LS. Por parte de la venta observamos al *tomador* del seguro que, a través de un *bróker*, buscará en el mercado el mejor precio para su póliza. Su *mediador de seguros* debe haberle informado al contratar la póliza sobre la existencia de los acuerdos LSs como alternativa al rescate. Los intermediarios de la parte compradora son los *proveedores* de LSs que adquieren los seguros en nombre de inversores institucionales (fondos de LSs, fondos especializados en inversiones alternativas, compañías de seguros, etc.). Estos últimos negocian con su cartera en los mercados terciarios.



La complejidad de ejecución de LSs implica la intervención de diversos agentes que facilitan que se desarrolle con las máximas garantías para todas las partes. Un servicio fundamental es el que proporcionan los *medical underwriters*⁴ (MUs), profesionales o empresas especializados en estimar la EV del asegurado, que realizan y venden estimaciones de mortalidad y EV para la valoración de las pólizas. Tanto los brókeres de LSs como los proveedores de LSs compran estas estimaciones para determinar un precio para la póliza. Los MUs hacen las estimaciones de EV utilizando una combinación de expertos como médicos y enfermeras, actuarios de vida, etc. Asimismo, también cumplen su función los *gestores* del pago de primas, comunicando los fallecimientos y haciendo un seguimiento de la salud de las personas aseguradas; los *depositarios* de los documentos que se

⁴ No existe una traducción literal de *medical underwriter* que refleje la labor de este tipo de profesional. Podrían decirse que sus labores principales son dos. Por una parte, en el momento de contratación de una póliza, analiza las condiciones de salud de una persona para determinar si su supervivencia o mortalidad es asegurable y bajo qué términos. Por otra, para una persona ya asegurada, estima su EV en base a las condiciones de salud que hayan aparecido con posterioridad a la contratación de la póliza. El informe de EV, que se ofrece para los mercados secundario y terciario, suele incluir la estimación de la EV, así como la probabilidad de fallecimiento de cada año en función de los factores específicos del asegurado.

generan en los acuerdos; los *asesores legales* independientes; los *fedatarios públicos*; etc.

La descripción del proceso de un LS permite intuir que no todo seguro cuyo asegurado tenga una EV por debajo de la estándar es susceptible de ser negociado en el mercado de LSs. Si bien, la valoración de la póliza a vender en un LS es más favorable desde el punto de vista de las probabilidades utilizadas que la realizada mediante el valor de rescate (pues la primera utiliza unas probabilidades de fallecimiento mayores), dicha valoración se produce a un interés superior al técnico (utilizado para tarifar la póliza y para el cálculo del valor de rescate) y pueden presentarse unas comisiones más elevadas que las asociadas al rescate. Con independencia de que se rescate un seguro o se valore para su venta en el mercado secundario, podemos definir como valor de una póliza contratada hace t años, antes de comisiones, para un asegurado de edad actual x , como:

$$VP_x = \sum_{k=1}^{\omega-x} C_{t+k} (1+r)^{-k} {}_{k-1}q_x - \sum_{k=1}^{\omega-x} P_{t+k} (1+r)^{-k} {}_k p_x \tag{1}$$

donde se considera que el seguro es de vida entera, que la prestación se paga al final del año en que ocurre el fallecimiento del asegurado, que las primas se pagan mientras éste viva y que:

- C_{t+k} y P_{t+k} , prestación por fallecimiento y primas, respectivamente, pagaderas al final del año $t+k$ del contrato;
- r , tipo de interés utilizado en la valoración del contrato, siendo el interés técnico en el caso de rescate y la TIR (rentabilidad esperada) en el caso de LS;
- ${}_{k-1}q_x$, probabilidad de que el asegurado de edad actual x fallezca entre las edades $[x+k-1, x+k]$, usándose la probabilidad estándar en el caso de rescate y la corregida en el caso de LS;
- ${}_k p_x$, probabilidad de que el asegurado de edad actual x llegue vivo a la edad $x+k$, usándose la probabilidad estándar en el caso de rescate y la corregida en el caso de LS;
- ω , infinito actuarial (máxima edad posible según las tablas de mortalidad estándar).

En el caso en que el tipo de interés y las probabilidades utilizadas sean, respectivamente, el interés técnico del asegurador y las probabilidades estándar, VP_x es la provisión matemática pura del seguro, que denotamos por V_x .

Para obtener el importe que el vendedor de la póliza (tomador) obtiene efectivamente, debería deducirse de V_x las comisiones asociadas al rescate o a la venta mediante un LS. Así, el valor de rescate VR_x es aproximado por algunos autores como [Gatzert et al. \(2009\)](#) como:

$$VR_x = V_x \left(1 - \frac{\omega-x}{\omega-x^*} \right) \tag{2}$$

Siendo x^* la edad del asegurado en la fecha de contratación del seguro, es decir, $x^* = x - t$.

Tabla 1
Cuantificación y naturaleza de los parámetros en el valor de rescate y en el valor del LS

Parámetro	Rescate	LS
Primas y prestaciones pendientes	Los pactados entre tomador y asegurador	Los pactados entre tomador y asegurador
Probabilidades de vida y fallecimiento	Basadas en una tabla de mortalidad estándar	Estimadas por un MU. Se calculan ad-hoc para cada póliza susceptible de negociarse en LS corrigiendo una tabla de mortalidad estándar
Tipo de interés de valoración	El tipo técnico asegurador. En muchos países de la OCDE como en España, difícilmente supera el 1%	La rentabilidad negociada entre brókeres y proveedores. Según Januário y Naik (2013) , la TIR suele suponer una prima de riesgo promedio de 1500 puntos básicos sobre la TIR de la deuda pública. No obstante, en Braun y Xu (2019) se comenta que sobre dicha prima inciden numerosos factores que provocan que en el mercado exista una gran variabilidad de la misma
Gastos	Básicamente los de gestión no amortizados. Difícilmente superan el 20% y para pólizas de cierta antigüedad pueden no ser superiores al 5%	Todos los necesarios para soportar la arquitectura de un LS. Suelen ser superiores a los de rescate

Fuente: Elaboración propia a partir de [Rosenfeld \(2009\)](#), [Gatzer et al. \(2009\)](#), [Januário y Naik \(2013\)](#), [Braun y Xu \(2019\)](#) y [Xu \(2019\)](#).

La Tabla 1 muestra la diferente cuantificación y naturaleza de los parámetros que se consideran en (1) y (2), lo que acabará decantando, cuando se busca liquidar anticipadamente el seguro, realizar el LS a partir de su valor económico, VEP_x , definido en (10), o, por el contrario, ejecutar el valor de rescate. Así, tal como indican

[Braun et al. \(2019\)](#), el mercado de LSs tiende a preferir pólizas de duración ilimitada de asegurados con EV reducida. En efecto, la mayor parte de transacciones se realizan en asegurados mayores de 65 años, con salud por debajo de la estándar. Por otra parte, son preferibles seguros con una ratio primas pendientes/prestación reducida. Es decir, los inversores prefieren seguros pactados a prima única a los seguros con prima nivelada, y éstos a seguros con una estructura de primas crecientes. Por otra parte, dado que varios de los gastos asociados a las operaciones de los LSs son fijos e independientes del capital asegurado, la factibilidad de las operaciones de LSs aumenta a medida que aumenta dicho capital.

Caso práctico. A continuación, desarrollamos un caso práctico para un hombre que suscribe un seguro de vida entera, pagadero al final del año de fallecimiento, a la edad de $x^* = 45$ años. La(s) prima(s) se calcula(n) con las Tablas de Mortalidad de la Población Asegurada Española PASEM 2010, un tipo de interés técnico $r = 1,5\%$ y un capital asegurado de 1.000€. La prima única a satisfacer, Π_{45} , se calcula planteando:

$$\Pi_{45} = 1.000 \cdot A_{45} = 1.000 \cdot \sum_{k=0}^{\omega-45} 1,015^{-(k+1)} {}_k|q_{45} = 620,20\text{€}$$

En cambio, la prima prepagable, nivelada o constante, pagadera mientras viva el asegurado, P_{45} , surge de plantear:

$$P_{45} \cdot \ddot{a}_{45} = 1.000 \cdot A_{45} \Rightarrow P_{45} \cdot \sum_{k=0}^{\omega-45} 1,015^{-k} {}_k p_{45} = 1.000 \cdot A_{45} \Rightarrow P_{45} = 23,84\text{€}$$

Con los resultados de la Tabla 2 podemos sopesar hasta qué punto es más favorable para el tomador rescatar o vender la póliza en el momento de cumplir las edades $x = 60, 65, 70$ y 75 . Para el cálculo de la provisión matemática y el valor de rescate se usan las probabilidades de mortalidad anuales estándar. Se ha considerado, sin embargo, que en el momento de venta del seguro estas probabilidades se han de aumentar con un multiplicador de mortalidad, tal como se define en (5), $\beta = 8,85$, como consecuencia de una EV del asegurado por debajo de la promedio. Además, para obtener el valor económico del seguro en el mercado de LSs se usa una TIR del 12%.

Tabla 2
Provisión matemática (V_x), valor de rescate (VR_x) y valor económico (VEP_x) de un seguro vida entera contratado por un hombre a la edad de $x^* = 45$ años, cuando éste cumple $x = 60, 65, 70$ y 75 años

	$x = 60$				$x = 65$			
	V_{60}	VR_{60}	VEP_{60}	$VEP_{60} - VR_{60}$	V_{65}	VR_{65}	VEP_{65}	$VEP_{65} - VR_{65}$
Prima nivelada	357,72	302,43	421,29	118,86	474,41	408,28	528,71	120,43
Prima única	748,54	632,86	512,27	-120,59	793,40	682,81	601,03	-81,78
	$x = 70$				$x = 75$			
	V_{70}	VR_{70}	VEP_{70}	$VEP_{70} - VR_{70}$	V_{75}	VR_{75}	VEP_{75}	$VEP_{75} - VR_{75}$
Prima nivelada	594,59	520,72	674,77	154,05	707,44	630,26	818,48	188,22
Prima única	839,60	735,28	721,71	-13,57	882,97	786,65	840,45	53,80

Nota: V_x y VR_x se han obtenido con las expresiones (1) y (2) y las bases técnicas originales (PASEM 2010 e interés técnico del 1,5%), mientras que VEP_x se ha calculado a partir de (1) con $TIR=12\%$ y un factor multiplicador en las PASEM 2010 $\beta = 8,85$.

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia entre el valor económico del seguro (VEP_x) y su valor de rescate (VR_x), columna $VEP_x - VR_x$, nos da una primera indicación de la posible idoneidad del seguro para ser vendido en *LS*. Un valor negativo, que se da en los seguros pactados a prima única cuando la venta es hasta $x = 70$ años, supone descartar automáticamente la venta del seguro en el mercado secundario. Debemos indicar, sin embargo, que a un seguro pactado a prima única debería repercutírsele en el precio del *LS* un tipo de interés inferior que al que le queden primas por satisfacer⁵. Asimismo, un valor positivo de $VEP_x - VR_x$ no necesariamente supone que el *LS* sea viable, sino que indica el margen que tienen los diferentes intervinientes en una transacción de *LS* para repercutir sus comisiones y costes y que la operación sea factible. Podemos observar que a medida que el asegurado tiene mayor edad, la operación de *LS* parece ser más factible ya que existe un mayor margen para repercutir comisiones.

2.3. Riesgos asociados a los life settlements

Como en cualquier activo financiero, los inversores en *LSs* están expuestos a un conjunto de riesgos que pueden disminuir la rentabilidad inicialmente esperada, es decir, la TIR con la que se halla su precio. Obviamente, la TIR exigida a la póliza aumenta a medida que el riesgo de la póliza sea mayor. El principal riesgo de un *LS* es el *riesgo de longevidad*, debido a la eventualidad de que el asegurado del contrato suscrito en el mercado primario viva por encima de su EV. En este sentido, cabe remarcar que, además de que las estimaciones de las EV por parte de las cuatro empresas más importantes dedicadas a ello en el mercado de EE.UU. (AVS Underwriting, LLC; Fasano Associates, Inc.; ITM TwentyFirst, LLC y Longevity Services, Inc.) no pueden ser consideradas como homogéneas (Xu 2019), es un hecho ampliamente documentado que las estimaciones de los *MUs* sobre las EV se sitúan sistemáticamente por debajo de las reales (Cook y Ezel 2008). Ello explica el porqué, aunque la rentabilidad de los *LSs* suele situarse por encima de la de las acciones (Braun et al. 2012; Giaccotto et al. 2015), ésta se sitúa sistemáticamente por debajo de la TIR de valoración para la compra de las pólizas.

Las razones del sesgo en las estimaciones de las EV de los *MUs* son variadas. Así, Braun et al. (2016) sostienen que tanto proveedores como brókeres ejercen presión para inflar los precios de los *LSs*, lo que facilita la realización de los acuerdos y la obtención de mayores comisiones. Por otra parte, Ruß et al. (2018) sostienen la existencia de *selección adversa* y *riesgo moral*, dado que el mejor conocedor del estado de salud es el propio asegurado. Éste tiene interés en el *LS* cuando su EV es fijada por debajo de la que cree correcta o cuando el valor económico del *LS* es superior al que prevé. En caso contrario, no realiza el *LS*. Es decir, aunque los *MUs* hicieran estimaciones no sesgadas

de las EV, únicamente tienen repercusión en el mercado las que fueron realizadas por debajo de la EV correcta. Por otra parte, puede aparecer riesgo moral cuando el asegurado, una vez vendida su póliza mediante *LS*, queda sin protección del seguro, por lo que se ve incentivado a cuidar mejor de su salud. De hecho, una de las principales motivaciones para pactar *LSs* es la contratación de coberturas de asistencia sanitaria (Freedman y Young 2015).

En cualquier caso, Freedman y Young (2015) y ELSA (2019) indican que a partir del 2008 se registra un mayor conservadurismo en las estimaciones de las EV de los cuatro principales *MUs* de los EE.UU. y unas mediciones de éstas más ajustadas. Así, Bauer et al. (2017) observan con datos de Fasano Associates que, efectivamente, sus estimaciones de EV presentan sesgos hasta el año 2006 pero, a partir de dicho año, no puede rechazarse la hipótesis de que sus estimaciones sean insesgadas.

El *riesgo crediticio* es imputable a que el asegurador que emite las pólizas de seguro de vida sea incapaz, debido a la quiebra, a cumplir con los pagos contemplados en las coberturas. Asociado al riesgo de crédito, nos encontramos con el *riesgo de rescisión*, que se produce cuando el asegurador rescinde unilateralmente la póliza debido a la inexistencia de interés asegurado o de fraude al realizarse su suscripción. Braun et al. (2019) remarcan como un caso especialmente conocido el de Stephen Keller, fundador y propietario de Kelco Inc, empresa dedicada a transacciones con *VSs*. Esta empresa fue declarada culpable de fraude en relación a la contratación masiva de pólizas de vida para enfermos terminales de SIDA que eran conscientes de su situación, a sabiendas de que las compañías de seguros rechazan personas en estado terminal. El fin último era vender dichas pólizas en el mercado de *VSs*. Finalmente, el asegurador pudo inhibirse del pago de las coberturas ya que las pólizas fueron declaradas nulas y Stephen Keller condenado a una pena de 10 años de cárcel. Un tema relacionado es el de las pólizas *STOLI* (Stranger-originated life insurance policies); esto es, pólizas cuya motivación no es un interés asegurable, sino el interés de un tercero en especular sobre la vida de una determinada persona. Según Braun et al. (2019), el concepto de «interés asegurable» tiene precedentes en el siglo XVIII en Reino Unido, cuando se puso de moda entre la burguesía apostar sobre la muerte de celebridades con problemas de salud mediante la contratación de pólizas sobre su vida. Dicha práctica fue prohibida por el parlamento británico en 1774. Debido a lagunas legislativas y un interés de los inversores, las *STOLIs* se fabricaron en masa con el fin de ser negociadas en mercados de *LSs* a mediados de la década de 2000, lo que dio lugar a numerosos debates legales. Actualmente, las *STOLIs* están prohibidas debido a su naturaleza de apuestas en la vida y así, un asegurador puede inhibirse del pago de las prestaciones de una póliza si es capaz de demostrar su naturaleza *STOLI*.

El *riesgo operacional* se manifiesta en las pérdidas resultantes de procesos internos inadecuados o fallidos, errores imputables a personas y sistemas o de eventos externos. En el caso que nos ocupa, y sin ánimo de ser exhaustivos, podemos remarcar el no pagar las primas de las pólizas suscritas a tiempo por lo que la póliza pierde vigor, las tardanzas de la reclamación de las prestaciones de mortalidad por un seguimiento inadecuado del asegurado, o el riesgo de que la compañía de seguros aumente las primas cuando el contrato del seguro lo permite.

⁵ Es un hecho contrastado, tal como señalan Braun y Xu (2019), que la incertidumbre sobre el valor total de las primas que realmente deberá satisfacer el inversor es una de las variables más relevantes para determinar la prima de riesgo que se aplica al interés de actualización. En el caso en que haya una mayor carga de prima pendientes, el riesgo de que el asegurado sobreviva por encima de lo previsto no sólo implica que el capital asegurado se cobre más tarde, sino que además el comprador debe seguir satisfaciendo las primas periódicas previstas. Por tanto, en la práctica, el seguro sin primas pendientes se hubiera valorado con una prima de riesgo significativamente inferior.

Los *LSs* presentan un notable riesgo de liquidez. Sin duda se trata de activos mucho más ilíquidos que los negociados en los mercados financieros convencionales, como acciones, bonos, etc., ya que son activos no estandarizados y se negocian en mercados OTC, donde la concertación de transacciones es más costosa y su transparencia es notablemente inferior (Rosenfeld 2009). ELSA (2019) señala, como más relevantes, dos fuentes de iliquidez. La primera es el retraso en la recepción de las prestaciones por fallecimiento imputable a factores como errores en el seguimiento de la vida del asegurado o por sospechas de la compañía de seguros de la naturaleza ilícita de la póliza. Si la inversión en *LSs* se realiza a través de fondos abiertos, aparece un segundo problema: el que las solicitudes de reembolso sean más altas de lo esperado y no puedan ser satisfechas mediante una venta ordenada de pólizas. En los fondos abiertos, aún en el caso en que no haya un exceso de demanda de solicitudes de reembolso, la liquidación de las participaciones de los partícipes no es especialmente ágil, ya que sólo es permitida en fechas determinadas de periodicidad mensual o trimestral (Braun et al. 2012).

2.4. Implicaciones de los life settlements en los actuantes en los mercados

La aparición de los *LSs* afecta de diferente manera a los implicados en este tipo de operaciones: tomadores de seguros de vida, inversores y aseguradores. Para los tomadores de los seguros de vida, la posibilidad de acceder a un mercado secundario de pólizas supone dotarlas de mayor liquidez y, por tanto, mayor atractivo pues el tomador puede optar entre ejercitar el valor de rescate o el valor de venta mediante un *LS*. Doherty y Singer (2003) indican que desaparece el monopsonio de los aseguradores para la recompra de pólizas de vida y aumenta la eficiencia en su valoración. Dada la naturaleza de las pólizas destinadas al negocio de *LSs*, cuyo asegurado normalmente es una persona jubilada, este mercado secundario redundaría en una mejora del atractivo del seguro de vida como producto de previsión. Así, es lógico suponer que la existencia de un mercado secundario de pólizas de seguro conllevará un aumento de su demanda en el mercado primario (Doherty y Singer 2003; Gatzert 2010).

Desde el punto de vista de los inversores, nos encontramos con un producto que, tal como señalan los trabajos de Braun et al. (2012), Giaccotto et al. (2015) o de The McGriff Alliance (2018), presenta una rentabilidad que en muchos periodos puede ser superior a la correspondiente a los mercados de renta fija y acciones. No obstante, la opinión sobre su riesgo no es coincidente. Así, según Braun et al. (2012) su volatilidad no es superior a la de las acciones mientras que Giaccotto et al. (2015) detectan mucha más volatilidad. Un aspecto positivo para los gestores de carteras de *LSs* es que, dada la naturaleza de los riesgos que afectan a este tipo de activos, básicamente el de longevidad, su rentabilidad no está relacionada con los ciclos económicos, noticias políticas, desastres naturales, etc. y, por tanto, tienen una baja correlación con los activos financieros convencionales. Bajo et al. (2013) muestran empíricamente, dentro del marco analítico del modelo de carteras de Markowitz, que la inclusión de *LSs* en carteras compuestas por activos convencionales mejora su eficiencia en términos de rentabilidad-riesgo. Esto les hace un activo muy interesante dentro de los considerados como «al-

ternativos». La otra cara de la moneda, negativa, es que normalmente las estrategias inversoras son casi siempre consistentes en comprar y mantener (The McGriff Alliance 2018), debido a la dificultad para encontrar contrapartidas en los mercados secundarios y terciarios de *LS* apuntada en Rosenfeld (2009). Otro aspecto relacionado con los *LSs* es la duda ética que plantea su adquisición, que puede interpretarse como una apuesta sobre la fecha de muerte de las personas (Braun et al. 2019).

La inversión en *LSs* suele cubrirse con contratos *q-forward*, bonos y *swaps* de longevidad. De hecho, las noticias que más influyen sobre los precios de los *LSs* son aquellas relacionadas con avances médicos e investigación biotecnológica en el tratamiento de enfermedades. Así, la toma de posiciones inversoras en productos financieros más relacionados con estos hechos, como los bonos de titulización emitidos por empresas de biotecnología, son más eficaces que los derivados sobre longevidad estándar (MacMinn y Zhu 2017).

En el caso de las compañías aseguradoras, el impacto de un mercado secundario ajeno a ellas supone la pérdida de su monopsonio en el proceso de recompra de pólizas (Doherty y Singer 2003). El mercado de rescate de pólizas no es un mercado eficiente, ya que en el cálculo del valor de rescate se utilizan las probabilidades estándares. Esto genera, según Braun et al. (2018), un mecanismo en cierto modo «perverso» según el cual las pérdidas que pueden tener los aseguradores cuando dicho rescate lo realizan personas jóvenes y con una salud por encima del estándar (se les supone una EV por debajo de la que realmente tienen), queda financiado por el valor de rescate que obtienen asegurados senior con un estado de salud delicado, inferior a su valor económico. Para éstos últimos, las pólizas son valoradas con la consideración de una EV estándar y, por tanto, superior a su EV real. Así, paradójicamente, los colectivos más necesitados de protección acaban financiando los valores de rescate de pólizas que tienen un valor económico muy inferior al de rescate. El mercado de *LSs* desvía del mercado de rescate asegurador las pólizas con un valor económico superior al de rescate, pero se siguen rescatando pólizas con un valor económico menor al de rescate. Así, los márgenes de las compañías de vida se reducen por la antiselección que se produce en los rescates de las pólizas. Gatzert et al. (2009) matizan, no obstante, que el desplazamiento de pólizas potencialmente rescatables a potencialmente vendidas depende del tipo de prima pactada, si es única o periódica y del tiempo de permanencia de la póliza en la cartera.

El mercado de *LSs* puede provocar problemas de antiselección, riesgo moral y fraude que lleve a producir en el mercado primario un aumento de asegurados con salud por debajo del promedio cuyo objetivo es revender la póliza en el mercado de *LS*. Este impacto supuestamente negativo sobre el negocio asegurador ha propiciado comportamientos obstruccionistas y de boicot contra el mercado de *LSs* (Doherty y Singer 2003) y, según Braun et al. (2019), advertencias sobre la posibilidad de que los tomadores con menores recursos se vean desplazados del mercado primario por el consecuente aumento de precios.

En cualquier caso, en opinión de Doherty y Singer (2003), la existencia de un mercado secundario de cierta magnitud acaba siempre beneficiando a todos los participantes del mercado primario, tanto por el aumento de la transparencia en la formación de precios, como por el incremento de la demanda. La literatura

remarca diversos efectos positivos para los aseguradores imputables a la presencia del mercado de *LSs*. *Gatzert et al. (2009)* indican que un aumento de los volúmenes en el mercado primario supone, per se, una gran posibilidad de ampliar la penetración del negocio asegurador. *Rosenfeld (2009)* detecta a partir de mediados de la década de los 2000 que muchas compañías de vida se implican en el mercado de *LSs* ya que entienden que proporcionan valor a sus clientes y, asimismo, la inversión en pólizas suscritas por otros aseguradores permite cubrir, vía diversificación, sus propios riesgos. En su trabajo también señala que las compañías de seguros, debido a su experiencia, tienen una ventaja competitiva en la inversión en *LSs*. De hecho, tal como indica *The McGriff Alliance (2018)*, las compañías de seguros son actualmente unos de los mayores compradores de *LSs* lo que, aparte de poder entenderse como una inversión, puede formar parte de una política de cobertura de sus pólizas emitidas (*Wang et al. 2011*). *Gatzert (2010)* remarca que el hecho de que una póliza sea transferida al mercado de *LSs* asegura a la compañía de seguros que ésta no será rescatada antes de su vencimiento, disminuyendo así su riesgo de liquidez. En cualquier caso, la existencia de un mercado secundario de pólizas de seguros obliga a las compañías de seguros a innovaciones en la gestión y creación de coberturas. *Braun et al. (2018)* proponen medidas encaminadas al acercamiento del valor de rescate y el económico de las pólizas, tanto en aquellas con un valor económico superior como en las que lo tienen inferior. También proponen en aquellas pólizas que contemplan el incremento en las primas pendientes su limitación, ya que en muchas ocasiones estos incrementos provocan que el tomador, ante la imposibilidad de continuar con la póliza, acabe vendiéndola. *Rosenfeld (2009)* sostiene que la capacidad de realizar predicciones de longevidad ajustadas a la situación individual del asegurado, las posibilidades inherentes a las inversiones de las primas en un contexto de gran desarrollo de los mercados financieros y la aplicación de la tecnología, ofrecen una oportunidad a la industria de seguros de vida para crear nuevos productos financieros basados en la longevidad que estén estrechamente adaptados a las necesidades del consumidor. Por su parte, *Gatzert (2010)* sugiere algunas alternativas como ofrecer la posibilidad de avanzar parcialmente las prestaciones de fallecimiento en casos como una enfermedad grave o la opción de obtención de rentas de supervivencia ajustadas a la salud real del asegurado contra el valor económico de la póliza de vida.

3. ASPECTOS CUANTITATIVOS EN LA VALORACIÓN DE LIFE SETTLEMENTS

3.1. Ajuste de la esperanza de vida del asegurado y de la TIR

La ecuación de valoración (1) muestra que los dos parámetros claves en la obtención del valor de un seguro de vida para su venta en *LS* son la mortalidad específica del asegurado candidato a vender su póliza, que se plasma en una EV o unas tasas de mortalidad no estándares; y el tipo de interés de valoración (TIR o rentabilidad esperada) utilizado.

Referente a la estimación de la EV, el tomador que quiere liquidar su póliza en el mercado de *LSs* debe obtener un certifi-

cado de un *MU* con la EV del asegurado de dicha póliza y la tabla de mortalidad aplicable a su caso. En el Gráfico 2 se muestra el proceso que siguen dos de los principales *MUs* de EE.UU. (ITM TwentyFirst, LLC y AVS Underwriting, LLC) para emitir un certificado de EV. El *MU* usa el historial médico del asegurado, que se plasma en un formulario de salud, y adicionalmente puede requerir determinados análisis e informes clínicos que completen la declaración realizada. Con estos inputs, el *MU* debe cuantificar hasta qué punto la mortalidad del candidato es diferente a la estándar. Así, el *MU* finalmente obtiene, a partir de una tabla de mortalidad estándar, otra modificada que se adapta a la situación personal de salud y estilo de vida del asegurado y, de esta nueva tabla, su EV asociada. *Olivieri (2006)* muestra diferentes alternativas que la literatura ha propuesto para modificar las tablas de mortalidad estándar en la tarificación de los seguros de vida. Así, si denominamos q_x la probabilidad de que un asegurado de edad x fallezca antes de alcanzar la edad $x + 1$ y q_x^* su homóloga modificada para el individuo cuya situación le hace susceptible de presentar una EV diferente a la estándar:

$$q_x^* = \alpha + \beta q_x \tag{3}$$

$$q_x^* = q_{x+k} \tag{4}$$

Obsérvese que en (3) q_x^* es una función lineal de la probabilidad estándar q_x . Asimismo, la probabilidad modificada de fallecimiento q_x^* en (4) se obtiene aumentando la edad actual del asegurado k años, como resultado de estimar que su EV reducida se corresponde con la de una persona de edad $x + k$.

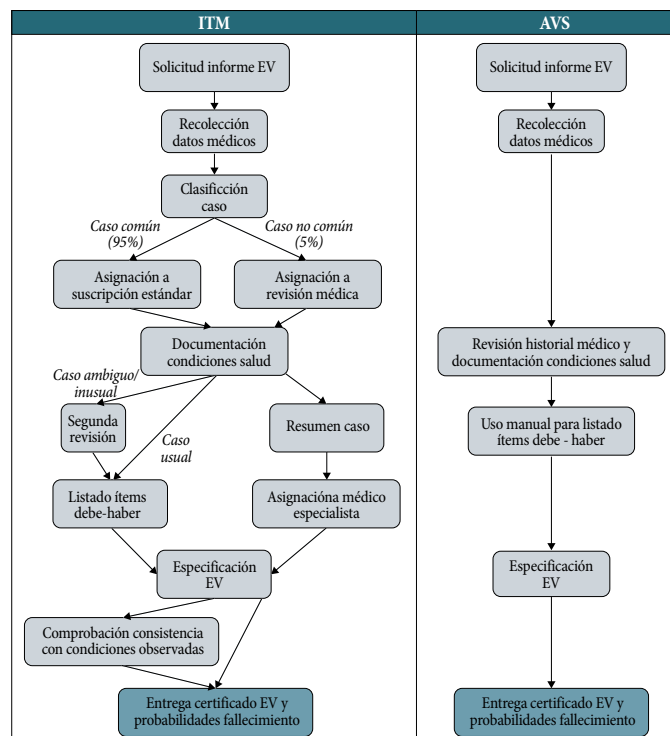


Gráfico 2
Proceso que siguen dos *MUs* (ITM TwentyFirst, LLC y AVS Underwriting, LLC) en la elaboración de certificados de EV

Fuente: Elaboración propia a partir de *Xu (2019)*.

En el campo de los LSs, (3) es especialmente relevante. Siguiendo a [Brockett et al. \(2013\)](#), [Dolan \(2019\)](#) o [Xu \(2019\)](#) lo más común por los MUs es adoptar (3) con $\alpha = 0$ y $\beta = 1 + \gamma$, recogiendo γ el incremento de mortalidad debido a la situación personal del asegurado. En la literatura, β se denomina comúnmente *multiplicador de mortalidad*. Así, γ , tal como explican [Dolan \(2019\)](#) y [Xu \(2019\)](#) se ajusta mediante un método de debe (ante factores negativos para la vida del asegurado) y haber (cuando en la evaluación médica se detectan factores positivos). Se incrementa γ ante circunstancias tales como, por ejemplo, hipertensión, consumo habitual de alcohol, etc. Análogamente, se disminuye γ ante factores como un estilo de vida activo, ausencia de antecedentes de tumores malignos en la familia, etc. En el desarrollo de esta evaluación, tal como señala [Dolan \(2019\)](#), se utiliza la propia experiencia del MU recogida en un manual de operaciones, pero también cobra gran importancia la revisión bibliográfica de estudios médicos y demográficos en revistas científicas y la consulta de bases de datos. Una implementación muy habitual e intuitiva, según [Pitacco \(2019\)](#), es el denominado como *numerical rating system*. Dados m factores se cuantifica como $\gamma = \sum_{j=1}^m \rho_j$ donde ρ_j supone un débito o un crédito en la mortalidad debida a la valoración realizada sobre el ítem j . Así, (3), queda expresado como:

$$q_x^* = \beta q_x = \left(1 + \sum_{j=1}^m \rho_j\right) q_x \tag{5}$$

Y dado que $0 \leq q_x^* \leq 1$, debe cumplirse que $-1 < \sum_{j=1}^m \rho_j < \frac{1}{q_x} - 1$.

No obstante, como es posible que esta desigualdad no se cumpla en todas las edades que puede tomar el asegurado en la tabla de mortalidad estándar que sirve de base, [Xu \(2019\)](#) propone:

$$q_{x+t}^* = \min \left\{ 1, \left(1 + \sum_{j=1}^m \rho_j\right) q_{x+t} \right\}, t = 1, 2, \dots, \omega - x \tag{6}$$

A partir de las probabilidades de fallecimiento q_{x+t}^* , $t = 1, 2, \dots, \omega - x$, podemos hallar la probabilidad no estándar de que el asegurado de edad x sobreviva k años como:

$${}_k p_x^* = \prod_{t=0}^{k-1} (1 - q_{x+t}^*) \tag{7}$$

y así, la EV del asegurado es:

$$e_x^* = \sum_{k=1}^{\omega-x} {}_k p_x^* = \sum_{k=1}^{\omega-x} \prod_{t=0}^{k-1} (1 - q_{x+t}^*) \tag{8}$$

En el Gráfico 3, partiendo de la tabla de mortalidad base PASEM 2010, se muestra la distribución estándar y la modificada del número de años enteros de vida restantes para un hombre de edad 65 años para el que se suponen dos factores de riesgo. El primero es un cáncer hipofaríngeo localizado que, según la [American Cancer Society \(2019\)](#), tiene una tasa relativa de supervivencia a 5 años del 52%; es decir, la probabilidad de supervivencia del afectado es un 52% de la que le correspondería en una tabla estándar. Dado que en la PASEM 2010 ${}_5 p_{65} = 0,9227$, el aumento de la tasa de mortalidad a 1 año por este factor, ρ_1 , se halla despejando de $\prod_{t=0}^4 [1 - (1 + \rho_1) q_{65+t}] = 0,52 \cdot 0,9227$, de donde

$\rho_1 = 7,54$. El segundo factor es su afición al salto base que supone⁶ una probabilidad de fallecimiento de $1/60 = 0,0167$. Dado que según las tablas estándar $q_{65} = 0,012703$, el incremento de la probabilidad de fallecimiento debido a la afición a dicho deporte es $\rho_2 = (0,0167 - 0,012703)/0,012703 = 0,31$. Así, una estimación intuitiva del multiplicador β en (5) sería $\beta = 1 + 7,54 + 0,31 = 8,85$.

Referente al tipo de actualización de los LSs (TIR), siguiendo a [Januário y Naik \(2013\)](#) y [Braun y Xu \(2019\)](#), podemos separar el tipo de interés libre de riesgo, que es asimilable al interés técnico legal y se calcula a partir del rendimiento de la deuda pública; de la prima de riesgo (PR). La parte fundamental de la TIR de los LSs es imputable a este último componente en unas proporciones respecto al tipo libre de riesgo positivo que oscilan entre el 10 a 1 y 20 a 1.

[Braun y Xu \(2019\)](#) identifican los determinantes en la PR que recoge la Tabla 3.

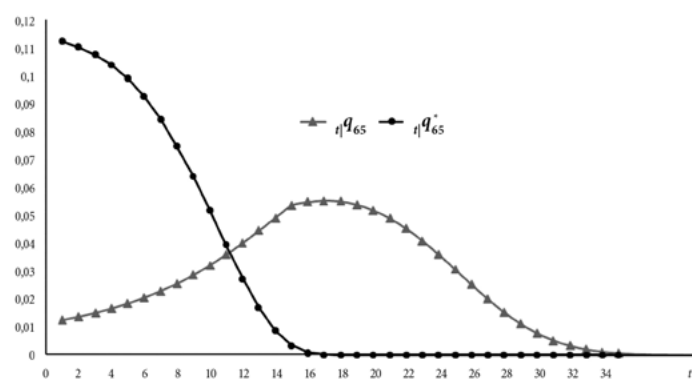


Gráfico 3
Número de años de vida pendientes para un hombre de edad 65 años con la tabla PASEM 2010 estándar y la modificada por un multiplicador $\beta = 8,85$.

Nota: La EV estándar es $e_{65} = 15,41$ años y la modificada $e_{65}^* = 4,60$ años.
Fuente: Elaboración propia.

⁶ Extraído del artículo de prensa [Bermejo, D., 2018](#). Éstas son las probabilidades que tienes de morir haciendo deporte o jugando a videojuegos... y no son las que esperas. *El Mundo*, 5 de noviembre de 2018.

Tabla 3
Determinantes de la prima de riesgo en los LSs

Variable	Relación respecto a la variable	Comentarios
EV	Decreciente respecto a la EV (y creciente con el riesgo de longevidad)	Una menor EV supone un mayor riesgo de que el contrato se extienda por encima de dicha EV
Capital de fallecimiento	Creciente	Un mayor capital asegurado se asocia a personas con mayor poder adquisitivo y mayor cultura, lo que supone una capacidad superior para acceder a asistencia sanitaria y una mayor concienciación respecto a hábitos saludables
Dispersión entre las estimaciones de los MUs sobre la EV	Creciente	En los LSs la práctica habitual es demandar al menos dos evaluaciones independientes sobre la EV del asegurado. Una mayor diferencia de criterio implica una mayor incertidumbre sobre la finalización del seguro
Fase de negociación (secundario vs. terciario)	Decreciente	La PR es superior en el mercado secundario que en el terciario debido a que es en el primero donde se materializa el problema de la selección adversa
Edad del asegurado	Creciente	En los asegurados de mayor edad es más difícil realizar predicciones precisas sobre la mortalidad debido a la mayor escasez de datos
Volumen de primas pendientes de pagar	Creciente	La PR es superior en los seguros pactados a prima nivelada que los pactados a prima única; y menor en aquéllos que en los pactados a primas naturales o crecientes
Calificación crediticia del asegurador	Decreciente	La PR disminuye con la mejora de la calificación crediticia del asegurador, pues existe un menor riesgo de crédito
Antigüedad de la póliza	Decreciente	Una menor antigüedad de la póliza supone una mayor probabilidad de que ésta no haya sido contratada con un interés asegurable (sea una STOLI) o una póliza contratada fraudulentamente y, por tanto, rescindible por la compañía de seguros
Riesgo de liquidez	Creciente	Los mercados secundarios y terciarios de seguros son notablemente ilíquidos

Fuente: Elaboración propia a partir de Braun y Xu (2019).

3.2. Determinación del precio de un life settlement

Siguiendo a Zollars *et al.* (2003), Lubovich *et al.* (2008) y Brockett *et al.* (2013), diferenciamos tres metodologías de determinación del valor (o precio) de un LS: determinista, probabilística y estocástica. La valoración determinista conceptualiza el seguro como una operación financiera cierta cuya finalización se ubica en la EV, (8). Así, el valor económico determinista para el seguro asociado a una persona de edad x , VED_x , suponiendo una EV e_x^* y para una TIR dada, es:

$$VED_x = \frac{C_{x+e_x^*}}{(1+TIR)^{e_x^*}} - \sum_{k=1}^{e_x^*} \frac{P_{x+k}}{(1+TIR)^k} \tag{9}$$

Por tanto, para aplicar (9) nos basta, una vez se ha fijado el tipo de interés de valoración, conocer la EV indicada en el informe del MU. Esta metodología se empleó sobre todo al inicio del mercado de VSs, que tienen una duración esperada más baja que los LS y para los que la determinación de la EV se podía hacer de forma bastante precisa. No obstante, siguiendo a Lubovich *et al.* (2008), (9) presenta como principal problema que la estructura de primas/prestaciones contempladas a partir de la EV queda sin ser valorada cuando, realmente, son cantidades que el comprador de LS finalmente puede llegar a pagar/cobrar. Brockett *et al.* (2013) indican que, merced a la desigualdad de Jensen, esta metodología minusvalora el valor económico del contrato.

El segundo método valorativo es el que la literatura denomina como probabilístico. En este caso, todos los flujos de caja que pueden llegar a ser cobrados y pagados quedan contemplados siendo ponderados por la probabilidad de su ocurrencia. La ecuación (1) se ha formulado siguiendo este principio. Así, el valor económico probabilístico para un asegurado de edad x , VEP_x , es:

$$VEP_x = \sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{C_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_{k-1|}q_x^* - \sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{P_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_k p_x^* \tag{10}$$

Se trata de la fórmula de valoración más aceptada del mercado y la que viene en manuales operativos de empresas del sector (ver, por ejemplo, AA-Partners Ltd. 2017).

El tercer método valorativo es el denominado como estocástico. En este caso, se parte de la variable aleatoria *Años de vida enteros para el asegurado de edad actual* x , T_x^* , que puede obtenerse a partir de la tabla de mortalidad modificada que corresponde al asegurado. Los posibles resultados de T_x^* son $\{0, 1, 2, \dots, \omega - x - 1\}$ con probabilidades respectivas $\{q_{x^*}^*, {}_1|q_{x^*}^*, {}_2|q_{x^*}^*, \dots, {}_{\omega-x-1}|q_{x^*}^*\}$. Así, T_x^* induce la variable aleatoria valor económico estocástico, VEE_x :

$$VEE_x = \frac{C_{t+T_x^*+1}}{(1+TIR)^{T_x^*+1}} - \sum_{k=1}^{T_x^*} \frac{P_{t+k}}{(1+TIR)^k} \tag{11}$$

En cualquier tratado de matemática actuarial, como Gerber (1995), se comprueba que la esperanza matemática de la variable aleatoria VEE_x coincide con el valor económico probabilístico, VEP_x . No obstante, el enfoque estocástico permite, además, obtener indicadores relacionados con el riesgo de longevidad, realizar análisis de riesgos para carteras de LSs mediante simulación de Montecarlo (por ejemplo, con la determinación de percentiles), etc.

Tabla 4
Expresiones del valor económico de un LS para estructuras comunes de seguros de vida entera

Enfoque	Prima nivelada	Prima única
Determinista	$VED_x = \frac{C}{(1+TIR)^{e_x^*}} - \sum_{k=1}^{e_x^*} \frac{P}{(1+TIR)^k} = \frac{C}{(1+TIR)^{e_x^*}} - Pa_{e_x^* TIR}$	$VED_x = \frac{C}{(1+TIR)^{e_x^*}}$
Probabilístico	$VEP_x = \sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{C}{(1+TIR)^k} {}_{k-1}q_x^* - \sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{P}{(1+TIR)^k} {}_k p_x^* = CA_x^* - Pa_x^*$	$VEP_x = CA_x^*$
Estocástico	$VE_x = \frac{C}{(1+TIR)^{T_x+1}} - Pa_{T_x TIR}$	$VE_x = \frac{C}{(1+TIR)^{T_x+1}}$

Nota: A_x^* y a_x^* representan que las estructuras actuariales han sido evaluadas con las probabilidades modificadas y la TIR.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se ofrecen las expresiones particulares del valor económico de un LS correspondiente a un seguro de vida entera que se obtienen con los tres enfoques, en el caso de primas anuales niveladas pagaderas de forma vencida mientras viva el asegurado, P , y prima única, siendo la prestación por muerte constante y de importe C .

3.3. Evaluación de la sensibilidad del valor de los life settlements ante variaciones de la esperanza de vida

A continuación, desarrollamos dos medidas que permiten evaluar la sensibilidad del valor de LSs ante modificaciones del valor inicial del multiplicador de mortalidad que determina la EV. Como se comentó, dicho multiplicador puede interpretarse como un sumatorio de factores de riesgo. Por tanto, su variación puede ser debida tanto a factores imputables a circunstancias sobrevenidas desde el inicio del LS (por ejemplo, una mejora en el tratamiento de las enfermedades a las que está sujeto el asegurado o un cambio en sus hábitos), como a aspectos imputables a una incorrecta valoración del multiplicador. En efecto, ya se vieron diferentes factores que pueden provocar una incorrecta valoración de la EV, por parte de los MUs, con un sesgo a la baja. Las medidas propuestas son análogas a la duración y la convexidad respecto al tipo de interés.

Stone y Zissu (2008) y Jori et al. (2010) exponen el concepto de duración y convexidad respecto a la EV partiendo de una modelización del precio del LS determinista. Basándose en estos resultados, Ortiz et al. (2008) construyen una medida que permite sopesar la influencia de los cambios de la EV sobre la duración respecto al tipo de interés. No obstante, ya comentamos que, si bien, el enfoque de valoración determinista fue ampliamente utilizado en el mercado de VSs, con pólizas de muy corta maduración, el estándar en el mercado para los LSs es utilizar el enfoque de valoración probabilístico. Por ello, el resto del presente trabajo únicamente considerará este enfoque hablando, por simplicidad, de valor económico (en lugar de valor económico probabilístico). Se

ha de indicar que el planteamiento que se va a exponer es, en cierto modo, cercano al expuesto en los trabajos de Wang et al. (2010) y Li y Luo (2011). En efecto, en el primer trabajo, los autores conceptualizan la duración y convexidad frente a cambios de los tantos de mortalidad instantáneos. Por su parte, Li y Luo (2012) extienden el concepto de duración direccional de Ho (1992) a las variaciones de las probabilidades de fallecimiento.

Así, definimos la medida de duración asociada a cambios en el multiplicador de las tasas de mortalidad, DM_x , como:

$$DM_x = \frac{\frac{\partial VEP_x}{\partial \beta}}{VEP_x} \tag{12}$$

Para determinar $\frac{\partial VEP_x}{\partial \beta}$ partimos de que, según (5) y (7):

$${}_k p_x^* = \prod_{t=0}^{k-1} (1 - q_{x+t}^*) = \prod_{t=0}^{k-1} (1 - \beta q_{x+t}) \tag{13}$$

luego:

$$\frac{d {}_k p_x^*}{d \beta} = - \sum_{t=0}^{k-1} q_{x+t} \prod_{j=0, j \neq t}^{k-1} (1 - \beta q_{x+j}) = - \sum_{t=0}^{k-1} q_{x+t} \frac{{}_k p_x^*}{p_{x+t}^*} = - {}_k p_x^* \sum_{t=0}^{k-1} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*} \tag{14}$$

donde:

$${}_k p_x^{*'} = {}_k p_x^* \sum_{t=0}^{k-1} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*} \tag{15}$$

puede interpretarse como la corrección de la probabilidad de supervivencia modificada ${}_k p_x^*$ con el coeficiente $\sum_{t=0}^{k-1} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*}$.

Por otra parte, como la probabilidad de fallecimiento ${}_{k-1}q_x^*$ puede escribirse como ${}_{k-1}q_x^* = q_{x+k-1}^* \cdot {}_{k-1}p_x^*$ y ${}_{k-1}p_x^* = \prod_{t=0}^{k-2} (1 - \beta q_{x+t})$, observamos:

$$\frac{d{}_{k-1}q_x^*}{d\beta} = q_{x+k-1}^* \prod_{t=0}^{k-2} (1 - \beta q_{x+t}) - \beta q_{x+k-1}^* \sum_{t=0}^{k-2} q_{x+t} \prod_{j=0, j \neq t}^{k-2} (1 - \beta q_{x+j}) =$$

$$= q_{x+k-1}^* \cdot {}_{k-1}p_x^* - \beta q_{x+k-1}^* \cdot {}_{k-1}p_x^* \sum_{t=0}^{k-2} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*} = q_{x+k-1}^* \cdot {}_{k-1}p_x^* \left[1 - \beta \sum_{t=0}^{k-2} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*} \right]$$

Luego:

$$\frac{d{}_{k-1}q_x^*}{d\beta} = \frac{{}_{k-1}q_x^*}{\beta} \left[1 - \beta \sum_{t=0}^{k-2} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*} \right] = {}_{k-1}q_x^* \left[\frac{1}{\beta} - \sum_{t=0}^{k-2} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*} \right] \tag{16}$$

Así:

$${}_{k-1}q_x^{*'} = {}_{k-1}q_x^* \left[\frac{1}{\beta} - \sum_{t=0}^{k-2} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*} \right] \tag{17}$$

puede también interpretarse como una corrección de la probabilidad de fallecimiento modificada ${}_{k-1}q_x^*$.

Por tanto, $\frac{\partial VEP_x}{\partial \beta}$ se halla aplicando los valores asimilables a probabilidades ${}_{k-1}q_x^{*'}$ y ${}_{k-1}p_x^{*'}$ como:

$$\frac{\partial VEP_x}{\partial \beta} = \sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{C_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_{k-1}q_x^{*' } + \sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{P_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_k p_x^{*' } \tag{18}$$

Y, finalmente, sustituyendo (18) en (12) obtenemos DM_x :

$$DM_x = \frac{\sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{C_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_{k-1}q_x^{*' } + \sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{P_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_k p_x^{*' }}{\sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{C_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_{k-1}q_x^* - \sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{P_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_k p_x^*} \tag{19}$$

A partir de (12) podemos aproximar las variaciones del valor económico del LS, VEP_x , ante variaciones del multiplicador β , como:

$$\Delta VEP_x \approx VEP_x \cdot DM_x \cdot \Delta \beta \tag{20}$$

Si se desea tener una aproximación más precisa que la obtenida con (20) se debe utilizar la segunda derivada del valor económico respecto a β obteniéndose, así, una medida de tipo convexidad. En este trabajo introducimos una medida de con-

vexidad asociada a cambios en el multiplicador de las tasas de mortalidad que se basa en la convexidad respecto a la de la EV de Stone y Zissu (2008), CM_x :

$$CM_x = \frac{\frac{\partial^2 VEP_x}{\partial \beta^2}}{VEP_x} \tag{21}$$

Para determinar $\frac{\partial^2 VEP_x}{\partial \beta^2}$ consideramos (14) y (16), obteniéndose:

$$\frac{d^2 {}_k p_x^*}{d\beta^2} = {}_k p_x^{*''} = {}_k p_x^* \left(\sum_{t=0}^{k-1} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*} \right)^2 - {}_k p_x^* \sum_{t=0}^{k-1} \frac{(q_{x+t})^2}{(p_{x+t}^*)^2} =$$

$$= {}_k p_x^* \left[\left(\sum_{t=0}^{k-1} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*} \right)^2 - \sum_{t=0}^{k-1} \frac{(q_{x+t})^2}{(p_{x+t}^*)^2} \right] \tag{22}$$

$$\frac{d^2 {}_{k-1}q_x^*}{d\beta^2} = {}_{k-1}q_x^{*''} = {}_{k-1}q_x^* \left[\frac{1}{\beta} - \sum_{t=0}^{k-2} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*} \right]^2 - {}_{k-1}q_x^* \left[\frac{1}{\beta^2} + \sum_{t=0}^{k-2} \frac{(q_{x+t})^2}{(p_{x+t}^*)^2} \right] =$$

$$= {}_{k-1}q_x^* \left[\left(\sum_{t=0}^{k-2} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*} \right)^2 - \frac{2}{\beta} \sum_{t=0}^{k-2} \frac{q_{x+t}}{p_{x+t}^*} - \sum_{t=0}^{k-2} \frac{(q_{x+t})^2}{(p_{x+t}^*)^2} \right] \tag{23}$$

Así, $\frac{\partial^2 VEP_x}{\partial \beta^2}$ puede valorarse con una expresión similar a (18) considerando los valores asimilables a probabilidades ${}_{k-1}q_x^{*''}$ y ${}_k p_x^{*''}$:

$$\frac{\partial^2 VEP_x}{\partial \beta^2} = \sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{C_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_{k-1}q_x^{*''} + \sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{P_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_k p_x^{*''} \tag{24}$$

Entonces:

$$CM_x = \frac{\sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{C_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_{k-1}q_x^{*''} + \sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{P_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_k p_x^{*''}}{\sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{C_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_{k-1}q_x^* - \sum_{k=1}^{\omega-x} \frac{P_{t+k}}{(1+TIR)^k} {}_k p_x^*} \tag{25}$$

Por tanto, la aproximación (20), al añadir el término asociado a la medida de convexidad, se convierte en:

$$\Delta VEP_x \approx VEP_x \cdot \left[DM_x \cdot \Delta \beta + \frac{1}{2} CM_x (\Delta \beta)^2 \right] \tag{26}$$

Para los casos comunes de seguros pactados a prima nivelada, P , y a prima única, con prestación por muerte constante y de importe C , las expresiones de los indicadores de sensibilidad vienen dados por las expresiones recogidas en la Tabla 5.

Tabla 5
Expresiones particulares de las medidas de sensibilidad del valor económico de un LS para estructuras comunes de seguros de vida entera

	Prima nivelada	Prima única
DM_x	$\frac{CA_x^{*'} + Pa_x^{*'}}{CA_x^* - Pa_x^*}$	$\frac{A_x^{*'}}{A_x^*}$
CM_x	$\frac{CA_x^{*''} + Pa_x^{*''}}{CA_x^* - Pa_x^*}$	$\frac{A_x^{*''}}{A_x^*}$

Notas: (a) * representa que las estructuras actuariales se han calculado con las probabilidades modificadas y la TIR. (b) (') y ('') denotan que dichas estructuras han sido evaluadas con los valores asimilables a probabilidades de vida y fallecimiento ${}_kP_x^{*'}, {}_{k-1}q_x^{*''}$ y ${}_kP_x^{*''}, {}_{k-1}q_x^{*''}$, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

Caso práctico. Las Tablas 6 y 7 permiten sopesar la precisión de la aplicación de los conceptos de duración y convexidad respecto al multiplicador de mortalidad β en la variación del valor económico del LS para el seguro suscrito a primas niveladas del caso práctico de la Sección 2.2.

Tabla 6
Características del seguro analizado, valor económico según la edad a la venta y sensibilidad de dicho valor respecto a cambios en el multiplicador β

Seguro de vida entera				
Edad del asegurado en la suscripción: 45 años				
Interés técnico: 1,5%				
Tablas de mortalidad: PASEM 2010				
Capital de fallecimiento: 1.000€				
Prima anual: 23,84€				
Edad a la venta en LS	60	65	70	75
VEP _x inicial ($\beta=8,85$ y TIR=12%)	421,29	528,71	674,77	818,48
DM_x	0,0689	0,0513	0,0360	0,0234
CM_x	-0,0068	-0,0058	-0,0048	-0,0036

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7
Variación del valor económico de los LSs ante variaciones del multiplicador β

	Nueva EV ante variaciones del multiplicador						
$x \Delta \beta$	-2	-1	-0,5	0	0,5	1	2
60	8,59	7,11	6,81	6,53	6,28	6,04	5,23
65	5,55	5,03	4,81	4,60	4,41	4,23	3,91
70	3,33	2,96	2,79	2,64	2,51	2,38	2,15
75	1,57	1,32	1,21	1,11	1,02	0,94	0,80
	Nuevo valor de los LSs ante variaciones del multiplicador						
$x \Delta \beta$	-2	-1	-0,5	0	0,5	1	2
60	356,28	390,55	406,32	421,29	435,53	449,10	474,42
65	466,94	499,77	514,68	528,71	541,96	554,50	577,67
70	618,13	648,54	662,12	674,77	686,60	697,69	717,94
75	772,47	797,49	808,42	818,48	827,77	836,39	851,88
	Nuevo valor de los LSs ante variaciones del multiplicador con (20)						
$x \Delta \beta$	-2	-1	-0,5	0	0,5	1	2
60	363,20	392,25	406,77	421,29	435,81	450,33	479,38
65	474,51	501,61	515,16	528,71	542,27	555,82	582,92
70	626,20	650,49	662,63	674,77	686,92	699,06	723,35
75	780,14	799,31	808,90	818,48	828,06	837,65	856,82
	Error en la aproximación de la variación del valor con (20)						
$x \Delta \beta$	-2	-1	-0,5	0	0,5	1	2
60	10,65%	5,52%	3,00%	0,00%	1,98%	4,45%	9,33%
65	12,25%	6,35%	3,45%	0,00%	2,28%	5,11%	10,72%
70	14,25%	7,40%	4,02%	0,00%	2,66%	5,97%	12,54%
75	16,67%	8,67%	-4,71%	0,00%	3,13%	7,03%	14,76%
	Nuevo valor de los LSs ante variaciones del multiplicador con (26)						
$x \Delta \beta$	-2	-1	-0,5	0	0,5	1	2
60	357,46	390,81	406,41	421,29	435,45	448,90	473,63
65	468,35	500,07	514,78	528,71	541,88	554,28	576,76
70	619,76	648,88	662,23	674,77	686,52	697,45	716,91
75	774,19	797,82	808,52	818,48	827,69	836,16	850,86
	Error en la aproximación de la variación del valor con (26)						
$x \Delta \beta$	-2	-1	-0,5	0	0,5	1	2
60	1,81%	0,85%	0,60%	0,00%	0,54%	0,72%	1,49%
65	2,27%	1,03%	0,71%	0,00%	0,63%	0,86%	1,86%
70	2,88%	1,26%	0,84%	0,00%	0,74%	1,05%	2,37%
75	3,72%	1,58%	1,01%	0,00%	0,87%	1,29%	3,07%

Nota: El error se calcula como

$$\left| \frac{\text{Variación aproximada del valor} - \text{Variación real del valor}}{\text{Variación real del valor}} \right| \cdot 100$$

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las Tablas 6 y 7 permiten realizar las siguientes apreciaciones, generalizables a otras edades y otros valores de la TIR:

1. La Tabla 6 indica que a medida que aumenta la edad del asegurado en el momento de la venta del seguro en *LS*, disminuye la sensibilidad del precio o valor económico del *LS* respecto a cambios en el multiplicador de la mortalidad. También muestra que el precio de un *LS* es una función creciente y cóncava respecto al multiplicador de la mortalidad.
2. La Tabla 7 muestra que una mayor variación del multiplicador de la mortalidad redundaría en un mayor error de la aproximación (20). Así, para fluctuaciones extremas del multiplicador es necesario complementar la aproximación lineal proporcionada por DM_x con medidas relacionadas con la curvatura de la función valor económico del *LS* respecto al multiplicador. La medida de convexidad basada en la segunda derivada de dicho valor respecto a β , recogida en (26), mejora notablemente la precisión de la aproximación a la variación del valor económico de la póliza.
3. Es conocido que la utilización exclusiva de la duración respecto a tipo de interés implica minusvalorar el precio final de un *LS* cuando hay un cambio en el tipo de interés. En cambio, la utilización exclusiva de DM_x sobrevalora el precio final del *LS* cuando el multiplicador varía. La introducción de la medida de convexidad respecto a β supone una aproximación al nuevo valor económico del *LS* notablemente más precisa. Con la convexidad se minusvalora el precio cuando aumenta el multiplicador y se sobrevalora cuando dicho multiplicador disminuye.
4. Los errores derivados de utilizar las aproximaciones (20) y (26) ante disminuciones del multiplicador son mayores que los asociados a aumentos de éstos de la misma magnitud. Asimismo, observamos que el error que producen las aproximaciones propuestas es mayor a medida que la edad del asegurado es mayor y, por tanto, la EV es menor.

3.4. Aplicaciones de las medidas de duración y convexidad respecto al multiplicador en la gestión de riesgos

Las medidas de sensibilidad propuestas, una vez se han calculado, permiten valorar un *LS* para distintos valores del multiplicador de mortalidad con un reducido coste calculatorio adicional. Esto es de gran utilidad para realizar valoraciones ante múltiples escenarios como, por ejemplo, los resultantes de una simulación de Montecarlo. Así, en la elaboración de la Tabla 7, en la que para una edad dada se evalúan seis escenarios de la variación del multiplicador, la determinación del nuevo valor económico «exacto» del *LS* requiere, en cada caso, calcular seis nuevas trayectorias para las probabilidades de fallecimiento y supervivencia con (6) y (7). Posteriormente, con (10), calcular seis veces el valor actual esperado de un capital de fallecimiento y el de la renta contingente que suponen las primas. Sin embargo, la utilización de la duración reduce el cálculo de los nuevos valores económicos del *LS* a sólo una expresión, la (20), o a dos, también la (26), si para mayor precisión se complementa la medida de duración con la de convexidad.

La duración y convexidad propuestas también pueden aplicarse para evaluar el impacto en la provisión matemática de los seguros de vida en la cartera del asegurador ante *shocks* multiplicativos en las probabilidades de mortalidad aplicadas. En este caso, el asegurador partiría de una evaluación de las pólizas para asegurados con una EV estándar ($\beta = 1$) y el tipo de interés técnico aplicable.

Según (5), las variaciones del multiplicador son porcentuales, por lo que se puede definir una variación de 1 punto básico en el multiplicador como $\Delta\beta = 0,01\%$. Así, utilizando una medida análoga al valor del punto básico de los instrumentos de renta fija ante cambios del tipo de interés, el valor del punto básico respecto al multiplicador de un contrato de *LS* sería $\Delta VEP_x = VEP_x \cdot DM_x \cdot 0,0001$.

Por otra parte, la duración obtenida permite aproximar linealmente el riesgo de variaciones del valor económico del *LS* mediante su desviación estándar, $\sigma_{\Delta VEP_x}$, a partir de la desviación estándar de las variaciones del multiplicador, $\sigma_{\Delta\beta}$, de forma análoga a la aproximación que Dowd (2007, p.21) indica para el riesgo de precio de los títulos de renta fija a partir de la duración:

$$\sigma_{\Delta VEP_x} \approx VEP_x \cdot DM_x \cdot \sigma_{\Delta\beta} \quad (27)$$

La ecuación (27) es fácilmente aplicable para gestionar y medir el riesgo de longevidad de los *LS*s. Sin ánimo de ser exhaustivos mencionamos las siguientes aplicaciones:

- a) Determinar el valor en riesgo de un *LS* o de una cartera de *LS*s, siendo uno de los factores de riesgo considerados la disminución del multiplicador, por los métodos delta-normal y delta-gamma normal.
- b) Li y Lou (2012) analizan cómo cubrir el riesgo de longevidad en rentas de supervivencia vendiendo contratos *q-forward*; esto es, pagando una probabilidad de mortalidad *forward* sobre un notional y cobrando sobre dicha cantidad una tasa de mortalidad efectiva. El cobro neto que proporciona la venta del *q-forward* es denotado como $N \cdot \Delta q$, siendo Δq la diferencia entre la mortalidad realmente registrada en el colectivo de referencia y la mortalidad *forward* y N el valor notional. Describimos, brevemente, cómo diseñar una estrategia de cobertura de *LS*s con contratos *q-forward* usando nuestro concepto de duración respecto al multiplicador. Denotamos por $\sigma_{\Delta q}$ a la desviación estándar de la diferencia de probabilidades de mortalidad y por $\rho(\Delta\beta, \Delta q)$ a la correlación entre $\Delta\beta$ y Δq . Entonces, la desviación estándar del valor de la venta de un *q-forward* es $\sigma_{q-forward} = N \cdot \sigma_{\Delta q}$. Por tanto, el número de contratos a vender bajo el criterio de minimizar la varianza de la cobertura sería $n = \rho(\Delta\beta, \Delta q) \frac{\sigma_{\Delta VEP_x}}{\sigma_{q-forward}}$.
- c) Wang et al. (2011), partiendo de los resultados de Wang et al. (2010), proponen mitigar el riesgo de mortalidad de la cartera pasiva de seguros de vida invirtiendo parte de la cartera activa en *LS*s. Así, si se produce un aumento de la mortalidad que suponga un sobrecoste de la cartera pasiva, éste puede quedar compensado, al menos parcialmente, por los cobros anticipados que proporcionaría la cartera de *LS*s imputables a dicho aumento de mortalidad. El uso de las medidas de

sensibilidad respecto al multiplicador de mortalidad permite determinar el riesgo asociado a una posición conjunta de una cartera de seguros con una proporción de la cartera activa vinculada invertida en *LSs*. Una vez cuantificado el riesgo, el asegurador puede plantearse su posterior cobertura.

4. CONCLUSIONES

La actual situación demográfica, en países como España, supone un desafío, pero a la vez una gran oportunidad, para el asegurador de vida. Como se ha expuesto en la introducción, esta circunstancia debe impulsar al sector asegurador a introducir innovaciones en sus productos con el fin de aumentar su atractivo para el ahorro enfocado a la previsión. En este sentido, describimos el funcionamiento de una figura ampliamente arraigada en otros países como son los *LSs*. Su implantación y desarrollo en España enriquecería y dinamizaría, sin duda, la actividad aseguradora de vida aumentando la liquidez de los seguros de vida.

La descripción de los *LSs* muestra que su operativa es compleja, por lo que llevan asociados un volumen de comisiones relativamente elevado. Asimismo, el inversor en *LSs* está sujeto a una multiplicidad de riesgos, entre los que destaca el de longevidad y el de la subestimación de la EV, siendo la consecuencia que el tipo de interés aplicado para calcular su precio deba contener una elevada PR. Así, la póliza de un asegurado con una EV por debajo de la media no necesariamente tendrá un precio de venta más atractivo en el mercado de *LSs* que su valor de rescate; dependerá de factores como la estructura de las primas o la calificación crediticia del asegurador. Por otra parte, los *LSs* complementan perfectamente la inversión en activos financieros convencionales o incluso activos reales como los inmobiliarios, debido a la poca correlación de los riesgos a los que están sometidos estos últimos con el riesgo de longevidad.

La principal aportación de este trabajo se centra en el desarrollo de medidas asociadas al riesgo de variación sobre la EV asimilables a la duración y la convexidad respecto al tipo de interés. Así, extendemos los resultados presentados en Stone y Zissu (2008) y Jori et al. (2010), basados en el enfoque determinista en la valoración de *LSs*, al análisis de la sensibilidad del valor de estos acuerdos bajo el marco valorativo que proporciona el enfoque probabilístico, que es el comúnmente aceptado en lugar del determinista. Sin embargo, en lugar de considerar que el parámetro cuantificador de la sobremortalidad susceptible de variación es la EV, suponemos que es el multiplicador de la mortalidad que los *MUs* calculan y que está asociado a dicha EV. La utilización exclusiva de medidas de duración respecto al multiplicador de mortalidad proporciona una buena aproximación ante fluctuaciones moderadas del multiplicador. No obstante, en el caso de mayores variaciones de este parámetro, cuya evaluación es de gran interés en la gestión de carteras, esta medida debe ser complementada con la medida de convexidad del valor económico de la póliza respecto a dicho multiplicador.

Finalmente, el enfoque propuesto puede ser aplicado al caso en que, en lugar de considerar como tabla base la correspondiente a una población estándar, se utiliza una tabla de mortalidad específica para ciertos factores de riesgo (código postal, diabetes,

cáncer de mama, etc.). En este caso, el multiplicador de mortalidad adaptaría las probabilidades de fallecimiento de dicha tabla a las condiciones específicas del asegurado.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los comentarios de los evaluadores anónimos, que han permitido mejorar ostensiblemente la versión anterior de este trabajo.

6. REFERENCIAS

- AA-Partners Ltd., 2017. AAP Life Settlement Valuation – Manual. Disponible en: https://www.aa-partners.ch/fileadmin/files/Valuation/AAP_Life_Settlement_Valuation_-_Manual_V6.0.pdf [Acceso 06/10/2019].
- AM Best Company, Inc. and/or its affiliates, 2016. Life Settlement Securitization. Disponible en: <http://www3.ambest.com/ambv/rating-methodology/OpenPDF.aspx?rc=197705>. [Acceso 11/09/2019].
- American Cancer Society, 2019. Tasas de supervivencia de los cánceres de laringe y de hipofaringe. Disponible en: <https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-laringe-e-hipofaringe/deteccion-diagnostico-clasificacion-por-etapas/tasas-de-supervivencia.html>. [Acceso 04/09/2019].
- Bajo, N., Mendoza, C. y Monjas, M., 2013. Portfolio Diversification with Life Settlements: An Empirical Analysis Applied to Mutual Funds. *The Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice*, 38 (1), 22-42. <https://doi.org/10.1057/gpp.2012.44>
- Bauer, D., Fasano, M.V., Russ, J. y Zhu, N., 2017. Evaluating Life Expectancy Evaluations. *North American Actuarial Journal*, 22 (2), 198-209. <https://doi.org/10.1080/10920277.2017.1381031>
- Braun, A., Affolter, S. y Schmeiser, H., 2016. Life Settlement Funds: Current Valuation Practices and Areas for Improvement. *Risk Management and Insurance Review*, 19, 173-195. <https://doi.org/10.1111/rmir.12042>
- Braun, A., Cohen, L., Malloy, C.J. y Xu, J., 2018. Saving Face: A Solution to the Hidden Crisis for Life Insurance Policyholders. *Social Science Research Network (SSRN)*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3179334>
- Braun, A., Cohen, L.H., Malloy, C.J. y Xu, J., 2019. Introduction to life settlement. En Xu, J. *Essays on the US Life Settlement Market*. University of St. Gallen, 13-29. Disponible en: [https://www1.unisg.ch/www/edis.nsf/SysLkpByIdentifier/4859/\\$FILE/dis4859.pdf](https://www1.unisg.ch/www/edis.nsf/SysLkpByIdentifier/4859/$FILE/dis4859.pdf) [Acceso 14/09/2019]
- Braun, A., Gatzert, N. y Schmeiser, H., 2012. Performance and Risks of Open-End Life Settlement Funds. *Journal of Risk and Insurance*, 79 (1), 193-230. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2011.01414.x>
- Braun, A. y Xu, J., 2019. Pricing life: risk premiums in the secondary insurance market. En Xu, J. *Essays on the US Life Settlement Market*. University of St. Gallen, 68-98. Disponible en: [https://www1.unisg.ch/www/edis.nsf/SysLkpByIdentifier/4859/\\$FILE/dis4859.pdf](https://www1.unisg.ch/www/edis.nsf/SysLkpByIdentifier/4859/$FILE/dis4859.pdf) [Acceso 14/09/2019]
- Brockett, P.L., Chuang, S.-L., Deng, Y. y MacMinn, R.D., 2013. Incorporating longevity risk and medical information into life settlement pricing. *Journal of Risk and Insurance*, 80 (3), 799-826. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2013.01522.x>
- Cook, D. y Ezell, G., 2008. Life Settlement Characteristics and Mortality Experience for Two Providers. *Milliman Research Report*, Seattle.
- Doherty, N.A. y Singer, H.J., 2003. The benefits of a secondary market for life insurance policies. *Real Property, Probate and Trust Journal*, 38, 449-478. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/20785738>. [Acceso 04/09/2019]

- Dolan, V.F., 2019. Advantages of a Life Expectancy Using Life Insurance Underwriting and Life Settlement Methods in the Legal Setting. Disponible en: <https://www.experts.com/content/articles/Vera-Dolan-Life-Expectancy.pdf>. [Acceso 04/08/2019].
- Dowd, K., 2007. *Measuring market risk*. John Wiley & Sons, Chichester
- ELSA - European Life Settlement Association, 2019. Risks associated with life settlement holdings. Disponible en: <https://www.elsa-sls.org/wp-content/uploads/pdf/sample-disclosure.pdf>. [Acceso 09/09/2019].
- Freedman, M. y Young, D., 2015. Life settlements: discover your client's unknown asset. Presentation at the 6th Annual financial advisor retirement symposium, April 1-2, Las Vegas. Disponible en: <http://www.ceresai.com/wp-content/uploads/2017/08/Life-Settlements-An-Unknown-Asset.pdf>. [Acceso 01/09/2019]
- Gatzert, N., 2010. The secondary market for life insurance in the United Kingdom, Germany, and the United States: Comparison and overview. *Risk Management and Insurance Review*, 13 (2), 279-301. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6296.2010.01187.x>
- Gatzert, N., Hoermann, G., y Schmeiser, H., 2009. The impact of the secondary market on life insurers' surrender profits. *Journal of Risk and Insurance*, 76 (4), 887-908. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/20685278>. [Acceso 07/07/2019]
- Gerber, 1995. Life Insurance mathematics. Springer-Verlag. Berlin.
- Giacalone, J. A., 2001. Analyzing an emerging industry: Viatical transactions and the secondary market for life insurance policies. *Southern Business Review*, Fall, 1-7.
- Giaccotto, C., Golec, J. y Schmutz, B.P., 2015. Measuring the performance of the secondary market for life insurance policies. *Journal of Risk and Insurance*, 84 (1), 127-151. <https://doi.org/10.1111/jori.12078>
- Ho, T.S., 1992. Key rate durations: Measures of interest rate risks. *The Journal of Fixed Income*, 2 (2), 29-44. <https://doi.org/10.3905/jfi.1992.408049>
- Ingraham, H.G. y Salani, S.S., 2004. Life settlements as a viable option. *Journal of Financial Service Professionals*, 58 (5), 72-76.
- Januário, A.V. y Naik, N.Y., 2013. Empirical investigation of life settlements: The secondary market for life insurance policies. *Social Science Research Network (SSRN)*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2278299>
- Jori, M., Bosch M., Morillo, I. y Ribas C., 2010. Riesgo de inversión en Life Settlements. *Análisis Financiero* vol. 2, 113, 6-13. <http://hdl.handle.net/2445/117223>
- Li, J.S.H. y Luo, A., 2012. Key q-duration: A framework for hedging longevity risk. *Astin Bulletin: The Journal of the IAA*, 42 (2), 413-452. <https://doi.org/10.2143/AST.42.2.2182804>
- Lubovich, J., Sabes, J. y Siegart, P., 2008. Introduction to methodologies used to price life insurance policies in life settlement transactions. *Social Science Research Network (SSRN)*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1567264>
- MacMinn, R.D. y Zhu, N., 2017. Hedging Longevity Risk in Life Settlements Using Biomedical Research-Backed Obligations. *Journal of Risk and Insurance*, 84, 439-458. <https://doi.org/10.1111/jori.12200>
- Mendoza, C. y Monjas, M., 2011. Análisis de viabilidad de mercados financieros de acuerdos de vida y de otros instrumentos vinculados a la esperanza de vida: una referencia al caso español. *Revista Galega de Economía*, 20 (2), 1-13.
- Olivieri, A., 2006. Heterogeneity in survival models. Applications to pensions and life annuities. *Belgian Actuarial Bulletin*, 6 (1), 23-39.
- Ortiz, C.E., Stone, C.A. y Zissu, A., 2008. Securitization of senior life settlements: managing interest rate risk with a planned duration class. *Journal of Financial Transformation*, 23 (9), 35-41.
- Pitacco, E., 2019. Heterogeneity in mortality: a survey with an actuarial focus. *European Actuarial Journal* 9, (1) 3-30. <https://doi.org/10.1007/s13385-019-00207-z>
- Rosenfeld, S., 2009. *Life settlements: Signposts to a principal asset class*. Wharton Financial Institution Centre, University of Pennsylvania. Disponible en: https://lifesettlementsfund.com/files/news/wharton_signposts_to_a_principal_asset_class_2009.pdf. [Acceso 03/09/2019]
- Ruß, J., Bauer, D. y Zhu, N., 2018. Asymmetric Information in Secondary Insurance Markets: Evidence from the Life Settlement Market. Presentation at the *International Congress of Actuaries*, June 4-8, Berlin.
- Servicio de Estudios de MAPFRE, 2019. *El mercado español de seguros en 2018*. Fundación MAPFRE, Madrid. Disponible en: https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1099983. [Acceso 01/10/2019].
- Stone, C. A. y Zissu, A., 2008. Using Life Extension-Duration and Life Extension-Convexity to Value Senior Life Settlement Contracts. *The Journal of Alternative Investments*, 11 (2), 94-108. <https://doi.org/10.3905/jai.2008.712600>
- Tablas de Mortalidad de la Población Asegurada Española PASEM, 2010. Disponible en: <http://www.unespa.es/que-hacemos/tablas-y-estadisticas/tablas-mortalidad-la-poblacion-asegurada-pasem2010/>. [Acceso 03/06/2019].
- The McGriff Alliance, 2018. Why life settlements make sense. Disponible en: <https://www.themcgriffalliance.com/why-life-settlements-make-sense>. [Acceso 20/09/2019].
- Wang, J.L., Hsieh, M.-H. y Tsai, C., 2011. *Using Life Settlements to Hedge the Mortality Risk of Life Insurers: An Asset-Liability Management Approach*. Working Paper, Risk and Insurance Research Centre, Chengchi University. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.457.877&rep=rep1&type=pdf>. [Acceso 20/08/2019].
- Wang, J.L., Huang, H.C., Yang, S.S. y Tsai, J.T., 2010. An optimal product mix for hedging longevity risk in life insurance companies: The immunization theory approach. *Journal of Risk and Insurance* 77 (2), 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2009.01325.x>
- Xu, J., 2019. Dating Death: An Empirical Comparison of Medical Underwriters in the US Life Settlements Market. *North American Actuarial Journal*. <https://doi.org/10.1080/10920277.2019.1585881>
- Zollars, D., Grossfeld, S. y Day, D., 2003. The Art of the Deal: Pricing Life Settlements. *Contingencies*, January/February, 34-38.