



ILLUSTRATION STOCK



# IMPACTO *de la Directiva de Género en el sector seguros*

PROPOSICIÓN DE UN NUEVO

MODELO PREDICTIVO

MÓNICA SALDAÑA  
SANZ

Profesora del departamento de  
Métodos Cuantitativos ICADE.

La probabilidad de supervivencia en las tablas de mortalidad actuales se obtiene a partir de dos factores de riesgo determinantes: la edad o tiempo biométrico del individuo y el sexo. Esta metodología, reflejada en las tablas de mortalidad utilizadas hasta ahora para la tarificación de las primas de los productos de seguro, tiene fecha de caducidad.

Su límite temporal obedece a la próxima entrada en vigor de la Directiva de Igualdad de Género, publicada en el *Diario Oficial de la Unión Europea*, de 13 de diciembre de 2004 del Consejo Europeo, a partir de la cual el sexo no podrá ser usado como variable determinante del cálculo de la prima de un seguro. Esta Directiva (2004/113/EC), que ha sido transpuesta al ordenamiento jurídico español a través de la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, y la Directiva 2009/138/CE del Parlamento Europeo y el Consejo, de 25 de noviembre de 2009, trata sobre la

implementación del principio de igualdad de trato entre hombres y mujeres en el acceso y suministro de bienes y servicios, y constituye una negativa al empleo del sexo del individuo como factor diferenciador del riesgo en el cálculo de primas de los productos de seguro.

La aplicación de esta Directiva producirá un conjunto de transformaciones importantes en el sector seguros. Pero no todos ellos serán negativos, ya que este cambio puede verse como una magnífica oportunidad para la innovación y como un impulso para la revisión de la metodología biométrica hasta ahora utilizada, y permitirá igualmente la proposición de nuevos modelos predictivos de probabilidad de supervivencia de un individuo con factores adicionales al sexo y a la edad.

A lo largo de este artículo se expondrán las características de una nueva metodología como propuesta de cambio de los modelos biométricos actuales.

## DOBLE IMPACTO: TARIFICACIÓN Y CÁLCULO DE NECESIDADES DE CAPITAL

Esta innovadora Directiva tiene un doble impacto de carácter significativo: en primer lugar, afecta a la tarificación de las primas de seguros, y en segundo lugar, incide en el cálculo del capital económico requerido en Solvencia II en relación con el riesgo de suscripción de una empresa de seguros.

### 1. IMPACTO EN LA TARIFICACIÓN DE PRIMAS DE SEGURO

El Comité Europeo de Aseguradoras presentó el 7 de diciembre de 2011 un estudio<sup>1</sup>, comisionado por la Asociación Alemana de Aseguradoras (GDV en sus siglas en alemán), en el que se detallan las consecuencias económicas negativas a las que tendrán que hacer frente los consumidores europeos,

**LA APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA COMUNITARIA DE IGUALDAD DE GÉNERO PRODUCIRÁ UN CONJUNTO DE TRANSFORMACIONES IMPORTANTES EN EL SECTOR SEGUROS, PERO NO TODOS ELLOS NEGATIVOS**

los mercados de seguros y la sociedad en general a partir de diciembre de 2012 por la prohibición del uso del factor sexo para el cálculo de primas y prestaciones.

El estudio toma como base de datos una muestra de aseguradoras de diversos países europeos lo suficientemente representativa como para que los resultados del mismo sean concluyentes. De dichos resultados, los más relevantes se enumeran a continuación:

■ Las compañías de seguros han de fijar el precio de sus productos según el riesgo asegurado. Si no se diferencian los individuos según el perfil de riesgo, la eficiencia económica puede perderse debido a dos motivos:

- Antiselección: se produce cuando una distribución uniforme de las primas hace que los individuos con un perfil de bajo riesgo no contraten el producto de seguro, atrayendo más activamente a los individuos con un perfil de riesgo mayor. Determinar las primas de acuerdo a grupos diferenciados por perfil de riesgo es la opción económicamente óptima para todos.

- Riesgo moral: aparece después de la contratación de un producto de seguro, ya que el asegurado puede verse tentado a descuidar o a dejar de tomar las precauciones que usualmente adoptaría para proteger el bien asegurado, incrementando con ello el potencial de pérdida de la compañía de seguros.

<sup>1</sup> OXERA (2011).

<sup>2</sup> *Net present value.*

- El precio de los seguros aumenta como resultado de la redistribución de las primas de los grupos de alto riesgo a los grupos de bajo riesgo.
- La demanda de productos de seguro puede verse afectada, dando lugar a diversas implicaciones sociales, como, por ejemplo, la falta de incentivo para el ahorro de cara a la jubilación.
- El género es un indicador del riesgo muy significativo, determinante a largo plazo y estable para las compañías aseguradoras, que no va a poder ser reemplazado con facilidad.
- Desde un punto de vista económico, el uso del género como factor diferenciador de riesgo produce

**UN INFORME DEL COMITÉ EUROPEO DE ASEGURADORAS DETALLA LAS CONSECUENCIAS ECONÓMICAS NEGATIVAS DE LA APLICACIÓN DE DIRECTIVA PARA EL MERCADO DE SEGUROS**

un ajuste más adecuado, ya que el valor neto actual<sup>2</sup> de las prestaciones futuras calculadas con diferencias de género es similar en hombres y mujeres.

- Delimitar el uso del género en la tarificación de los productos de seguro conllevará que los hombres y mujeres que contraten un mismo producto de seguro, al mismo precio y con las mismas características, reciban prestaciones diferentes.

El sexo es un factor determinante en la clasificación de al menos tres grandes categorías de productos: seguros de Automóviles, seguros de Vida y de Rentas, y seguros de enfermedad privados.

Figura 1. Principal impacto por producto



Fuente: Elaboración propia.

## 2. IMPACTO EN EL CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE CAPITAL PARA EL RIESGO DE SUSCRIPCIÓN

Solvencia II<sup>3</sup> está diseñada sobre tres pilares de actuación: el primero es establecer un proceso de análisis de las reservas, activos y pasivos necesarios para cubrir las obligaciones aceptadas en las pólizas; el segundo es definir las reglas de supervisión, control interno y gobierno corporativo; el tercero y último es establecer las obligaciones de información que las aseguradoras deberán presentar al mercado.

Los requerimientos de capital pretenden garantizar la estabilidad financiera de la entidad frente a fluctuaciones adversas inesperadas en la siniestralidad, y con ello también la protección del asegurado, a través de unos volúmenes económicos denominados Capital Mínimo de Solvencia (MSCR)<sup>4</sup> y Capital de Solvencia (SCR)<sup>5</sup>.

¿Cómo se puede cuantificar el SCR? Una posible respuesta a esta pregunta sería calcular una aproximación a la cantidad de fondos propios necesarios para anular prácticamente la probabilidad de ruina de la aseguradora, en el plazo de un año, con un nivel de confianza determinado. Para su determinación práctica se establecen dos alternativas: fórmula estándar y modelos internos.

La fórmula estándar aún no está cerrada, existiendo además varios planteamientos, como la fórmula basada en factores o la simulación de escenarios. Las principales ventajas de la fórmula estándar son la sencillez de uso y la economía de medios.

Los modelos internos requieren un aumento en la sofisticación y la complejidad de los modelos de cálculo, pero aportan un aumento de la precisión y sensibilidad del capi-

**LA NUEVA METODOLOGÍA PROPUESTA EN ESTE ARTÍCULO ES UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGO DINÁMICO, YA QUE PUEDE CALIBRARSE CONTINUAMENTE AL BASARSE EN LA EXPERIENCIA PROPIA DE LA CARTERA**

tal en la medición y cuantificación de la exposición al riesgo de la entidad, con lo que se mejora la predicción de las necesidades de capital. Estos modelos, que deben ser previamente aprobados por el supervisor, destacan por las siguientes características:

- Miden los riesgos según la experiencia propia.
- Proporcionan la base para una gestión efectiva de los riesgos.
- Posibilitan evaluar la eficiencia de los mitigadores de riesgo.
- Ajustan los requerimientos de capital.

La nueva metodología propuesta en este artículo formaría parte de un posible modelo interno. Se trataría de un modelo de gestión del riesgo dinámico, ya que podría calibrarse continuamente, y está basado en la experiencia de la propia cartera (experiencia relevante para la derivación de hipótesis). Dicho modelo incidiría en todos aquellos submódulos del cálculo del SCR que contengan estimaciones sobre la mortalidad y longevidad de la cartera, con un mayor impacto, como es de esperar, en el submódulo de Riesgo de suscripción de seguros de Vida, mejorando su predictividad y ajustando los resultados a la experiencia de la propia entidad.

<sup>3</sup> Directiva 2009/138 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, sobre el seguro de Vida, el acceso a la actividad de seguro y de reaseguro y su ejercicio (Solvencia II).

<sup>4</sup> *Minimum Solvency Capital Requirement.*

<sup>5</sup> *Solvency Capital Requirement.*

## PRÁCTICA

# ASEGURADORA

El recurso a factores actuariales basados en el sexo está generalizado en el sector de los seguros y otros servicios financieros afines. De esta manera, la normativa que la Directiva proponía en el año 2004 en tanto a la utilización del sexo como factor diferenciador del riesgo, afectaba al sector financiero, y especialmente al sector de los seguros.

¿Están las empresas de seguros españolas realmente preparadas para el cambio? Una encuesta realizada por la empresa RGA International Reinsurance Company pone de manifiesto que, a mitad del año 2012, el 40% de las aseguradoras españolas de Vida consideran que no se encuentran preparadas para afrontar el análisis del problema de la no discriminación de género. Dicho problema

### LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS AÚN NO ESTÁN PREPARADAS PARA AFRONTAR EL PROBLEMA DE LA NO DISCRIMINACIÓN DE GÉNERO

implica prescindir de las tablas actuales de mortalidad y supervivencia y buscar otro sistema que tenga el mismo poder predictivo pero que no use el sexo como factor diferenciador.

La práctica aseguradora que ha podido observarse hasta el momento con respecto a la elaboración de una nueva metodología se reduce a la transformación de las actuales tablas de mortalidad PASEM 2010, una para hombres y otra para mujeres, en una única tabla que se obtiene como una ponderación de las anteriores.

Los pesos que cada compañía asigna para obtener dicha ponderación pueden decidirse bajo dos supuestos:

- Según la constitución de la propia cartera, ponderando con pesos iguales a la proporción de hombres y mujeres de la misma.

Sea  $x$  la edad de un individuo. Para determinar cuál es la probabilidad de fallecimiento del mismo se hace la siguiente media ponderada:

$$q_x = q_x \text{ en PASEM 2010 HOMBRES} \cdot \alpha_1 + q_x \text{ en PASEM 2010 MUJERES} \cdot \alpha_2$$



- Según el perfil de riesgo al que quiera someterse la compañía, aplicando en cada caso el escenario más favorable para el asegurado o para el asegurador. En este caso, por ejemplo, si se decide beneficiar al asegurado (un perfil de riesgo mayor para la compañía), se aplicarían las tablas de mortalidad de mujeres para todos los contratos de seguros de Automóviles celebrados a partir del 21 de diciembre de 2012. Si, por el

contrario, se decide optar por un perfil de riesgo más bajo para la entidad aseguradora, se aplicarían las tablas de hombres para todos los contratos de seguros de Vida Riesgo que se celebren a partir de la citada fecha.

Esta última es la práctica de mercado a la que más se ha recurrido hasta el momento desde la aprobación de la sentencia del Tribunal de la Unión Europea.

Si una entidad aseguradora decidiese aplicar un peso del 50% a cada género, la nueva tabla de mortalidad obtenida presentaría las diferencias que se muestran en la Figura 2, al comparar las probabilidades de la práctica aseguradora (media ponderada) con las de las tablas PASEM 2010. Es obvio con este resultado concluir que la tarificación con las nuevas probabilidades va a afectar en

**TARIFICAR  
PRODUCTOS DE  
SEGURO  
PONDERANDO LAS  
TABLAS ACTUALES  
SUPONDRÁ  
ERRORES EN EL  
CÁLCULO DE LA  
PRIMA Y EN EL DEL  
CAPITAL  
ECONÓMICO  
CORRESPONDIENTE**

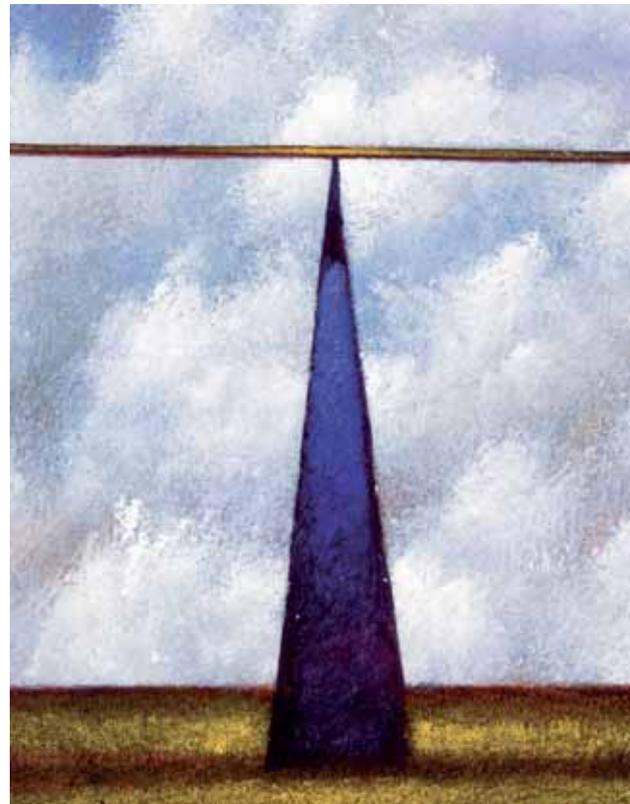
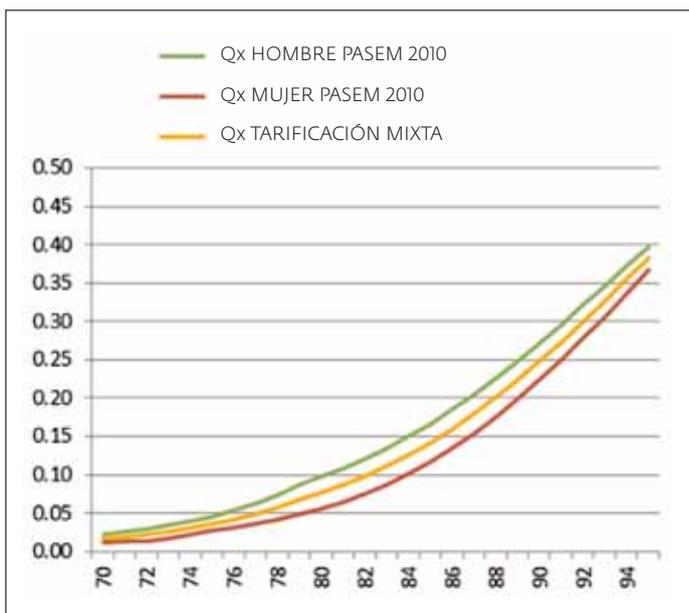


Figura 2. Tarificación mixta tablas PASEM



Fuente: Elaboración propia a partir de tablas PASEM 2010.

gran medida a las primas a las que han de hacer frente los dos géneros, siendo cada prima económicamente más o menos beneficiosa para el asegurado, dependiendo del ramo y del tipo de seguro.

Cualquiera que sea la opción seleccionada por las aseguradoras, ponderadas según cartera o perfil de riesgo, supondrá un desajuste en la medición de la probabilidad de fallecimiento, con el consecuente error en la tarificación de la prima del producto de seguro y el cálculo del capital económico correspondiente.

¿Se puede pensar en alguna otra metodología que, respetando la Directiva de Género y la normativa interna, no pierda la capacidad predictiva con la que se ha estado trabajando hasta ahora e incluso la mejore? Dar respuesta a esta pregunta es la aportación principal del presente artículo.

## PROPOSICIÓN DE UN NUEVO MODELO PREDICTIVO

En el caso de las tablas de mortalidad, la hipótesis de homogeneidad se ha considerado siempre como no aplicable en cuanto al sexo de cada individuo, ya que se sabe que la variable «edad de fallecimiento» de un individuo es muy diferente en hombres y en mujeres. Por ello, el estudio probabilístico de la edad de fallecimiento de hombres y mujeres se ha analizado hasta el momento por separado. ¿Por qué entonces no se asume que no se puede trabajar con esta hipótesis ya que existen muchos factores, además de la edad y el sexo, que determinan la edad de fallecimiento de una persona?

Hasta ahora se ha dado por sentado que las diferentes expectativas de vida de los asegurados, la diferente disposición a la hora de asumir riesgos en la conducción y la diferente tendencia a recurrir a prestaciones médicas se deben principalmente al sexo. Pero, en realidad, existen otra serie de factores que desempeñan un importante papel en la valoración de estas diferencias. Por ejemplo, la expectativa de vida de los asegurados se puede ver fuertemente influida por las circunstancias económicas y sociales, así como por el modo de vida personal, entorno familiar, categoría profesional, hábitos alimenticios, actividades de ocio o riesgo, consumo de tabaco, etc.

Por ello, puede decirse que, a la vista de la evolución de la población y de los cambios en la sociedad, se ha perdido el significado de los roles tradicionales, y de esta forma la expectativa de vida de una persona, así como los efectos

**ES FACTIBLE CREAR  
UNA NUEVA  
METODOLOGÍA QUE  
NO PIERDA CAPACIDAD  
PREDICTIVA SI SE  
ELIMINA LA  
DIFERENCIACIÓN POR  
GÉNERO, BUSCANDO  
FACTORES  
ADICIONALES A LOS  
HASTA AHORA  
UTILIZADOS**

de los factores de conducta sobre la salud, no pueden vincularse directamente con el sexo.

Es cierto que en los productos de seguros es más fácil establecer diferencias en función del sexo del asegurado que comprobar las circunstancias económicas y sociales, así como los hábitos de vida de los asegurados, máxime cuando esos factores pueden cambiar a lo largo del tiempo. Sin embargo, estas dificultades prácticas son las que hay que intentar solucionar, ya que por sí solas no justifican que no se recurra a dichos factores como criterio de diferenciación.

Así pues, se puede establecer una nueva metodología cuyo objetivo estratégico sea no perder capacidad predictiva, eliminando la diferenciación por género, buscando factores adicionales adecuados que puedan ser sustitutivos del factor sexo. Del objetivo principal se derivan los objetivos específicos siguientes:

- Sustituir, y no eliminar, la variable «sexo» del asegurado por otras de carácter significativo que cumplan las directrices de la Directiva de Género pero que mantengan la representatividad del sexo en la tarificación de los productos de seguro.
- Ofrecer una mayor precisión en la predicción de la probabilidad de fallecimiento partiendo de las tablas de mortalidad actuales, que únicamente trabajan con las variables «edad» y «sexo».
- Mayor ajuste en la tarificación de las primas puras de los productos de seguro, gracias a la mejora en la predicción de las probabilidades de supervivencia y fallecimiento.
- Mayor ajuste en el cálculo del capital económico necesario para la

medición del riesgo de suscripción, determinado en Solvencia II.

■ Aportar una nueva perspectiva en cuanto a la elección de la fuente de datos con la que se predice la probabilidad de supervivencia de un individuo. Sabiendo cuáles son las variables más representativas del modelo, las entidades aseguradoras podrán saber cuáles son los datos necesarios que han de pedir a cada asegurado para conseguir una predicción mayor en la determinación de la probabilidad de supervivencia.

■ Aumentar el número de variables incidentes en la predicción de la mortalidad, ya que, aunque la variable «edad» es la que más explica la probabilidad de muerte de un individuo, no pueden dejarse de lado factores que pueden aumentar dicha probabilidad de una manera determinante, excluyendo el sexo del asegurado.

■ Determinar, finalmente, las bases de una nueva metodología que sustituya al modelo biométrico aplicado hasta

**LA PRIMERA FASE DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA PRETENDE DESARROLLAR UN MODELO QUE REDUZCA EL IMPACTO QUE LA DIRECTIVA DE GÉNERO TENDRÁ A PARTIR DE DICIEMBRE DE 2012**

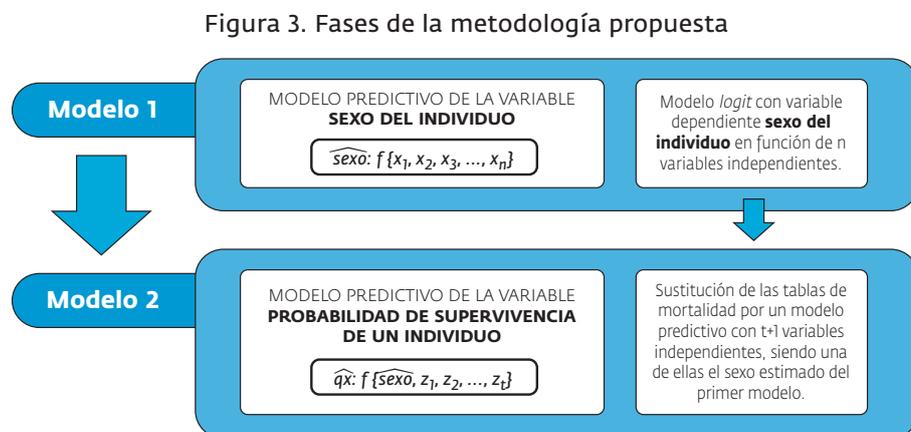
ahora en las tablas de mortalidad, una vez definidas las variables significativas que predecirán la probabilidad de fallecimiento.

## FASES DEL MODELO

La metodología propuesta se estructura, como se muestra en la Figura 3, en dos fases:

■ La primera fase consiste en la creación de un primer modelo que, según una probabilidad, clasifique a un asegurado en un determinado género, hombre o mujer, dependiendo de un número «n» de variables independientes.

■ Después, se estima la probabilidad de supervivencia de un individuo en función del sexo estimado en el modelo anterior, de la edad y de unas variables adicionales a las utilizadas en la actualidad (únicamente sexo y edad).



Fuente: Elaboración propia.

El principal objetivo de la primera fase es desarrollar un modelo que reduzca el impacto que la Directiva de Género tendrá a partir de diciembre de 2012 en el sector seguros y aportar a las entidades aseguradoras una solución más ajustada que la utilizada en la práctica actual. El principal objetivo de la segunda fase es, partiendo de las variables obtenidas en el primer modelo, obtener las probabilidades de fallecimiento y supervivencia particulares para cada individuo en concreto, a partir de variables características personales, económicas y sociales.

Se desarrolla en el presente artículo lo relativo a la primera fase, el modelo predictivo del sexo del individuo, dejando para una futura publicación el desarrollo de la segunda.

## PROPOSICIÓN DEL PRIMER MODELO

La clasificación es una tarea que consiste en asignar una categoría o clase a cada elemento de un conjunto. Un tipo particular de esta técnica es la clasificación binaria, considerada como el sistema más simple de clasificación, siendo un claro ejemplo de la misma la determinación del sexo de un individuo.

Existen varias técnicas de clasificación binaria con las que se podría trabajar para desarrollar el modelo predictivo de sexo: árboles de decisión, redes bayesianas, redes neuronales artificiales, programación genética, *logit* binario, *clustering* y algoritmos evolutivos.

**EN SU SEGUNDA FASE, LA NUEVA METODOLOGÍA DETERMINARÁ LAS PROBABILIDADES DE FALLECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DEL ASEGURADO A PARTIR DE VARIABLES PERSONALES, ECONÓMICAS Y SOCIALES**

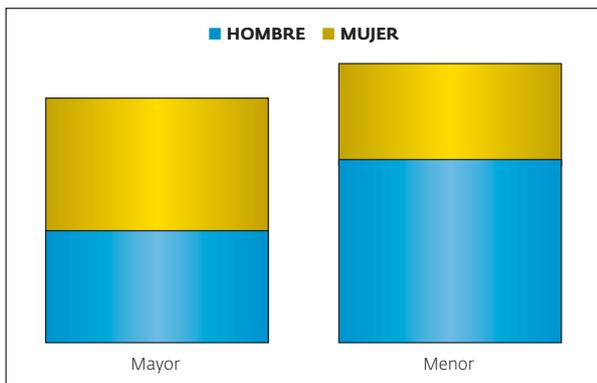


Todas las técnicas anteriores tienen como objetivo estimar las probabilidades de pertenencia o no a una determinada clase (variable cualitativa), de manera que se denomina «1» al suceso consistente en pertenecer a la clase o categoría estudiada, y «0» al suceso de no pertenecer a esa categoría. En el problema de estimación del sexo del individuo, esta variable tomará valor «1» si el sexo es femenino (mujer) y «0» si el sexo es masculino (hombre).

Se ha seleccionado como técnica de clasificación para el primer modelo la regresión logística binaria o *logit*, ya que es más sencilla en su utilización, más intuitiva y responde mejor a las necesidades que se presentan en el marco asegurador actual.

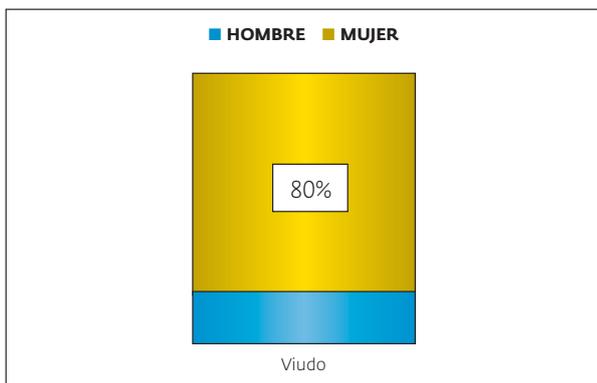
Se trabaja con una base de datos que consta de 171.344 individuos, un 48,09% hombres y un 51,91% mujeres, de los que se tiene la información recogida en 93 variables. A continuación, se realiza un análisis bivariente en el que se observa cómo se comporta la variable «sexo» con respecto al resto

Figura 4. Distribución edad del cónyuge por sexo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Distribución estado civil por sexo

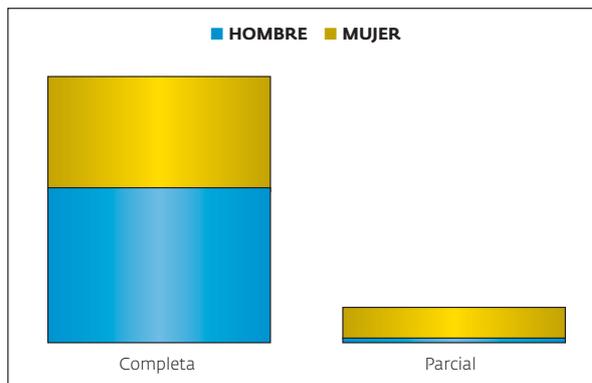


Fuente: Elaboración propia.

de las variables. El objetivo de este análisis es discriminar, de entre las variables de la base, aquellas que son más discriminantes en función del sexo del individuo, obteniéndose las siguientes: estado civil, edad del cónyuge, ocupación principal, actividad principal y tipo de jornada.

De las variables anteriores, se generan los grupos de categorías dentro de las mismas que mejor discriminan el sexo, y se recodifican transformándolas en una variable dicotómica. La recodificación se lleva a cabo con objeto de que la pregunta con respuesta di-

Figura 6. Distribución tipo de jornada por sexo



Fuente: Elaboración propia.

cotómica sea lo más general posible y lo menos discriminante en cuanto a la Directiva de Género.

El modelo resultante sería el siguiente:

$$P(Y = 1) = \frac{e^z}{1 + e^z}$$

siendo  $z = \text{constante} + \beta_1 \text{ estado civil} + \beta_2 \text{ edad cónyuge} + \beta_3 \text{ ocupación} + \beta_4 \text{ actividad} + \beta_5 \text{ tipo jornada}$

en donde

**Estado civil.** Se define como la variable categórica independiente que refleja si el estado civil de un individuo es viudo, tomando el valor 1 en caso de respuesta afirmativa y 0 en caso de respuesta negativa.

**Edad cónyuge.** Se define como la variable categórica independiente que refleja si el cónyuge del individuo que responde, en caso de que lo tuviera, tiene una edad superior a la suya, tomando el valor 1 en caso de respuesta afirmativa y 0 en caso de respuesta negativa.

## APLICACIÓN EMPRESARIAL

### DEL MODELO

**Ocupación.** Se define como la variable categórica independiente que refleja si la ocupación principal del individuo se corresponde con ocupación de carácter militar, Fuerzas Armadas, Dirección Gerencia, sector agrícola y pesquero, industria manufacturera, operador de instalación o maquinaria, tomando el valor 1 en caso de respuesta afirmativa y 0 en caso de respuesta negativa.

**Actividad.** Se define como la variable categórica independiente que refleja si la actividad principal de la empresa en la que trabaja el individuo corresponde a agricultura, pesca, ganadería, industrias extractivas, construcción, maquinaria, transporte, almacenamiento y alimentación, tomando el valor 1 en caso de respuesta afirmativa y 0 en caso de respuesta negativa.

**Tipo jornada.** Se define como la variable categórica independiente que refleja el tipo de jornada del individuo, tomando el valor 1 en caso de jornada parcial y 0 en caso de jornada completa.

Aplicando el modelo obtenido a la base de datos inicial, se obtiene un índice de clasificación del 70,27%, con una sensibilidad<sup>6</sup> del 82,71%, resultado que puede calificarse como satisfactorio.

**PARA EL PRIMER MODELO SE ELIGE COMO TÉCNICA DE CLASIFICACIÓN LA REGRESIÓN LOGÍSTICA BINARIA, MÁS SENCILLA E INTUITIVA**

Si la modelización resultante de la presente investigación fuese implantada en el ámbito empresarial, de las variables dicotómicas del modelo, podrían obtenerse las siguientes preguntas a formular dentro de la solicitud del seguro:

- ¿Cuál es su estado civil?
- ¿Cuál es la edad de su cónyuge?
- ¿Cuál es su ocupación principal?
- ¿Cuál es su actividad principal?
- ¿Cuál es su tipo de jornada?

Según la respuesta obtenida, el modelo *logit* arrojaría un porcentaje de clasificación ( $P(Y=1)$ ) que representa la probabilidad de que un individuo sea una mujer, según el cual podemos estimar si el individuo es hombre ( $P(Y=1) < \text{punto de corte}$ ) o mujer ( $P(Y=1) \leq \text{punto de corte}$ ). Con el resultado del modelo, se podrían adoptar diferentes alternativas a la hora de implantar el modelo predictivo en una entidad aseguradora, suponiendo opciones alternativas muy atractivas a las empleadas en la práctica aseguradora actual.



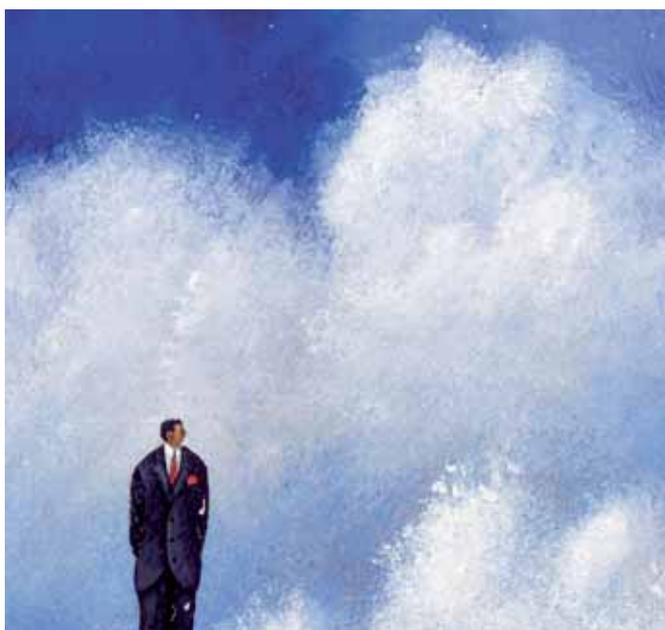
<sup>6</sup> La sensibilidad indica la capacidad del modelo para dar como casos positivos (mujeres) los casos que realmente lo son; proporción de mujeres correctamente identificados. Es decir, la sensibilidad caracteriza la capacidad de la prueba para detectar el sexo en sujetos de la base de datos.

Algunas de las alternativas podrían ser las siguientes:

- En vez de utilizar una media ponderada cuyos pesos son el porcentaje de hombres y mujeres de una cartera, se puede hacer una media ponderada de las tablas de mortalidad de hombres y de mujeres para cada individuo cuyos pesos de ponderación sean el porcentaje o probabilidad obtenido en el modelo y su complementaria. Así, se trabaja con una media ponderada ajustada al individuo.

Si  $P(y=1) = p \rightarrow \text{PASEM femenina} * p + \text{PASEM masculina} * (1-p)$

- Fijar un punto de corte a partir del cual si la probabilidad obtenida es menor que el mismo, la tabla a utilizar será la PASEM 2010 masculina. Si la probabilidad obtenida es mayor que el punto de corte, la tabla a utilizar será la PASEM 2010 femenina.



## LA DIRECTIVA DE GÉNERO OFRECE UNA OPORTUNIDAD PARA REVISAR Y MEJORAR EL CÁLCULO DE PROBABILIDADES DE FALLECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE UN INDIVIDUO

Si  $P(y=1) \geq 50\% \rightarrow \text{PASEM femenina}$

Si  $P(y=1) < 50\% \rightarrow \text{PASEM masculina}$

- Fijar intervalos de actuación: por ejemplo, si la probabilidad está entre 40% y 60%, se aplica media ponderada con pesos igual a la probabilidad. Si la probabilidad es menor que 40%, puede usarse directamente la tabla de hombres (PASEM 2010). Si la probabilidad es mayor que 60%, puede utilizarse directamente la tabla de mujeres.

Si  $P(y=1) < 40\% \rightarrow \text{PASEM masculina}$

Si  $P(y=1) > 60\% \rightarrow \text{PASEM femenina}$

Si  $40\% \leq P(y=1) \leq 60\% \rightarrow \text{PASEM femenina} * P(y=1) + \text{PASEM masculina} * (1-P(y=1))$

- La última alternativa supondría combinar alguna de las opciones anteriores.

## CONCLUSIONES

Hasta el momento, las tablas de mortalidad han sido generalmente aceptadas por las entidades aseguradoras nacionales, asumiendo de igual modo las hipótesis de estacionariedad, homogeneidad e independencia con las que se construyen las mismas.

La próxima entrada en vigor de la Directiva de Género, particularmente en el sector seguros, ofrece una oportunidad de revisión y de mejora del cálculo de las proba-



bilidades de fallecimiento y supervivencia de un individuo.

Se propone la determinación de una nueva metodología para la medición de la probabilidad de supervivencia y fallecimiento, que consta de dos fases. El desarrollo de la primera fase propuesta, el modelo predictivo de la variable «sexo», tiene como objetivo ser una herramienta eficaz y útil, en primer lugar para las empresas de seguros, al poder prescindir de la variable «sexo» no perdiendo capacidad de predicción en las primas de productos de seguro, y en segundo lugar para los asegurados, que no ven disminuida la eficiencia del cálculo de sus primas de seguro aunque el sexo desaparezca como factor diferenciador de riesgo.

La valoración de las conclusiones de este trabajo han de fundamentarse principalmente en la causa que hace necesaria la construcción de un modelo predictivo del sexo de un individuo. Aunque el resultado del modelo es altamente satisfactorio y puede representar una solución para las directrices de la Directiva de Género, cabe señalar que la resolución del Tribunal de la Unión Europea puede juzgarse de excesiva. En el cálculo actuarial, el sexo del asegurado ha sido siempre una variable naturalmente diferenciadora y un factor de riesgo utilizado para el cálculo de primas y prestaciones. Y aunque se consigan obtener análisis tanto teóricos como empíricos que den lugar a modelos que predigan con un porcentaje elevado de aciertos el sexo de un individuo, no se va a poder obtener la misma precisión que utilizando la variable «sexo». ■

**EL MODELO  
DESARROLLADO  
REPRESENTA UNA  
SOLUCIÓN PRÁCTICA  
PARA EL SECTOR  
SEGUROS, Y SU  
APLICACIÓN  
EMPRESARIAL ES  
SENCILLA Y  
EFICIENTE**

## REFERENCIAS

### BIBLIOGRÁFICAS

BETZUEN, A. (2010). «Análisis sobre las posibilidades de predicción de la mortalidad futura aplicando el modelo Lee-Carter». Anales del Instituto de Actuarios 2010. Pp. 111-140.

FELIPE, A., GUILLÉN, M., y PÉREZ - MARÍN, A. (2002). «Recent mortality trends in the Spanish population». British Actuarial Journal, 8(4):757-786.

GIL FANA, J.A., HERAS MARTÍNEZ, A., VILAR ZONÓN, J.L. (1999). «Matemáticas de los seguros de vida». Editorial MAPFRE. Madrid.

LÓPEZ CACHERO, M.; LÓPEZ DE LA MANZANARA BARBERO, J. (1996). «Estadística para actuarios». Madrid: Editorial MAPFRE.

SANCHEZ DELGADO, E. (2008). «Impacto de la Ley de Igualdad de Género en los seguros de Salud». MAPFRE RE, 1996-Trébol nº 47 Pp.9-16.

VEGAS ASENSIO, J. (1982). «Estadística, aplicaciones económicas y actuariales». Madrid, Pirámide.

VICENTE MERINO, A.; HERNÁNDEZ MARCH, J.; ALBARRÁN LOZANO, I.; RAMÍREZ PÉREZ, C. (2002). «Proyección y estudio de una población. El papel de la mortalidad». Documento de Trabajo nº. 2002-03. Universidad Complutense de Madrid.