

Área de Seguro y Previsión Social

El seguro basado en el uso (Usage Based Insurance)

Manuela Alcañiz Zanón
Mercedes Ayuso Gutiérrez
Ana María Pérez Marín

FUNDACIÓN MAPFRE

© FUNDACIÓN MAPFRE

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin el permiso escrito del autor o de FUNDACIÓN MAPFRE

FUNDACIÓN MAPFRE no se hace responsable del contenido de esta obra, ni el hecho de publicarla implica conformidad o identificación con la opinión del autor o autores.

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin el permiso escrito del autor o del editor.

© 2014, FUNDACIÓN MAPFRE
Paseo de Recoletos 23
28004 Madrid (España)

www.fundacionmapfre.org
publicaciones.ics@fundacionmapfre.org

ISBN: 978-84-9844-422-3
Depósito Legal: M-7551-2014
Impreso en Edipack Gráfico

PRESENTACIÓN

Desde 1975, FUNDACIÓN MAPFRE desarrolla actividades de interés general para la sociedad en distintos ámbitos profesionales y culturales, así como acciones destinadas a la mejora de las condiciones económicas y sociales de las personas y los sectores menos favorecidos de la sociedad. En este marco, el Área de Seguro y Previsión Social de FUNDACIÓN MAPFRE promueve y desarrolla actividades educativas y de investigación en los campos del seguro y de la gerencia de riesgos.

En el ámbito educativo, su actuación abarca la formación académica de posgrado y especialización, desarrollada en colaboración con la Universidad Pontificia de Salamanca, así como cursos y seminarios para profesionales, impartidos en España e Iberoamérica. Estas tareas se extienden a otros ámbitos geográficos mediante la colaboración con instituciones españolas e internacionales, así como a través de un programa de formación en Internet.

Esta área promueve ayudas a la investigación en los ámbitos científicos del riesgo y del seguro y mantiene un Centro de Documentación especializado en seguros y gerencia de riesgos, que da soporte a sus actividades.

Asimismo, promueve y elabora informes periódicos y publica libros sobre el seguro y la gerencia de riesgos, con objeto de contribuir a un mejor conocimiento de dichas materias. En algunos casos estas obras sirven como referencia para quienes se inician en el estudio o la práctica del seguro, y en otros, como fuentes de información para profundizar en materias específicas.

Dentro de estas actividades se encuadra la publicación de este libro, resultado de la “Ayuda a la Investigación Riesgo y Seguro” que FUNDACIÓN MAPFRE concedió a sus autoras Manuela Alcañiz Zanón, Mercedes Ayuso Gutiérrez y Ana María Pérez Marín en la convocatoria de 2011. El trabajo fue tutorizado por Montserrat Álvarez Beleño de MAPFRE IBERIA.

Desde hace unos años, Internet es el medio por el que se desarrollan mayoritariamente nuestras actividades, ofreciendo a los usuarios de todo el mundo la posibilidad de acceder a ellas de una manera rápida y eficaz mediante soportes web de última generación a través de:

www.fundacionmapfre.org

Manuela Alcañiz Zanón es Profesora Titular de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa de la Universidad de Barcelona (UB). Licenciada en Ciencias Matemáticas y Doctora en Economía, es miembro del grupo de investigación Riesgo en Finanzas y Seguros–Riskcenter UB (www.ub.edu/riskcenter). A lo largo de su trayectoria académica ha publicado numerosos artículos científicos y ha participado en diferentes convenios con empresas privadas e instituciones públicas. Actualmente es Jefa de Estudios del Grado en Estadística Interuniversitario de la Universidad de Barcelona y la Universidad Politécnica de Cataluña.

Mercedes Ayuso Gutiérrez es Catedrática de Estadística Actuarial en la Universidad de Barcelona, Doctora en Economía y Actuarial de Seguros por dicha Universidad. *Full member* del grupo de investigación Riesgo en Finanzas y Seguros–Riskcenter UB. Ha dirigido diferentes proyectos competitivos del Ministerio de Economía y Competitividad y ha publicado numerosos artículos en las principales revistas nacionales e internacionales de seguros. Actualmente coordina el Máster Oficial en Ciencias Actuariales y Financieras de la UB y codirectora del Máster en Dirección de Entidades Aseguradoras y Financieras en dicha Universidad.

Ana María Pérez Marín es Profesora Titular de la Universidad de Barcelona, Actuarial de Seguros y también es miembro del grupo de investigación Riesgo en Finanzas y Seguros–Riskcenter UB. Ha publicado numerosos artículos sobre la duración de los contratos de seguro y la fidelización de los asegurados. Durante su estancia en la Universidad de Lovaina en 2006 realizó un estudio sobre las medidas de riesgo en actividades del negocio asegurador. Actualmente es profesora en el Máster Oficial en Ciencias Actuariales y Financieras de la Universidad de Barcelona.

ÍNDICE

Introducción	11
1. Factores de riesgo y ratios en tarificación	15
1.1. Factores de riesgo en tarificación	16
1.2. Ratios de riesgo en tarificación	18
1.3. Algunos ejemplos de factores de riesgo en los seguros generales: tradicionales y basados en el uso	19
2. Conductas al volante y accidentes de tráfico	25
2.1. Los factores psicofísicos en la tarificación: una óptica novedosa	25
2.2. Algunos factores de riesgo	27
2.2.1. Los kilómetros recorridos	27
2.2.2. La velocidad de conducción	28
2.2.3. El tipo de vía de circulación más frecuente	30
2.2.4. La franja horaria y el día de conducción	30
2.2.5. El uso del vehículo	32
2.2.6. Desaceleración brusca del vehículo	32
3. Nuevos sistemas de tarificación en el seguro del automóvil	35
3.1. Antecedentes	36
3.2. Los sistemas de tarificación basados en el uso	38
3.2.1. Mileage Rate Factor (MRF)	38
3.2.2. Per-Mile-Premium (PMP)	39
3.3.3. Sistema de tarificación basado en el dispositivo GSP	40
3.3. Alcance internacional del seguro PAYD	43

4. La base de datos	47
4.1. Características sociodemográficas de los conductores asegurados	48
4.1.1. Edad de los conductores asegurados	48
4.1.2. Sexo de los conductores asegurados	51
4.1.3. Antigüedad de carnet del conductor asegurado	52
4.2. Características básicas del vehículo asegurado	54
4.2.1. Antigüedad del vehículo asegurado	54
4.2.2. Zona de aparcamiento del vehículo asegurado	57
4.2.3. Potencia del vehículo asegurado	58
4.3. Características básicas de la póliza contratada	59
4.3.1. Duración de la póliza dentro del periodo anual	59
4.4. Características de la siniestralidad de cada conductor asegurado	61
4.4.1. El número de siniestros de Responsabilidad Civil por daños materiales	61
4.4.2. El coste de los siniestros de Responsabilidad Civil por daños materiales	64
4.4.3. El número de siniestros de Responsabilidad Civil por daños personales	66
4.4.4. El coste de los siniestros de Responsabilidad Civil por daños personales	68
4.5. Indicadores de exposición al riesgo del conductor asegurado	71
4.5.1. Kilómetros anuales recorridos por el conductor asegurado	71
4.5.2. Porcentaje de kilómetros recorridos por la noche	73
4.5.3. Porcentaje de exceso de velocidad sobre los límites legalmente permitidos	74
4.5.4. Porcentaje de circulación en vía urbana	75

5. Metodología econométrica: el modelo de regresión logística	79
5.1. Especificación del modelo de regresión logística	80
5.2. Estimación de los parámetros	81
5.3. Interpretación de los resultados	82
6. Influencia de los factores de exposición al riesgo en la probabilidad de sufrir un siniestro: análisis de resultados	83
6.1. Variables incluidas en la modelización: análisis descriptivo univariante	84
6.2. Resultados de la modelización logística: capacidad explicativa	88
Conclusiones	93
Referencias bibliográficas	97
<i>Colección Cuadernos de la Fundación</i> Área de Seguro y Previsión Social	101

INTRODUCCIÓN

Las políticas de tarificación o cálculo de primas en el ámbito asegurador se han fundamentado históricamente en la especificación de grupos de riesgo en términos de siniestralidad declarada. Desde este punto de vista, el cálculo del precio del seguro ha tenido en cuenta a lo largo de muchos años las características del asegurado en relación a un conjunto de variables para las que se ha demostrado la existencia de asociación con el comportamiento en siniestralidad. Es el caso del género del individuo, la edad, la antigüedad de carnet, el tipo de vehículo que conduce, o la potencia del mismo, entre muchas otras.

Las técnicas de tarificación se han clasificado inicialmente en dos grandes grupos en función de si se dispone o no de información sobre la siniestralidad asociada a los individuos. De este modo, cuando el individuo entra a formar parte de la cartera de una compañía aseguradora, de la que no es miembro, es común utilizar el término de tarificación *a priori*, en el sentido de que la prima de seguro que tiene que pagar viene determinada por el comportamiento en siniestralidad experimentado por individuos similares a él que ya forman parte de la cartera. A modo de ejemplo, ser un individuo joven suele conllevar un mayor precio del seguro del automóvil por las mayores cifras en siniestralidad padecidas por este tipo de individuos. Por el contrario, la tarificación *a posteriori*, conocida tradicionalmente como *bonus-malus* en automóviles, se fundamenta en el número de siniestros que el asegurado en una compañía declara a lo largo de un periodo de tiempo. El asegurado que ha tenido siniestros sufre una penalización en la prima, mientras que el que no los ha tenido sufre una bonificación.

Sin embargo, son diferentes los factores que han hecho que las técnicas de *pricing* hayan ido evolucionando notablemente a lo largo de los últimos años, y que en algunos casos se evite ya hablar de “metodologías estanco” de tarificación. El avance en las técnicas informáticas es quizá uno de los más significativos. Hasta que se produjo el gran avance en los métodos de tratamiento de la información era prácticamente imposible trabajar con toda la cartera de asegurados de cara a optimizar el diseño de los grupos de riesgo. Las entidades aseguradoras no disponían de datos informatizados y sistematizados en grandes bases de datos. El diseño de las tarifas respondía a ejercicios puntuales de manera que, una vez determinadas, su uso se mante-

nía durante largos periodos de tiempo. Y esto es lo que ha hecho que ciertas variables se hayan mantenido como variables clásicas de tarificación, incluso existiendo entre algunas de ellas elevados niveles de correlación, desde un punto de vista estadístico, como la edad del conductor asegurado y la antigüedad de carnet.

Las tarifas se han calculado también durante mucho tiempo para grandes grupos de riesgos. El número de variables utilizadas en la segmentación no ha sido en algunos casos muy elevado, lo que ha supuesto concentrar dentro de grupos de tarificación a individuos para los que la homogeneidad en términos de siniestralidad no ha sido tan elevada como sería deseable.

Actualmente, las técnicas de *pricing* buscan objetivos diferenciados a los supuestos tradicionalmente, en un mercado muy competitivo y con un nivel de exigencia por parte de los asegurados cada vez más elevado, teniendo en cuenta la rapidez de acceso a la información sobre los productos aseguradores existentes y sobre las coberturas por éstos ofrecidas. Dos podrían ser los calificativos a la hora de definir las nuevas tendencias en el cálculo de primas de seguros: dinamicidad e individualización de productos.

Se necesitan técnicas de *pricing* dinámicas, que sean capaces de adaptarse de manera rápida a los cambios que afectan al sector asegurador. A modo de ejemplo, actualmente la existencia de comparadores de precios de seguros permite a las compañías saber cuál es su posición en el ranking de primas a cobrar por determinadas coberturas y el riesgo que sufren si los precios aplicados están desviados de la media del sector. La dinamicidad de los sistemas debe permitir realizar cambios en las tarifas aplicadas con cierta facilidad sin que por eso se vean afectados determinados riesgos que pueden influir en el nivel de solvencia de las compañías, como el riesgo de primas o el riesgo de negocio.

Paralelamente, se necesitan técnicas de *pricing* que permitan el diseño de productos cada vez más individualizados. La compañía ha de ser capaz de ofrecer la cobertura demandada por el individuo cobrando la prima suficiente para ello. Cada vez se solicitan productos aseguradores más concretos, que tengan en cuenta determinadas particularidades que pueden ser específicas de grupos muy pequeños de individuos. Ser capaces de cubrir riesgos diferenciados, algunos de ellos novedosos, puede ser un hecho diferencial para una entidad aseguradora.

La exposición al riesgo cubierto es una de las variables que está ganando más peso en los sistemas actuales de tarificación. Esta variable, que no es exclusiva del ámbito asegurador, pretende tener en cuenta en el cálculo de la prima del seguro las características fundamentales del hecho que gene-

ra el riesgo, desde el punto de vista del uso del bien o servicio vinculado al contrato asegurador, y la duración del mismo. Al igual que en el ámbito de la seguridad vial, por ejemplo, es cada vez más relevante el análisis de la siniestralidad en función de la densidad de circulación de las vías, en el campo asegurador se cuestionan situaciones en las que se aplican primas idénticas en función de la siniestralidad experimentada por los asegurados, y no del uso que se haga de la póliza. Véase, por ejemplo, el caso del seguro del automóvil. Desde un punto de vista eminentemente técnico puede cuestionarse el hecho de que una persona que sólo utiliza el vehículo en determinadas ocasiones pague lo mismo por su seguro que aquel que lo utiliza de manera habitual para desplazarse a su lugar de trabajo. O que la persona que habitualmente se desplaza por carreteras pague lo mismo que el que se desplaza por zonas urbanas. O que el que habitualmente conduce por la noche pague lo mismo que el que conduce por el día. Son todas ellas situaciones en las que la exposición al riesgo del asegurado es diferente, bien porque el uso del vehículo es menor, bien porque la densidad de tráfico y las condiciones ambientales y psicofísicas varían, viéndose afectada la probabilidad de sufrir un accidente.

Los estudios más tradicionales en relación al seguro basado en el uso se han centrado en el ámbito del seguro del automóvil. Es por ello que una parte importante de este texto se centra en este producto asegurador, dado el número de referencias bibliográficas que existen a nivel internacional. Sin embargo, en el texto analizamos también otros productos en los que podría llegarse a aplicar una tarificación basada en el uso, como es el caso del seguro de accidentes. Contextos económicos como el actual pueden afectar notablemente a la actividad laboral para la que se contratan determinados productos aseguradores, y la exposición al riesgo puede sufrir variaciones. A todos ellos cabría añadir algunos otros ámbitos en los que ya se viene aplicando de alguna forma la tarificación basada en el uso, como es el caso del seguro del hogar, y las primas diferenciadas aplicadas en el caso de la vivienda habitual y de las segundas residencias.

El texto que tienen en sus manos pretende recoger, de manera exhaustiva, el estado de la cuestión sobre los seguros basados en el uso como nueva tendencia en tarificación.

FACTORES DE RIESGO Y RATIOS EN TARIFICACIÓN

El cálculo de la prima en seguros no vida se ha fundamentado tradicionalmente en la generación de grupos de riesgo teniendo en cuenta el comportamiento de dos variables básicas, la frecuencia y el coste de la siniestralidad observada. Desde este punto de vista, en la tarificación tradicional se han utilizado una serie de hipótesis básicas de partida centradas principalmente en suponer independencia entre las diferentes pólizas que componen la cartera, así como entre diferentes momentos del tiempo.

La idea básica ha sido generar grupos homogéneos de riesgo, es decir, seleccionar una serie de factores que ayudasen a generar conjuntos de asegurados a los que aplicar las mismas tarifas. Este hecho es el que ha dado lugar a una tercera hipótesis de trabajo comúnmente aceptada y es que se ha supuesto que cualesquiera dos pólizas pertenecientes al mismo grupo de riesgo tienen la misma exposición, y por lo tanto la misma distribución de probabilidad para las variables analizadas. No obstante, la ruptura de esta hipótesis, y la aplicación de primas justas dentro de los inicialmente definidos como grupos homogéneos de riesgo, ha supuesto la aplicación posterior de técnicas de *pricing* basadas en la experiencia, como por ejemplo el *bonus malus* en el seguro de automóviles (Ohlsson y Johansson, 2010).

En seguros, prima de riesgo y prima de mercado son dos conceptos diferenciados que es preciso distinguir. La prima de riesgo responde básicamente al cálculo de la prima pura entendida como el producto de la frecuencia y severidad, es decir, la siniestralidad observada. En su cálculo se tienen en cuenta los factores de riesgo para los que la aplicación de determinadas técnicas estadísticas ha demostrado la existencia de correlación con el número de siniestros; algunos factores clásicos son la edad del conductor y el tipo de vehículo que conduce. La prima de mercado es un concepto más novedoso en el que se tiene en cuenta que la compañía de seguros forma parte de un mercado competitivo y dinámico. El objetivo es calcular primas óptimas teniendo en cuenta no sólo la segmentación de riesgos utilizada en el diseño tradicional de tarifas multivariantes, sino también diferentes variables relacionadas con la dinámica del mercado, como el perfil de negocio en el que la entidad aseguradora es más o menos competitiva, el comportamiento observado en caída de cartera (Ayuso

et al., 2011, 2012) a través del estudio de la fidelización de clientes y perfiles de asegurados que abandonan la compañía, las características del individuo que aumentan la probabilidad de que se mantenga en el seguro y no cambie de entidad, o las políticas de precios aplicadas por la competencia, entre otras. Es decir, al hablar de políticas de *pricing* basadas en análisis de mercado nos estamos refiriendo a la aplicación de técnicas de optimización que van más allá de las técnicas tradicionales de segmentación de riesgos, en las que el precio del seguro se calcula de manera prácticamente individualizada y continua, teniendo en cuenta que algunas de las variables utilizadas en la tarificación se miden *on-time* (Haberman y Gerrard, 2006).

En el caso de vida, también técnicas de *pricing* más recientes reflejan las nuevas tendencias marcadas por Solvencia II, en el sentido de llevar a cabo el cálculo de primas desde el punto de vista de las necesidades de capital que tiene la compañía en función de los riesgos adquiridos o el tipo de productos contratados. Técnicas como las basadas en métodos de *market consistent pricing*, *risk based pricing*, *risk neutral pricing* o *principles based reserved* buscan sistemas de tarificación basados en la optimización de precios teniendo en cuenta, como comentábamos en el párrafo anterior, no sólo la siniestralidad observada sino el comportamiento de las variables de entorno.

En cualquiera de los casos, tanto si el objetivo de la empresa es continuar utilizando métodos tradicionales como si lo que persigue es optimizar el cálculo de tarifas, la segmentación de los grupos de riesgo sigue siendo fundamental y necesaria en el cálculo de las primas.

Nuestro objetivo en este trabajo es profundizar en el diseño de la prima de riesgo, analizando nuevos factores que hasta la fecha no han sido demasiado tratados en el mercado español, y para los que la experiencia obtenida de otros sistemas, como el norteamericano, ha demostrado una clara eficiencia.

Así pues, *factores de riesgo* y *ratios de riesgo* son dos conceptos claves para la tarificación, que pasamos a analizar a continuación.

1.1. FACTORES DE RIESGO EN TARIFICACIÓN

Los factores de riesgo utilizados en el cálculo de primas suelen seleccionarse por las entidades aseguradoras mediante el empleo de métodos estadísticos. Algunas técnicas como el uso de MLG (Modelos Lineales Generalizados) o técnicas multivariantes de segmentación (*trees*, discriminantes,...) son suficientemente conocidas. Su objetivo es determinar aquellas variables para las que, desde un punto de vista estadístico, se demuestra la existencia de correlación con el suceso analizado (normalmente, número de siniestros, cos-

te de los siniestros, o siniestralidad, entendida como el producto de ambos conceptos). Las técnicas pueden ser explicativas o descriptivas. En las primeras se buscan relaciones del tipo causa-efecto, como es el caso de la aplicación de Modelos Lineales Generalizados, en los que se define una variable dependiente cuyo comportamiento se quiere analizar a partir de un conjunto de variables explicativas o regresores (por ejemplo, el coste de los siniestros pagados por daños corporales por una compañía aseguradora en función de las características del daño, del tipo de vehículo, de la severidad de las lesiones, etc.). Las técnicas pueden ser también descriptivas, en el sentido de no tener como objetivo la especificación de un modelo, sino directamente la generación de grupos de riesgo. Para ello se utilizan aquellas variables para las que la metodología estadística aplicada (fundamentada en el cálculo de distancias, contrastes de medias, análisis de varianzas,...) demuestra capacidad para realizar segmentación desde un punto de vista estadístico.

Los factores de riesgo tradicionales son suficientemente conocidos y, obviamente, podría tratarse de una lista extensa si pretendiésemos referirnos a toda la cesta de productos aseguradores. Básicamente los factores de riesgo utilizados están relacionados con cuatro características fundamentales: (i) Características de los tomadores/asegurados (edad, padecimiento de enfermedades anteriores, líneas de negocio, si se trata de una empresa, ...), (ii) características del bien sobre el que se cubre el riesgo (características del hogar, tipo de vehículo, tipo de empresa,...), (iii) variables relacionadas con el entorno (precios aplicados por la competencia, situación económica,...), y (iv) variables obtenidas de la propia experiencia de la compañía (niveles de satisfacción de los asegurados, fidelización, caída de cartera,...). Es destacable que el número de factores de riesgo a considerar en tarificación no es un valor fijo. En realidad, son diferentes los hechos que hacen que el número de factores de riesgo utilizados sea cambiante y que, aunque algunos de ellos se hayan mantenido a lo largo del tiempo (como la edad) otros hayan ido ganando peso de forma más reciente (véase la importancia que puede tener actualmente en tarificación la existencia de buscadores de precios por Internet).

Uno de los factores de riesgo que está ganando mayor importancia a nivel internacional, y en el que se centra el presente texto, es el uso que se hace del bien o de la actividad asegurada. Parece lógico pensar, y a lo largo del libro así se ilustra a partir de una extensa revisión bibliográfica llevada a cabo en el desarrollo del proyecto de investigación, que el individuo debe pagar la prima por un seguro en función del riesgo que genera. La Ley del Contrato de Seguro establece que el asegurado deberá pagar una prima justa en función del riesgo que está generando, es decir, deberían descartarse aquellas situaciones en las que, aun estando en vigor la póliza, no hiciese falta la cobertura del riesgo, simplemente porque este no existe. Las primas podrían ser de

esta forma más equitativas, de manera que los asegurados pagasen unas primas proporcionales al riesgo real que generan.

Determinar la prima a pagar por los asegurados de forma proporcional al riesgo que generan supone ahondar en un conjunto de factores de riesgo no considerados hasta la fecha, al menos de manera generalizada por el sector asegurador español. Supone además, en algunos casos, la inserción directa de la política aseguradora en otros ámbitos (véase, por ejemplo, en el ámbito del seguro del automóvil, la relación con las políticas de seguridad vial, o con políticas medioambientales, de reducción de CO₂; o en el ámbito de los seguros de accidentes, la posible relación con la situación laboral actual, con un elevado número de parados, etc.). En algunos productos aseguradores ya se están utilizando factores de este tipo (por ejemplo, en el seguro del hogar, cuando se diferencia entre la vivienda habitual o segunda residencia). Sin embargo, el número de factores que pueden llegar a ser considerados, y más aún, las posibilidades que existen de implementarlos en tarificación no ha sido, a nuestro entender, objeto de una investigación exhaustiva, como la que se acomete en este trabajo. A las pocas experiencias existentes para nuestro país añadiremos las obtenidas para otros países en los que el seguro basado en el uso está mucho más extendido, fundamentalmente en el contexto del seguro del automóvil.

1.2. RATIOS DE RIESGO EN TARIFICACIÓN

Las ratios de riesgo utilizadas en tarificación relacionan el comportamiento de una variable aleatoria (variable respuesta, o variable indicadora del acaecimiento del riesgo) con una variable de exposición. Algunas de las ratios de riesgo comúnmente utilizadas aparecen recogidas en la Tabla 1.1, donde se detallan las variables respuesta y las variables exposición utilizadas.

Tabla 1.1. Ratios de riesgo

Variable Exposición	Variable Respuesta	Ratio
Duración	Número de siniestros	Frecuencia de siniestros
Duración	Coste del siniestro	Prima pura
Número de siniestros	Coste del siniestro	Severidad media
Primas ganadas	Coste del siniestro	Ratio de pérdida
Número de siniestros	Número de grandes siniestros	Proporción de grandes siniestros

Fuente: Ohlsson y Johansson (2010)

Las variables contempladas en la Tabla 1.1 son suficientemente conocidas y una definición detallada puede encontrarse en Ohlsson y Johansson (2010). Lo más importante es tener en cuenta, como estos propios autores señalan, la relevancia que la variable exposición al riesgo tiene en la definición de los ratios de riesgo. Los modelos econométricos utilizados en la selección de factores de riesgo deben tener en cuenta el comportamiento estadístico de dicha variable. A modo de ejemplo, la variable *duración* se ha definido tradicionalmente como el periodo de tiempo en que la póliza está en vigor, habitualmente medido en años. Sin embargo, cuando entre los factores de riesgo queremos introducir el uso que se hace, por ejemplo, del bien asegurado, la variable de exposición se verá transformada: el tratamiento de la variable que hasta ese momento se hacía desde un punto de vista continuo pasa a discretizarse teniendo en cuenta duraciones inferiores. Como ejemplo, puede plantearse lo que supondría introducir el uso del vehículo para el desplazamiento al trabajo en una ciudad como factor de riesgo en el seguro del automóvil.

Las oportunidades que el análisis de los seguros basados en el uso ofrecen desde un punto de vista metodológico son, por tanto, de gran interés, aunque la escasez de bases de datos ha hecho que las contribuciones existentes actualmente desde el punto de vista de investigación actuarial sean muy limitadas. En este texto se desea hacer eco de las principales referencias internacionales recogidas en la literatura especializada, y se lleva a cabo un análisis detallado de los objetivos y resultados alcanzados en los trabajos analizados. Además el estudio realizado nos ha permitido conocer el funcionamiento de este tipo de seguros en los países en los que está más implementado.

1.3. ALGUNOS EJEMPLOS DE FACTORES DE RIESGO EN LOS SEGUROS GENERALES: TRADICIONALES Y BASADOS EN EL USO

Veamos a continuación algunos de los factores de riesgo utilizados de manera tradicional en la tarificación de productos aseguradores ofertados en España, y otros posibles factores relacionados con el uso que podrían llegar a tenerse en cuenta. Para ello, se ha centrado la atención en el ramo de seguros generales (lógicamente, la selección de factores de riesgo en el caso de los seguros de vida está mucho más acotada). En concreto, en el seguro del automóvil, el seguro de accidentes, e incluso en la incapacidad laboral en el seguro de salud y reembolso de gastos, la definición de factores de riesgo basados en el uso puede estar más claramente identificada. A modo de ejemplo, a continuación se analiza el seguro de accidentes, donde se definen las coberturas ofrecidas de modo que se facilite la interpretación y comprensión de los factores de riesgo planteados. El seguro del automóvil será tratado en los próximos capítulos de forma más extensa.

El artículo 100 de la Ley 50/1980, de 8 de octubre, de Contrato de Seguro (modificada por la Ley 30/1995 de 8 de noviembre, de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados) define un accidente como la lesión corporal que deriva de una causa violenta súbita, externa y ajena a la intencionalidad del asegurado, que produzca invalidez temporal o permanente o muerte.

En este sentido, los seguros de accidentes pueden ofrecer una amplia gama de coberturas, y estar asociados a situaciones de riesgo diversas, como riesgos laborales, riesgos domésticos, riesgos en viajes, o riesgos en desplazamientos, entre muchos otros. Dado que las coberturas pueden ser diversas, buscar una clasificación para los seguros de accidentes no es tarea fácil. Una vez realizada una revisión exhaustiva de los condicionados generales de diferentes tipos de pólizas ofertadas en nuestro país, se observa que una de las que más se utiliza es la que diferencia entre las siguientes modalidades de contratación:

- a) Seguros de accidentes con cobertura total: conocidos también como “seguros de riesgo 24 horas”, que cubren los accidentes que pueda padecer el asegurado durante el ejercicio de la profesión declarada en las condiciones particulares de la póliza, así como durante su vida privada.
- b) Seguros de riesgo laboral: conocidos también como seguros de riesgo profesional, son los que cubren los accidentes ocurridos en el ejercicio de la profesión declarada, contemplando además en numerosas ocasiones los accidentes ocurridos *in itinere*, es decir, los acaecidos al ir o al volver del lugar del trabajo.
- c) Seguros de riesgo extralaboral, o seguros de riesgo extraprofesional: son los que cubren al asegurado de los posibles accidentes fuera de su ocupación laboral.
- d) Seguros de accidentes ligados al riesgo de circulación: como el seguro obligatorio de viajeros, de obligada suscripción para las compañías de transporte públicas y privadas, que garantiza la cobertura necesaria para los daños sufridos por los pasajeros.

Las coberturas ofrecidas por este tipo de seguros se centran fundamentalmente en el pago de prestaciones económicas por la incapacidad permanente parcial, absoluta o total derivada del accidente, así como del posible fallecimiento que pueda derivarse. En algunos de los seguros ofertados se hace asimismo referencia a la importancia de la cobertura de asistencia sanitaria, es decir, al pago de los gastos médicos, farmacéuticos y sanitarios que se deriven como consecuencia del accidente sufrido por el asegurado. Es importante destacar que en este tipo de productos el asegurado puede optar por un

seguro múltiple, es decir, una misma persona puede tener varios seguros de accidentes con diferentes compañías en los que aparezca como asegurado. De este modo el efecto que puede tener la exposición al riesgo de sufrir un accidente que tenga el individuo puede afectar simultáneamente a varios aseguradores.

Los factores de riesgo tradicionales tenidos en cuenta en la tarificación de un seguro de accidentes están directamente relacionados con la modalidad de seguro contratado, o con las garantías cubiertas. En un seguro de accidentes ligado a la realización de un viaje los factores utilizados en la tarificación tienen que ver, por ejemplo, con el lugar al que se viaja (si es, por ejemplo, una zona de elevado riesgo por la existencia de conflictos políticos), y con los gastos de la asistencia sanitaria que puedan derivarse de la cobertura del riesgo en el lugar de destino, o la repatriación de los cadáveres en caso de fallecimiento. En esta y otras modalidades de seguros de accidentes no parece fácil pensar a priori en factores de riesgo asociados al uso del bien o servicio asegurado, y que pudieran ser tenidos en cuenta en la tarificación.

Es en el seguro de accidentes laborales donde podríamos tratar de encontrar factores asociados a la realización de la actividad que, en cierto modo, permitiesen buscar factores de riesgo adicionales a tener en cuenta en la tarificación, siguiendo un procedimiento análogo al considerado en un seguro basado en el uso. Dos son los puntos de partida en este ejercicio. Por un lado, analizar cómo la puesta en marcha de incentivos para la reducción de la siniestralidad en accidentes de trabajo¹ puede trasladarse a la tarificación de cualquier tipo de seguro de accidentes laborales, incluyendo los contratados por trabajadores autónomos. Es el llamado *bonus-malus* en el seguro de accidentes de trabajo (FUNDACIÓN MAPFRE, 2010). Por otro, tener en cuenta la influencia que la tarificación del seguro del automóvil basada en el uso, y que se analiza detalladamente a lo largo del presente texto, puede tener en la tarificación del seguro de accidentes laborales dado que, como hemos comentado en páginas anteriores, este tipo de seguros suele cubrir también los desplazamientos *in itinere* (ofreciendo, por ejemplo, un capital adicional en caso de fallecimiento por accidente de circulación).

Y, ¿cuáles son los factores de riesgo que podrían considerarse en el ámbito de los seguros laborales teniendo en cuenta la forma en que se desarrolla la actividad que puede dar lugar al accidente?.

¹ Real Decreto 404/2010, de 31 de marzo, por el que se regula el establecimiento de un sistema de reducción de las cotizaciones por contingencias profesionales a las empresas que hayan contribuido especialmente a la disminución y prevención de la siniestralidad laboral.

En el seguro *Pay-as-you-drive* (en adelante, PAYD) se consideran diferentes factores relacionados con el uso del vehículo, como el porcentaje de exceso de velocidad sobre los límites permitidos, el tipo de vía o la franja horaria de conducción, que se añaden a los factores de tarificación tradicionales. En los seguros de accidentes laborales existen una serie de factores clásicos ligados con el tipo de actividad profesional realizada clasificada en grandes grupos (agricultura, construcción, etc.), las características del trabajo realizado dentro de dicha profesión (por ejemplo, en el ámbito de la construcción, alicatado en altura inferior a 5 metros; o en el campo de la agricultura, agricultor con conducción de máquinas), y la edad del individuo. A ellos podrían añadirse aquellos que tienen que ver directamente con la forma en que se desarrolla la actividad laboral y que puede incidir directamente en la siniestralidad declarada en este tipo de seguros.

El conocimiento de cuáles son los hábitos y conductas del individuo en la actividad laboral diaria puede ser de gran relevancia a la hora de calcular primas justas para los seguros de accidentes laborales. Existen factores de comportamiento que guardan relación directa con el riesgo, pero en numerosas ocasiones son difíciles de medir. Las medidas de prevención de riesgos pueden incidir notablemente en la probabilidad de sufrir un accidente, y un seguro de accidentes debería prever en su tarificación sistemas de validación de estas medidas, que se pasan por alto en numerosas ocasiones.

¿Cómo puede analizar una compañía aseguradora la exposición al riesgo en el ámbito de un seguro de accidentes laborales? De la misma manera que en un seguro PAYD el asegurado accede a la instalación de un GPS que permita realizar controles sobre el tipo de conducción realizada, en un seguro de accidentes laborales el asegurado puede prestarse a la realización de controles sobre la actividad laboral realizada, sin que sea necesario el acaecimiento de un siniestro para que estos se lleven a cabo. Es decir, se trata de controles llevados a cabo de manera preventiva. Supongamos, por ejemplo, que el asegurado accede en el momento de contratación del seguro de accidentes a que la compañía valide de manera aleatoria durante la duración de la póliza el seguimiento de determinadas normas de seguridad laboral. La exposición al riesgo de accidente se verá probablemente reducida, por la no relajación en las medidas de prevención de riesgos laborales, que pueden ser controladas por el asegurador de manera no prevista por el asegurado en cualquier momento del tiempo. El consentimiento a la realización de auditorías voluntarias (sin estar obligados legalmente) es una de las actuaciones contempladas en el RD 404/2010. La exposición al riesgo de sufrir un accidente laboral se verá reducida ante el cumplimiento de alguno o varios de los aspectos técnicos contemplados en dicho Real Decreto, como el incremento de los recursos preventivos propios, la realización de planes de seguridad vial relacionados

con la actividad laboral, la disminución del número de trabajadores expuestos a actividades profesionales o el seguimiento exhaustivo de los índices de siniestralidad laboral, teniendo en cuenta tanto el número de partes de accidentes de trabajo declarados, como la gravedad de dichos accidentes.

En lo que respecta a la cobertura del riesgo de accidente *in itinere*, el seguro de automóviles basado en el uso cobra todo su sentido. Es sobre este tipo de seguro sobre el que versa el resto del texto. De esta forma en el capítulo 2 hacemos especial referencia al peso que los factores psicofísicos están ganando en la tarificación de automóviles; es lo que hemos denominado conductas al volante y accidentes de tráfico. En el capítulo 3 presentamos nuevos sistemas de tarificación en el seguro de autos teniendo en cuenta variables fundamentadas en el uso y la exposición al riesgo, haciendo una revisión de algunos de los productos existentes actualmente a nivel internacional, para pasar en el capítulo 4 y siguientes a realizar un análisis empírico fundamentado en una muestra de una cartera de pólizas de una entidad aseguradora española. Concluye el estudio con un resumen de las principales conclusiones obtenidas en el trabajo de investigación desarrollado.

CONDUCTAS AL VOLANTE Y ACCIDENTES DE TRÁFICO

En este capítulo se analiza la relación entre la conducta al volante y la siniestralidad. Se trata de conocer los factores relacionados con el uso en los que se basarán los nuevos sistemas de tarificación que se aplican a pólizas PAYD.

2.1. LOS FACTORES PSICOFÍSICOS EN LA TARIFICACIÓN: UNA ÓPTICA NOVEDOSA

El historial de siniestros del asegurado ha sido siempre un indicador veraz de la propensión del individuo a sufrir accidentes y, como tal, es tenido en cuenta a la hora de determinar la prima a pagar en los sistemas *bonus-malus*. Adicionalmente, la posibilidad que tienen hoy en día las compañías aseguradoras de acceder a este historial puede llevar a la no admisión de un nuevo asegurado interesado en contratar una póliza, si este tiene antecedentes que le hacen gravoso para la compañía en términos de indemnizaciones que previsiblemente tendrá que asumir.

Por otro lado, las características personales del asegurado (edad, sexo, antigüedad del permiso de conducir, etc.), así como del vehículo (número de ruedas, relación peso-potencia, etc.) son variables que ayudan a definir la prima a pagar, y que han sido ampliamente estudiadas en la literatura especializada (Rhodes y Pivik, 2010; Yannis et al., 2005).

Sin embargo, al margen del historial de siniestralidad y de las características del asegurado y de su vehículo, resulta evidente que el conocimiento de cuáles son los hábitos y conductas al volante del conductor sería de gran relevancia para ajustar mejor la tarificación. Su consideración produciría una ventaja competitiva, pues permitiría refinar el cálculo de la prima a pagar, de modo que, en particular, los buenos conductores resultaran atraídos por el producto asegurador.

En este sentido, existen diversos factores psicofísicos que guardan relación directa con el riesgo y que han sido poco explorados hasta el momento por

las compañías. Su asociación con el riesgo de accidentes es bien conocida en el ámbito de la seguridad vial, pero el modo de tenerlos en cuenta en la tarificación escapa a las prácticas tradicionales, dada la dificultad práctica e incluso legal que puede suponer. Sin ir más lejos, dichos datos no se hallan recogidos en las estadísticas sobre siniestralidad que publica la Dirección General de Tráfico, así que es la propia compañía la que tendría que obtenerlos y contrastar su influencia desde un punto de vista estadístico.

Así, tal y como se detallará más adelante, es ampliamente aceptado que la velocidad de conducción es un factor de riesgo relevante que incide en la probabilidad de sufrir accidentes (Aarts y van Schagen, 2006). Obviamente, no se puede obtener información sobre esta variable a partir de datos facilitados por el asegurado o que puedan observarse directamente. Por un lado, sería difícil valorar la veracidad en la respuesta a una pregunta tal como si suele infringir los límites de velocidad; por otro lado, el propio asegurado podría hacer una valoración subjetiva y quizás inadecuada sobre su capacidad para adaptar su velocidad de conducción a las características de la vía o a factores ambientales (lluvia, hielo, visibilidad, etc.). Así pues, un sistema de tarificación que desee tener en cuenta esta variable debería tener acceso a datos objetivos sobre velocidad de circulación, que el propio asegurado no puede facilitar.

En este punto, el recurso a las nuevas tecnologías de la información parece la única salida viable. El uso de la telemática a bordo del vehículo, que haga posible la transmisión de datos sobre el modo en que este está siendo conducido es una de las posibilidades que se ha comenzado a explorar en tiempos recientes. Sin embargo, estas prácticas tropiezan con algunos obstáculos, que no impiden que sean consideradas por algunos como el futuro del seguro del automóvil. Por ejemplo, Laurie (2011) afirma que en los próximos años se incrementará la receptividad del consumidor a este tipo de prácticas, se resolverán algunos de los problemas regulatorios que dificultan su implementación, se introducirán productos telemáticos de última generación, que se irán mejorando progresivamente, y se instaurarán ventajas competitivas en las aseguradoras que incorporen estos productos, a expensas de sus rivales.

Entre los inconvenientes para implantar sistemas telemáticos figura que, hoy por hoy, por motivos legales no es posible obligar a ningún asegurado a instalar en su vehículo un GPS conectado a su compañía. En el caso de las flotas de vehículos, el conocimiento del lugar en que se hallan los coches puede constituir información sensible, que debería ser protegida por políticas de privacidad a menos que los empleados firmen en su contrato una cláusula accediendo a este tipo de control. Otro inconveniente es el relacionado con el coste económico de la instalación de los dispositivos. A este respecto, Bordoff

y Noel (2008) llevan a cabo un interesante análisis coste-beneficio de los sistemas PAYD.

A pesar de estos inconvenientes a la generalización del uso de dispositivos telemáticos, su uso voluntario es sencillo de incentivar por parte de algunos aseguradores mediante una rebaja en la prima a pagar para aquellos conductores que se presten a instalarlo. Según Laurie (2011), una reciente encuesta llevada a cabo en el Reino Unido indica que el 64% de los conductores modificaría su conducción si ello le reportara un 10% de descuento en su prima, y una mayoría de consumidores estaría dispuesta a permitir el control de su velocidad, frenado y localización.

Nótese que dichos conductores serán con mayor probabilidad individuos respetuosos con las normas de circulación. Así mismo, tal y como constatan Greaves y Fifer (2010), la implementación de sistemas que tengan en cuenta estos factores incide en el aumento de prácticas seguras al volante. Así, un conductor que tiene conocimiento de que sus datos sobre velocidad, etc. están siendo transmitidos a su compañía se ve incentivado a mejorar sus hábitos y conductas al volante, promoviendo una reducción en su siniestralidad.

2.2. ALGUNOS FACTORES DE RIESGO

En este apartado se detallan algunos factores de riesgo que deberían ser tenidos en cuenta si se quiere acometer una tarificación que dé un paso más allá respecto a las prácticas tradicionales.

2.2.1. Los kilómetros recorridos

Resulta evidente que el número de kilómetros recorridos guarda una relación directa con la exposición al riesgo y con la probabilidad de accidente. Sin embargo, dicha relación no siempre es proporcional, en contra de lo que pudiera parecer.

Según constata Litman (2005), los conductores que usan más el vehículo tienden a tener menos accidentes por unidad de distancia recorrida que aquellos que lo utilizan poco. Entre otros motivos para entender este fenómeno cita los siguientes:

- Los conductores más habituales adquieren una mayor destreza al volante que aquellos que lo utilizan menos, reduciéndose de este modo su tasa de accidentalidad por unidad de distancia recorrida.

- Los vehículos nuevos (y, por tanto, más seguros) suelen conducirse más.
- Los conductores urbanos suelen tener mayor tasa de accidentes y menor kilometraje anual.
- Los conductores más habituales suelen hacer un mayor uso de vías seguras, como autopistas con los dos sentidos de la circulación separados.

Este mismo sesgo es analizado por Langford et al. (2008) que concluye que cuanto menos conduce un individuo, mayor es su tasa de accidentes por kilómetro (milla) recorrido. Y este fenómeno se reproduce tanto si es el propio conductor quien informa de su kilometraje, como si este se recoge a través de un odómetro, si bien en este último caso el efecto es menos agudo.

Bordoff y Noel (2008) matizan que sí que existe proporcionalidad entre el kilometraje de un conductor individual y su probabilidad de sufrir un accidente. Es decir, si un conductor reduce su exposición al riesgo a la mitad, la probabilidad de que se vea implicado en un accidente también disminuye aproximadamente en la misma medida. Ello es debido a que las características individuales del conductor y su actuación al volante no se ven alteradas por el hecho de que conduzca más o menos.

Como consecuencia de este último punto, un seguro como el PAYD, que tenga en cuenta el kilometraje del vehículo e incentive al asegurado a conducir menos, logrará una reducción en su siniestralidad proporcional a la disminución en el kilometraje que se produzca.

Buxbaum (2006) se ocupó de cuantificar el descenso esperado en el kilometraje motivado por reducciones en la prima PAYD. Para ello, llevó a cabo un experimento en Minnesota (EE.UU.) con 130 familias. Después de crear un grupo al que se le aplicó el descuento y otro que fue tratado como grupo de control, estudió los cambios en el kilometraje (VMT, *Vehicle miles travelled*) producidos por pólizas PAYD basadas en esa variable. Concluyó que el descenso en la distancia recorrida depende de diversas características del individuo (familiaridad con las nuevas tecnologías, conciencia ambiental, etc.), así como del uso que se da al vehículo. Por ejemplo, en los fines de semana el descenso observado en el kilometraje del grupo de estudio respecto al de control fue aproximadamente de un 8%, en tanto que la circulación de estos conductores en horas punta se redujo casi en un 10%.

Por otro lado, a partir de otro estudio llevado a cabo en los Estados Unidos, Edlin (2003) señala que una reducción del 10% en el kilometraje conlleva una reducción del coste total de los accidentes, indemnizaciones y heridos entre el 14% y el 18%.

Si bien estos datos tendrían que ser contrastados en el mercado español, parece claro que el sistema PAYD incentiva la reducción en el kilometraje y, como consecuencia, la disminución de los costes totales asociados a los accidentes.

2.2.2. La velocidad de conducción

Es un hecho ampliamente admitido que la velocidad a la que circula un vehículo se relaciona con la severidad de los accidentes que pueda sufrir (OMS, 2004; Jun et al. 2007, 2011). Las consecuencias de un accidente dependen directamente de la energía cinética que el vehículo poseía antes del choque, de modo que la relación entre velocidad y gravedad del accidente es inequívoca.

Por otro lado, aunque el tema no está exento de controversia (Shinar, 1998), está demostrado que la velocidad no solo influye en la severidad del accidente, sino también en la probabilidad de sufrir un siniestro. Sin embargo, en este caso la relación no es proporcional y numerosos factores tienen influencia sobre ella. Evidentemente, una mayor velocidad conlleva un aumento de la distancia de frenado y una disminución del tiempo de reacción; así, a alta velocidad es más difícil evitar un accidente. Adicionalmente, existen otras variables no tan obvias que también interaccionan con la velocidad, como, por ejemplo, la dispersión de la velocidad entre diferentes vehículos (Aarts y van Schagen, 2006).

El resultado de todo ello, tal y como señalan Elvik et al. (2004), es que existe una fuerte asociación estadística entre velocidad y siniestralidad vial. A partir de datos de Suecia y Noruega, estos autores concluyen que si la velocidad media del tráfico disminuye un 10%, el número de muertos en accidente desciende un 37,8%. Además, llevan a cabo un meta-análisis basado en 77 estudios relevantes y demuestran que la relación entre velocidad y siniestralidad es causal, que la velocidad es la variable que más incidencia tiene sobre la probabilidad de accidente, y que esta relación no depende del país en que se estudie, ni del período temporal, ni del tipo de vía. Indefectiblemente, si la velocidad media disminuye, el número de accidentes se reduce.

Particularizando al caso de España, la Dirección General de Tráfico señala que en el 13% de los accidentes con víctimas ocurridos en el 2010 concurrió una velocidad inadecuada. Este porcentaje se eleva hasta el 20% en el caso de las vías interurbanas. Además, en el 27% de los accidentes mortales se apreció que la velocidad fue un factor concurrente.

A partir de estas evidencias, podemos concluir que un sistema asegurador que tenga en cuenta el comportamiento del conductor en lo que a velocidad de circulación se refiere, podrá incorporar esta variable en la tarificación, consiguiendo de este modo un ajuste en las primas y la consiguiente ventaja competitiva.

2.2.3. El tipo de vía de circulación más frecuente

El tipo de vía por el que el vehículo circula de forma preferente o más frecuentemente es otro de los factores que se relacionan con el riesgo de sufrir un accidente.

Según Laurie (2011) en Gran Bretaña la tasa de accidentalidad en vías urbanas es 8,26 veces más elevada que en autopistas, mientras que en carreteras lo es 2,82 veces.

Según el Anuario Estadístico de Accidentes de la Dirección General de Tráfico, en el año 2010 hubo en España un total de 85.503 accidentes con víctimas. De ellos, el 45,8% tuvieron lugar en carretera y el resto en zona urbana. Estos siniestros generaron un total de 122.826 víctimas, 2.478 de ellas mortales. Si bien el número total de víctimas se reparte de forma casi equitativa entre carretera y zona urbana, el 77,8% de los muertos y el 63,1% de los heridos graves se registraron en carretera. Hay que señalar que en ciudad se producen numerosos accidentes sin daños personales reseñables, dada la menor velocidad a la que pueden circular en general los vehículos, si bien los daños materiales son cuantiosos.

2.2.4. La franja horaria y el día de conducción

El momento/franja horaria del día y los días de la semana en los que un conductor suele usar su vehículo de forma preferente tienen clara influencia sobre el riesgo que corre. El estado del tráfico, el uso del vehículo (laboral, ocio, etc.), las condiciones psicofísicas del conductor, y los hábitos y conductas derivados de su estilo de vida tienen fuerte asociación con el momento temporal y con el riesgo de accidente.

El tráfico es un fenómeno absolutamente estacional dentro de las 24 horas del día, de modo que hay diversos factores que se ven modificados en función de la hora. Una de las variables que se modifica de modo más obvio a lo largo del día es la intensidad de circulación, que suele medirse a través de la intensidad media diaria (IMD) o flujo medio de vehículos que circulan por una vía en un día.

La intensidad media diaria, en condiciones normales, es más elevada durante el día que por la noche. La ingeniería de tráfico estudia cómo se reparte la intensidad de vehículos a lo largo de las diferentes franjas horarias del día. Se comprueba empíricamente que la intensidad media va variando a lo largo del año, del mes y del día (Cal y Cárdenas, 2003). En periodos nocturnos (entre las 22:00 y las 6:00), el flujo de vehículos durante una hora puede ser solo del 1% de los que circulan durante todo el día. En cambio, entre las 6:00 y las 22:00 puede haber horas en que circulen el triple de vehículos de los que indica la IMD. Obviamente, son cifras medias, que dependen de muchos factores difíciles de cuantificar. Sin embargo, la relación entre intensidad de vehículos y siniestralidad no es en ningún caso directa. Una mayor congestión implica una reducción en la velocidad media de circulación, variable que, como se ha visto, sí tiene una asociación positiva con la siniestralidad.

A este respecto, Akerstedt et al. (2001) llevan a cabo un interesante estudio sobre la probabilidad de sufrir un accidente en función de las diferentes horas del día. A partir de datos sobre 10.334 accidentes sin presencia de alcoholemia acaecidos en Suecia, y tomando como referencia el período entre las 10 y las 11 de la mañana, concluyen que el momento de mayor peligrosidad se encuentra alrededor de las 4 de la madrugada, hora a la que hay 5,7 veces más probabilidad de resultar herido en accidente, y 11,4 veces más de morir. Este mismo patrón es seguido por la probabilidad de tener accidentes sin concurrencia de otros vehículos, como por ejemplo salidas de vía. En cambio, los accidentes derivados de adelantamientos o alcances por detrás no siguen un patrón estacional asociado a las 24 horas del día.

Según este mismo estudio, si se consideran también los accidentes en los que concurre alcoholemia, las *odds-ratio* se duplican, de modo que el período nocturno resulta aún más claramente diferenciado como el de más peligrosidad. Además de la presencia de alcohol, la somnolencia parece ser un factor implicado, por encima del efecto de la oscuridad, que no se muestra relevante.

Igualmente, los días en que el conductor usa con más asiduidad su vehículo tienen incidencia en su riesgo de sufrir accidentes. Existen diferentes interacciones entre variables en este sentido. Por ejemplo, es ampliamente conocido que la peligrosidad aumenta entre conductores jóvenes en las noches de sábados y domingos, y más si conducen un vehículo potente (Williams et al, 2012; Doherty et al. 1998). El consumo de alcohol y drogas, así como las conductas arriesgadas al volante son factores con frecuencia desencadenantes de siniestros.

Así, la edad del conductor es una variable que se interrelaciona con la peligrosidad asociada a las diferentes horas del día y días de la semana. Numerosos

estudios muestran que la conducción nocturna entre los jóvenes incrementa de forma muy significativa la siniestralidad (Rice et al, 2003). Ello es en buena parte debido al consumo de drogas y alcohol, así como a las conductas arriesgadas al volante que se asocian a la vida recreativa nocturna. A este respecto, Calafat et al. (2008) llevan a cabo un estudio en tres Comunidades Autónomas españolas (Baleares, Galicia y Valencia), que confirma una vez más estas hipótesis.

Estos resultados llevan a concluir que un sistema PAYD eficiente debe tener en cuenta los hábitos del asegurado en lo que a hora y días de conducción se refiere. Ello supone un modo indirecto de estimar su estilo de vida, que es lo realmente determinante para las conductas de riesgo que asume. Un GPS instalado en su vehículo permite verificar los datos temporales. Un asegurado que acostumbre a conducir por la noche y, si es joven, en fines de semana tendrá mayor riesgo de sufrir accidentes que si lo hace a otras horas del día o períodos semanales.

2.2.5. El uso del vehículo

Además de las características demográficas y socio-económicas, el tipo de actividad diaria y los patrones de desplazamiento de un individuo tienen fuerte influencia sobre la probabilidad de que sufra un accidente.

Elias et al. (2010) estudian con detenimiento este tema a partir de una encuesta llevada a cabo a 655 individuos residentes en una ciudad de Israel. Se recogieron viajes diarios y accidentes sufridos por conductores, pasajeros y peatones. Sus resultados muestran que las personas que usan el vehículo como medio de desplazamiento al trabajo, incluso si realizan otras actividades aprovechando los mismos trayectos, tienen menos probabilidades de sufrir siniestros que aquellos que usan el vehículo para actividades diferentes del trabajo o el estudio. Se demuestra que el riesgo de accidente es mayor en trayectos que no tienen un propósito específico. Al-Balbissi (2003) muestra también que los hombres tienen más accidentes debido a que triplican su participación respecto a las mujeres en actividades sociales y económicas.

2.2.6. Desaceleración brusca del vehículo

Una de las variables que recientemente se está empezando a tener en cuenta para aproximar el mayor o menor riesgo que un conductor asume a causa de su estilo de conducción es el número de desaceleraciones bruscas o frenazos que lleva a cabo. No existe consenso sobre qué se considera un frena-

zo brusco, pero las desaceleraciones que se manejan en la escasa literatura sobre el tema están entre las 4 y las 8 mph/s (millas por hora por segundo)².

Jun et al. (2007) muestran que el número de desaceleraciones bruscas es una variable que sirve para explicar la probabilidad de verse involucrado en un accidente. El efecto es especialmente intenso en viajes matinales por cualquier vía, y en desplazamientos nocturnos por carreteras locales. Estos períodos del día no son propicios a presentar congestión, de modo que este hecho podría atribuirse a un descuido en la distancia de seguridad o a las distracciones causadas por el uso de móviles, etc. (Farmer et al., 2010).

Concluimos este capítulo señalando como un sistema telemático como el GPS que permita detectar los tipos de comportamientos analizados en este apartado podría ser de utilidad para estimar el riesgo asociado a un conductor.

² Una milla equivale a 1,609344 kilómetros. Así, por ejemplo, una desaceleración de 6 mph/s, sería equivalente a una frenada de casi 10 km/h por segundo.

NUEVOS SISTEMAS DE TARIFICACIÓN EN EL SEGURO DEL AUTOMÓVIL

Este capítulo se dedica a presentar los nuevos sistemas de tarificación que se aplican a pólizas PAYD. Tras mostrar las primeras aproximaciones a estos seguros desde una perspectiva histórica, se detallan diversas tipologías de seguros PAYD, y se recopilan varios productos que se hallan vigentes a nivel internacional.

Tal y como hemos visto, los productos aseguradores basados en el uso, en concreto el seguro del automóvil PAYD, surge de considerar el kilometraje y/o la velocidad a la hora de determinar la prima. No cabe duda de que las compañías aseguradoras que llevan a cabo el diseño de este tipo de productos han de afrontar importantes dificultades en parte motivadas por la escasa información estadística y la dispersa bibliografía existente sobre el tema.

No obstante, estos novedosos sistemas de tarificación basados en el uso permiten conseguir una serie de objetivos recogidos por diversos autores (Peña, 2007). En primer lugar, en relación con los aspectos técnico-actuariales, los sistemas de tarificación por uso ofrecen importantes ventajas para las aseguradoras, entre las que destacan conseguir una mejor segmentación del mercado y un aumento de la equidad. También para los asegurados, dado que las primas pueden ser más ajustadas, aumentando asimismo la transparencia de los sistemas de tarificación. Por otra parte, el tomador que reduce la intensidad o el grado de utilización de su vehículo o que mejore sus hábitos de conducción podrá beneficiarse de un ahorro en los costes de aseguramiento de su vehículo por una menor exposición de éste a los riesgos de la circulación. Por último, al incentivar la menor utilización del vehículo y la mejora de los hábitos de conducción disminuye el número total de kilómetros recorridos, la siniestralidad, los problemas de congestión del tráfico, el gasto público en mantenimiento y conservación de las carreteras, así como los problemas ocasionados por la contaminación y el deterioro del medio ambiente. A todo ello hay que añadir además que este sistema de tarificación también aumenta la asequibilidad del seguro, por lo que contribuye a reducir el número de vehículos que circulan sin seguro.

En este apartado analizamos desde una perspectiva histórica los sistemas de tarificación basados en el uso, principalmente el seguro PAYD. En primer lugar, analizamos los antecedentes que existen en la literatura económica sobre este tipo de productos. En segundo lugar, realizamos una recopilación de las distintas propuestas que se han formulado para el control y medición del uso y los sistemas de tarificación, reflexionando al mismo tiempo sobre los efectos positivos de la implementación de estos sistemas.

3.1. ANTECEDENTES

El seguro PAYD, como producto asegurador basado en el uso, se fundamenta en la dependencia existente entre la utilización del automóvil (kilometraje, velocidad, tipo de vías, horario de conducción) y la siniestralidad. Evidencias de esta relación han sido recogidas en la literatura especializada por diversos autores, como por ejemplo Joksch (1993) quien analizó la relación entre la velocidad y la severidad del accidente y Aarts y van Schagen (2006) quienes constataron que conducir a gran velocidad reduce el tiempo para responder a acontecimientos inesperados y aumenta el tiempo necesario para detener el vehículo, reduciendo, por tanto, la posibilidad de evitar un accidente.

El hecho de que, en la actualidad, la utilización del vehículo puede ser controlada de forma objetiva ha motivado la implementación de estos seguros por parte de las compañías. No obstante, la idea de diseñar productos aseguradores basados en el uso no es nueva. Según Khazzoom (2000) las primeras referencias sobre este tipo de productos datan del año 1925.

Las primeras propuestas hacen referencia al seguro del automóvil *Pay-at-the-pump (PATP)* que sin duda es considerado el sistema de tarificación basado en el uso más simple y fácil de implementar. Este sistema pretendía introducir un mecanismo por el cual los conductores pagasen por su seguro cada vez que repostasen combustible. De este modo, consideraba los litros de combustible consumidos como aproximación al kilometraje, lo cual era criticable dadas las diferencias existentes en el consumo de combustible por los diferentes tipos de vehículos. Además, incrementaba los gastos de gestión de las aseguradoras por el hecho de recaudar las primas en las gasolineras (Guensler et al., 2003).

No obstante, el principal problema de este sistema consistía en que las características del asegurado y su historial de siniestralidad a la hora de determinar la tarifa a aplicar eran ignorados, de modo que determinar las primas basándose en la compra de gasolina reducía el diferencial de coste de las primas entre los que conducían de forma segura y los que no. De esta forma, el historial del conductor no se tenía en cuenta en la tarificación a menos

que no se implementase la identificación de los conductores en las mismas gasolineras en las que se adquiría el combustible, lo cual era difícil de poner en práctica. La dificultad de esta implementación, tenía como consecuencia que el sistema básico *PATP* no cuantificara el riesgo correctamente, de modo que los conductores que conducían de forma segura subsidiaban a los que conducían de forma insegura, siendo por tanto un sistema criticable. No obstante, también tenía efectos positivos, como el reducir el número de vehículos que circulaban sin seguro.

Sin lugar a dudas, el precedente más importante que encontramos en la literatura económica sobre el sistema de aseguramiento *PAYD* es “la teoría económica de incentivos bajo información asimétrica” de William Vickrey y James A. Mirrlees, ganadores del premio Nobel de Economía en 1996.

Vickrey (1968) argumentaba que el coste del seguro es una parte importante de los costes fijos de poseer un vehículo. Como consecuencia, en general la sobreexposición al riesgo que conlleva el mayor uso del vehículo no la tiene en cuenta el conductor a la hora de decidir ir a trabajar en su vehículo o hacerlo en transporte público. Del mismo modo, este autor argumentaba también que en muchas ocasiones el precio del seguro supone una carga sumamente importante a la hora de decidir si mantener la propiedad de un automóvil o adquirir un segundo o tercer vehículo.

Por todo ello, Vickrey concluía que los sistemas tradicionales de tarificación proporcionaban incentivos inapropiados desde un punto de vista económico para que el conductor decida mantener o no la propiedad de su vehículo o realizar o no un determinado viaje. Vickrey (1968) criticó los sistemas tradicionales de tarificación por inequitativos e ineficientes argumentando que no habría ninguna dificultad conceptual en calcular la prima en función del kilometraje, y que en todo caso, el problema vendría derivado de su implantación dado que la manipulación del cuentakilómetros era por aquel entonces una práctica bastante habitual. Una alternativa en aquel momento era el sistema “*insured tyres*” o de “ruedas aseguradas” en la que la entidad aseguradora asociada al número de serie de los neumáticos del vehículo era la responsable de indemnizar a las víctimas del accidente. Este sistema, también tenía inconvenientes y problemas para llevar a cabo su implementación, aunque presentaba algunos aspectos positivos, dado que una mayor velocidad se asocia a un mayor desgaste de los neumáticos y por tanto a una mayor prima. Según este mismo autor, también existía la posibilidad de combinar las tasas sobre la gasolina y sobre los neumáticos, o incluso algún tipo de recargo sobre el impuesto de matriculación y circulación.

Con el transcurso de los años, el desarrollo tecnológico ha ofrecido nuevas alternativas para el control de la utilización del vehículo y los hábitos de conducción,

de modo que en la actualidad cada vez más compañías aseguradoras se embarcan en el diseño y comercialización de productos aseguradores basados en el uso.

3.2. LOS SISTEMAS DE TARIFICACIÓN BASADOS EN EL USO

Diversos autores han recogido que la incorporación del kilometraje en la determinación de la prima puede hacerse desde dos perspectivas (Peña, 2007):

- Utilizar el kilometraje como único factor en la tarificación. Bajo esta perspectiva, se fijaría una prima universal por kilómetro recorrido no considerando los factores de riesgo tradicionales de tarificación. Este enfoque no garantizaría la suficiencia de las primas ni su equidad (dado que no se utilizarían otras características aparte del kilometraje para diferenciar a los asegurados en función de su riesgo, lo cual daría lugar a una posible incongruencia entre la siniestralidad esperada y la real).
- Utilizar el kilometraje como variable para determinar la prima junto con las variables que tradicionalmente se usan en tarificación y que son obtenidas en base a la experiencia de la cartera (tarificación “a priori”). Bajo este sistema, los conductores con mayor riesgo pagarán más por kilómetro recorrido que los conductores de menor riesgo, lo cual contribuye a la suficiencia y equidad de las primas.

Estos dos enfoques dieron lugar a distintos sistemas de tarificación aplicables a pólizas PAYD, que Litman (2011) sintetizó en tres tipologías: *Mileage Rate Factor (MRF)*, *Per-Mile-Premium (PMP)* y el basado en el dispositivo GPS.

3.2.1. Mileage Rate Factor (MRF)

En el sistema de tarificación *Mileage Rate Factor (MRF)* se considera el kilometraje anual del asegurado como una variable más en la determinación de la prima, de manera que las compañías ofrecen descuentos a los asegurados que conducen menos de un determinado número de kilómetros anuales.

El problema de este sistema es que se basa en la estimación del kilometraje anual declarada por el propio asegurado. Dado que los conductores no pueden predecir con exactitud cuántos kilómetros van a conducir y además no hay verificación o ajuste al final del período de la póliza, los conductores dan una estimación claramente sesgada a la baja.

Como resultado, este sistema es considerado actualmente como inexacto, aunque algunos autores (Litman, 2011) argumentan que podría mejorarse

añadiendo más franjas de kilometraje (a la hora de registrar la estimación del kilometraje anual declarada por el asegurado) o incluso verificando el kilometraje con la instalación de un cuentakilómetros adicional por parte de la propia compañía y ajustando la prima al final del período de la póliza.

3.2.2. Per-Mile-Premium (PMP)

El segundo de estos sistemas es el denominado *Per-Mile-Premium (PMP)* en el que a los asegurados se les asigna una tarifa de precio por distancia (milla o kilómetro) recorrida, basándose en variables tradicionalmente utilizadas en el ámbito actuarial para la tarificación del seguro del automóvil.

La principal desventaja de estos sistemas radica en cómo medir y controlar la distancia recorrida por cada vehículo (Guensler et al., 2003). En la mayoría de casos, se mide a través del cuentakilómetros que, tal y como apuntamos, puede conllevar un comportamiento fraudulento por parte de los asegurados. No obstante, algunos autores (Litman, 2011) argumentan que estos sistemas son cada vez más difíciles de ser manipulados.

Por lo que respecta a la determinación de la prima por distancia (milla o kilómetro) recorrida, la aportación más relevante es la de Edlin (2003) quien analiza la tarificación *PMP* considerando las externalidades de este tipo de sistemas. En concreto, el autor argumenta que este tipo de tarifas induce al conductor a utilizar menos su vehículo, con lo cual cada vehículo retirado del tráfico reduce tanto su riesgo de causar un accidente como el de verse involucrado en un accidente causado por otro vehículo, por lo que el riesgo de accidentes múltiples también se reduce.

Litman (2011), observó como las tasas marginales de accidentalidad varían con el rango de kilometraje, lo cual justificaba la aplicación de tarifas *PMP* marginalmente decrecientes con el kilometraje. De este modo, las primeras 5.000 millas anuales pueden tener un coste de aseguramiento por milla mayor que las siguientes 5.000 millas, y así sucesivamente. Litman (2011) argumenta asimismo que otros factores que pueden contribuir al decrecimiento de estas tasas de accidentalidad, pueden ser incorporados igualmente en la estructura de precios.

Bajo este sistema, los conductores normalmente pagarán por anticipado por las millas que esperan conducir durante el período. El total de la prima es recalculada nuevamente al final de período basándose en el kilometraje realmente registrado. A los conductores entonces se les aplica el ajuste necesario (pagando por los kilómetros extra realizados o recibiendo la devolución correspondiente por los no realizados) teniendo en cuenta en cualquier caso que bajo este

sistema las aseguradoras requerirían probablemente la compra de un mínimo número de millas o kilómetros por póliza para asegurar que los costes de transacción están cubiertos. Litman (2011) diferencia diversos tipos de coberturas dependiendo de los requisitos regulativos y las prácticas tarifadoras:

- a) Cobertura sólo para los kilómetros prepagados: este es el sistema más simple pero puede dar lugar a la existencia de vehículos sin asegurar en circulación.
- b) Cobertura independientemente del prepago: una vez el conductor realiza un prepago por un mínimo de kilómetros, está cubierto durante todo el período de cobertura de la póliza y paga por los kilómetros extra al final de éste. Este sistema requiere de un mecanismo que asegure que el conductor paga por estos kilómetros extra, como un cargo en la tarjeta de crédito en caso de no registrar la lectura final del cuentakilómetros al término de la póliza.
- c) Cobertura con independencia del prepago, con el pago posterior de penalizaciones: combina la opción a) y b). Se proporciona la cobertura por todos los kilómetros recorridos durante la vigencia de la póliza pero los siniestros ocurridos en los kilómetros no pagados tienen algún tipo de penalización financiera, por ejemplo, la franquicia puede doblarse para los siniestros ocurridos pasados los kilómetros prepagados. Este sistema requiere nuevamente de un mecanismo que asegure que los conductores hacen frente a dicha penalización.
- d) Los asegurados inicialmente pagan una prima anual (como en el seguro tradicional del automóvil) y reciben un descuento si el kilometraje de su vehículo no sobrepasa un determinado límite. Este sistema tiene el inconveniente de que una vez el conductor sobrepasa este límite, no tiene ningún incentivo para reducir su kilometraje.

En cualquier caso, la principal crítica que se ha hecho a la tarificación *PMP* es el sistema de control del kilometraje, que al estar basado en la lectura del cuentakilómetros, puede conllevar un comportamiento fraudulento por parte del asegurado.

3.2.3. Sistema de tarificación basado en el dispositivo GPS

Por último, el tercer sistema de tarificación es el basado en el dispositivo GPS, que ofrece la posibilidad de establecer una tarifa por kilómetro recorrido también considerando otros factores como la velocidad, tipo de vía y franja horaria de conducción.

Este tipo de sistemas son los más utilizados en la actualidad y se ofrecen como opcionales siempre contando con el consentimiento del asegurado para la instalación de un sistema GPS. En este sentido, existen diversos trabajos que tratan la necesidad de proteger la privacidad del conductor que accede a la instalación de un sistema GPS, y analizan el marco legal de los seguros PAYD (Iqbal y Lim, 2006; Bingham et al., 2009; Guensler et al., 2003; y Litman, 2005).

Bajo este sistema de tarificación, algunos autores argumentan que no todos los kilómetros recorridos por un mismo conductor son iguales, por lo que el precio de cada kilómetro no ha de ser necesariamente el mismo. Hagerbauer (2004) y Litman (2011) argumentan que los conductores con un gran kilometraje anual conducen gran parte de esos kilómetros por autopistas, donde el riesgo de accidente es menor que en vías más congestionadas. De este modo, para reflejar correctamente el riesgo por kilómetro, los primeros miles de kilómetros recorridos anualmente por un conductor podrían tener una tarifa (por kilómetro) más elevada que los posteriores. Del mismo modo, algunos autores (Laurie, 2011) evidencian la mayor ocurrencia de accidentes fatales durante las noches del viernes y el sábado, lo cual justifica igualmente la consideración de la franja horaria de conducción en la tarificación basada en el sistema GPS. Este mismo autor también considera que podría tenerse en cuenta a la hora de establecer la tarifa la frecuencia de frenadas bruscas e incluso la ubicación del vehículo en lugares con una mayor probabilidad de siniestro (como son las esquinas entre calle y calle).

Por otra parte, el trabajo de Zantema et al. (2008) analiza los efectos de la implantación de diferentes tarifas PAYD, basadas todas ellas en el sistema GPS, en la conducción y seguridad vial a través de un modelo de transporte aplicado a un área de la red de carreteras del oeste de Holanda con frecuentes problemas de congestión de tráfico. Los sistemas de tarificación GPS propuestos y analizados por los autores incorporan progresivamente características de la conducción en la determinación de la tarifa, comenzando por la que establecería un precio fijo por kilómetro recorrido, y la que además incorporaría la diferenciación por tipo de vía (autopista vs. vía urbana) y/o franja horaria (diaria vs. nocturna).

A continuación detallamos brevemente este sistema de tarificación a modo de ejemplo de tarifa basada en el sistema GPS. La tarifa básica por kilómetro era de 4 céntimos de euro, y se basaba en dividir la prima promedio en este país por el kilometraje promedio. Al considerar no sólo el kilometraje sino también el tipo de vía, la tarifa básica se modificaba, siendo de 0,6 céntimos de euro por kilómetro en autopista, 2,2 céntimos en vía interurbana y 11,2 en vía urbana. Respecto a la diferenciación por franja horaria, la tarifa nocturna

(de 7 de la tarde a 7 de la mañana) se determinaba multiplicando por 1,7 la correspondiente tarifa diurna (de 7 de la mañana a 7 de la tarde). Estos coeficientes, argumentan los autores, son bastante coincidentes con los determinados en otros estudios en el mercado americano. Esta tarificación PAYD (que además incorporaba otras variantes de la misma que incluían la posible obligatoriedad de su contratación y la exclusividad para el colectivo de conductores jóvenes) se comparaba además con la de referencia basada en el sistema tradicional.

Los autores concluyeron que la estrategia PAYD en la que todos los conductores pagan igual por kilómetro recorrido (y además es de contratación obligatoria) es la que produce mejores efectos de cara a reducir el nivel de congestión. Por otro lado, la que tendría mejores efectos en mejora de la seguridad vial sería la que diferenciaría por franja horaria y tipo de vía, estimándose que la reducción de la siniestralidad sería del 5%.

En esta misma línea, existen trabajos en los que se analiza en qué medida la comercialización de seguros PAYD puede inducir cambios en la conducción de los asegurados. Entre ellos, destaca el llevado a cabo por Bolderdijk et al. (2011), donde se concluye que la comercialización de seguros PAYD que incluyen un descuento a los conductores jóvenes que respetan los límites de velocidad consigue reducir significativamente las infracciones por sobrepasar el límite legalmente permitido.

Del mismo modo, un estudio llevado a cabo en California estimó en un 8% la reducción de la conducción de turismos y vehículos ligeros derivados de la comercialización de pólizas PAYD (Bordoff y Noel, 2008). Esta reducción podría dar lugar a un porcentaje todavía mayor de disminución de los accidentes, según apuntaban diversos estudios en materia de seguridad vial (Edlin y Mandic, 2006).

Peña (2007) argumenta que la comercialización de este tipo de pólizas contribuye a reducir los problemas derivados de la congestión de tráfico, los costes de mantenimiento de la red de carreteras y el aparcamiento, así como el consumo ineficiente de energía y las emisiones de CO₂. En concreto, Parry (2004 y 2005) constató estos efectos positivos, concluyendo que, bajo determinadas circunstancias, la comercialización de estas pólizas puede ser una medida más efectiva que una subida en los impuestos de los combustibles cuando el objetivo es reducir el consumo de carburantes y las externalidades negativas de los accidentes de tráfico.

En definitiva, este sistema de tarificación se asocia a lo que actualmente algunos autores denominan *productos aseguradores basados en la telemática* (Laurie, 2011). Los retos que han de afrontar las compañías aseguradoras que ofrezcan este tipo de productos han sido recogidos por Laurie (2011):

- Respecto al coste de implementación de estos sistemas, los beneficios a largo plazo han de ser superiores a los costes, por lo que no debe implementarse a menos que tenga sentido hacerlo en base al análisis coste-beneficio, al menos para un grupo de asegurados de la cartera. No obstante, Laurie (2011) argumenta que gracias al vertiginoso avance de las nuevas tecnologías, los dispositivos telemáticos son cada vez más pequeños, rápidos y con mayores prestaciones a un menor coste. Por este motivo, este autor argumenta que para determinados segmentos de la cartera, la implementación de este sistema conlleva beneficios que superan claramente los costes.
- Dado el volumen de información que proporcionan estos dispositivos, la compañía aseguradora ha de ser capaz de decidir cómo gestionar eficientemente toda esta información.
- Por último, también ha de tener en cuenta todas las cuestiones derivadas de la protección de la privacidad que conlleva este sistema. Laurie (2011) argumenta que muchos asegurados, en especial los jóvenes, no tendrían problemas para facilitar esta información a la compañía, dado que han crecido acostumbrados a este tipo de dispositivos. Además, este tipo de productos son siempre de contratación voluntaria. Laurie (2011) recoge los resultados de una encuesta realizada en el Reino Unido y que concluye que el 64% de los conductores estarían dispuestos a alterar su conducta al volante a cambio de un 10% de descuento en su seguro, y que la mayoría de ellos estarían dispuestos a facilitar información sobre velocidad, frenadas bruscas y localización del vehículo a su compañía aseguradora.

Constatamos, por tanto, la complejidad que entraña la tarificación de seguros PAYD dado que, además de considerar las variables tradicionalmente utilizadas en tarificación, considera también variables relativas a los hábitos de conducción. No obstante, la comercialización de este tipo de pólizas conlleva una serie de efectos positivos, tal y como hemos puesto de manifiesto.

3.3. ALCANCE INTERNACIONAL DEL SEGURO PAYD

El seguro PAYD es comercializado en la actualidad por un gran número de compañías aseguradoras en todo el mundo. En esta sección describimos brevemente la implementación por países, centrándonos en el mercado norteamericano y europeo, y presentamos brevemente a modo de ejemplo los sistemas de tarificación ofrecidos por algunas de estas aseguradoras.

En el mercado norteamericano, una de las compañías pioneras en ofrecer este producto fue *Progressive*. El producto originalmente comercializado se denominaba *TripSense* y fue lanzado al mercado en 2004, si bien las prime-

ras pruebas piloto que llevó a cabo esta compañía se realizaron ya en 1998. Los problemas derivados de la protección de la privacidad obligaron en general a las compañías norteamericanas a prescindir de la tecnología GPS en el diseño de sus productos.

En concreto, el sistema *TripSense* permitía ahorrar hasta un 25% en el seguro del automóvil en función del kilometraje y la franja horaria de conducción. Los conductores que voluntariamente participaban en este programa, recibían un pequeño dispositivo denominado *Tripsensor* que se instalaba en el vehículo y que registraba los datos de kilometraje y franja horaria de conducción. En función de estos parámetros, se comunicaba al conductor el descuento aplicable en la renovación del contrato y, en caso de estar interesado, renovaba la póliza en estas condiciones.

En la actualidad *Progressive* ofrece el producto *Snapshot*, basado en la misma idea originalmente implementada en *TripSense*. El asegurado que voluntariamente decide participar en este programa se instala el dispositivo *Snapshot* que registra durante 30 días información sobre el kilometraje, la velocidad, franja horaria de conducción y frecuencia de aceleraciones y frenadas. Este sistema en realidad no se basa en un dispositivo GPS, con lo cual no registra información sobre la localización del vehículo. Al final de los 30 días el conductor recibe información sobre el descuento aplicable en su caso, que alcanza como máximo el 30%.

Otra de las compañías norteamericanas pioneras en lanzar al mercado este producto fue GMAC. En este caso, los descuentos aplicables en su programa *GMAC Insurance Low-Millage Discount* se basan únicamente en la distancia recorrida por el vehículo. Ofrecen descuentos que van desde el 13% para los que realizan entre 12.501 y 15.000 millas al año, y que pueden alcanzar el 54% para conductores que no superan las 2.500 millas. Como en los ejemplos anteriores, el sistema tampoco está basado en el sistema GPS.

Por lo que respecta al mercado europeo, una de las compañías pionera en ofrecer este producto fue *Norwich* (en la actualidad *Aviva*) en el Reino Unido también en 2004 a través de un programa piloto dirigido a unos 5.000 conductores. En este caso, un dispositivo GPS registraba información sobre el kilometraje, el tipo de vía y la franja horaria de conducción y en función de ello ofrecía una tarifa mes a mes. Los resultados proporcionados por este programa piloto, llevaron a *Norwich* a relanzar este producto en 2005 para dirigirlo especialmente a conductores entre 18 y 23 años de edad y establecer un importante recargo en el precio por milla recorrida en horario nocturno.

A continuación presentamos a modo de ejemplo este sistema de tarificación. En primer lugar, se estableció una prima fija mensual de 11£. La parte varia-

ble de la prima dependía del kilometraje, el tipo de vía y la franja horaria de conducción. En este último caso, se diferenciaba entre dos franjas horarias: la primera se asociaba a un mayor riesgo de siniestralidad (desde las 0h. hasta las 5am. y desde 7am.-10am., excluyendo festivos) y la segunda (el resto de horas) a una menor siniestralidad. De este modo, en autopista el precio por milla era de 0,54 y 0,41p para la primera y segunda franja horaria, respectivamente. En cualquier otra vía de doble carril, estas tarifas respectivas eran de 0,97 y 0,53p. Estos precios por milla recorrida se incrementaban considerablemente para el resto de vías, pudiendo llegar a ser de 4,68 y 2,74p para las respectivas franjas horarias.

En la actualidad, numerosas compañías británicas ofrecen el seguro PAYD a sus clientes, contando además con el apoyo de una industria telemática especializada en el sector asegurador, como la proporcionada por *Wunelli*. Del mismo modo, también existe una *web* especializada en la comparación de los seguros telemáticos disponibles en el mercado británico, a la que se puede acceder a través de *www.CompareTheBox.com*.

La experiencia británica fue exportada a otros países europeos. La misma compañía *Aviva* trabajó en la adaptación del seguro PAYD a la legislación francesa sobre protección de datos para su lanzamiento al mercado en 2008. Por otra parte, el producto *Easydrive* de la aseguradora francesa *Solly-Azar* fue lanzado al mercado también en 2008. Este producto se basa en el sistema GPS y está dirigido a conductores entre 18 y 25 años que realicen unos 1.000 kilómetros mensuales, existiendo un recargo por conducción nocturna.

Asimismo, en Italia, diversas compañías ofrecen este seguro en la actualidad, como por ejemplo *Sara* y su producto *SaraFree* basado en el sistema GPS. Se trata de un producto que ofrece importantes descuentos a los conductores que realicen menos de 10.000 kilómetros anuales. En el momento de la contratación, se obtiene un descuento sobre la prima base, estando cubiertos a partir de ese momento los primeros 2.000 kilómetros recorridos. El seguro se revisa cada tres meses, y se actualiza el coste de los kilómetros efectivamente realizados, pagando por los recorridos por encima del límite de 2.000 km y recibiendo un reembolso en caso de no superar esa cifra.

En España, a finales de 2007 *Mapfre* implanta el sistema PAYD a través de su proyecto *Generación Y* dirigido a jóvenes entre 18 y 27 años de edad. Este sistema de tarificación, basado en la tecnología GPS, establecía una prima personalizada en función del uso del vehículo, teniendo en cuenta el kilometraje, la franja horaria de circulación y el tipo de vía. Este proyecto pionero ha evolucionado hasta convertirse en la actualidad en el producto *YCAR*, que ofrece importantes descuentos a los conductores jóvenes en función de cuatro parámetros: kilometraje anual, kilometraje anual nocturno (de 0h a 6h),

porcentaje de exceso sobre el límite de velocidad permitido y porcentaje de circulación por vía urbana. En cualquier caso, para obtener el descuento es necesario tener un mínimo de 6 meses de registro de datos de conducción. El máximo descuento alcanzable es del 40% para quienes no superen los 6.500 km anuales, con 200 km anuales nocturnos como máximo, hasta un 0,5% de exceso de velocidad sobre el límite permitido y hasta un 10% de circulación por vía urbana. En caso de realizar más de 17.000 km anuales, con más de 1.000 nocturnos, más de un 9% de exceso sobre el límite permitido y más de un 45% de circulación por vía urbana, no se obtiene ningún descuento.

Veamos a continuación los resultados obtenidos en el análisis empírico de una muestra de pólizas PAYD, teniendo en cuenta el análisis de variables tradicionalmente usadas en tarificación y nuevas variables basadas en el uso de vehículos. Al análisis descriptivo de la base de datos le sigue la presentación de resultados obtenidos al modelizar la probabilidad de sufrir o no uno o más siniestros por el conductor asegurado, utilizando para ello técnicas de regresión logística.

LA BASE DE DATOS

En este capítulo se analiza una base de datos de pólizas PAYD. Se dispone de información sobre una muestra de 129.116 pólizas de este tipo contratadas en España a lo largo del periodo 2009-2011. En la información facilitada por la compañía aseguradora se incluyen no sólo las variables tradicionales asociadas al conductor y vehículo asegurado, sino también las relativas a la siniestralidad asociada, así como variables relacionadas con la exposición al riesgo del conductor, como son los kilómetros anuales recorridos, el porcentaje de kilómetros nocturnos, o el porcentaje de exceso de velocidad sobre los límites legalmente permitidos. Se trata, por tanto, de una información totalmente novedosa, teniendo en cuenta el reducido número de entidades aseguradoras que recogen este tipo de información en nuestro país.

El objetivo de este capítulo es presentar un análisis descriptivo, esencialmente univariante, de la información que será tratada en los capítulos posteriores. La presentación de resultados se ciñe fundamentalmente a los siguientes análisis:

- a) Características sociodemográficas del conductor del vehículo, como unidad de exposición al riesgo (edad, género, antigüedad de carnet).
- b) Características básicas del vehículo asegurado (antigüedad, zona habitual de aparcamiento, potencia).
- c) Características básicas de la póliza (como la duración o vigencia de la misma dentro de cada periodo anual).
- d) Características de la siniestralidad asociada al conductor (diferenciando entre siniestros con daños materiales y siniestros con daños corporales, y teniendo en cuenta el causante de la culpa -asegurado o contrario). Se dispone de información sobre el número de siniestros declarados por el conductor asegurado, y sobre el coste de los mismos.
- e) Indicadores de medición de exposición al riesgo del conductor asegurado (kilómetros anuales recorridos, porcentaje de kilómetros recorridos por la noche, porcentaje de exceso de velocidad sobre los límites legalmente permitidos, y porcentaje de circulación en vía urbana).

En los próximos apartados se muestran los resultados obtenidos en el análisis descriptivo realizado.

4.1. CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS DE LOS CONDUCTORES ASEGURADOS

Las bases de datos facilitadas por la entidad aseguradora han sido preparadas por el equipo de investigación para disponer de registros individuales para cada uno de los conductores asegurados. En este sentido, y como se ha comentado al inicio del capítulo, la unidad de análisis es el conductor. El tratamiento se ha realizado por años, teniendo en cuenta la renovación anual de la póliza, de manera que los descriptivos que se presentan a continuación se refieren al tratamiento individualizado de los registros de conductores asegurados para los años 2009, 2010 y 2011. El número de conductores asegurados para cada uno de los periodos de estudio queda recogido en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Número de conductores asegurados

		Frecuencia absoluta
Año	2009	17.419
	2010	40.208
	2011	71.489

De la tabla 4.1 se deduce que el número de conductores asegurados sobre los que se dispone de información en relación a su exposición al riesgo, en términos de las variables asociadas a seguros PAYD (analizadas en capítulos anteriores del libro), ha ido aumentando a lo largo de los últimos años.

Veamos a continuación el perfil de dichos conductores, desde el punto de vista de su edad, género y experiencia en la conducción de vehículos a motor, medida esta última a partir de la antigüedad del permiso de conducir.

4.1.1. Edad de los conductores asegurados

En las tablas 4.2.a, 4.2.b y 4.2.c se presenta la distribución de frecuencias de la edad de los conductores asegurados para cada uno de los años de estudio. Nótese que la información disponible para el año 2010 incorpora la renovación de pólizas ya existentes en el 2009 más las consiguientes altas y bajas asociadas al propio periodo anual, comentario generalizable al año 2011 respecto a lo observado en el 2010.

Tabla 4.2.a. Edad de los conductores asegurados (en años). Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Edad	21	94	0,5	0,5
	22	321	1,8	2,4
	23	902	5,2	7,6
	24	1.421	8,2	15,7
	25	1.854	10,6	26,4
	26	2.170	12,5	38,8
	27	2.236	12,8	51,7
	28	2.115	12,1	63,8
	29	1.900	10,9	74,7
	30	1.480	8,5	83,2
	31	1.363	7,8	91,0
	32	1.013	5,8	96,8
	33	409	2,3	99,2
	34	138	0,8	100,0
	35	2	0,0	100,0
	38	1	0,0	100,0
Total		17.419	100,0	

Media = 27,49 años; Desviación estándar = 2,78 años.

La información contenida en la tabla 4.2.a pone de manifiesto que la muestra de individuos con la que estamos trabajando está asociada a individuos jóvenes, de edad inferior a los 40 años. La razón de este fenómeno se encuentra en las características de las pólizas utilizadas en el estudio, asociadas a un determinado producto asegurador en el que los individuos otorgan conformidad para que la compañía recopile información sobre las variables que permiten controlar su exposición al riesgo. Como se ha comentado en apartados anteriores de este estudio, la medición de estas variables implica seguir procedimientos para los que, legalmente hablando, se necesita la autorización del asegurado, como el uso de la información que facilita el GPS de su vehículo. En el caso de la entidad aseguradora que nos ha facilitado la información para la realización de este estudio, las pólizas de seguro van destinadas a individuos jóvenes, tradicionalmente penalizados en el pago de primas por el comportamiento observado en siniestralidad. El objetivo de la entidad al incorporar la exposición al riesgo es, entre otras razones, alcanzar una mayor precisión en la medición del comportamiento esperado del conductor asegurado, con una búsqueda de perfiles más individualizados (evitando la generalización que se deriva de la de-

finición de grandes grupos de riesgo). La variación observada entre individuos que forman parte de una misma tarifa (variación dentro de grupos) puede ser elevada, por lo que la incorporación de variables más precisas en relación al riesgo que se está cubriendo queda totalmente justificada.

En base a las frecuencias presentadas, la media de edad de los conductores asegurados en el año 2009 es de aproximadamente 27,5 años, con un 50% de la muestra con edades comprendidas entre los 25 y los 29 años de edad (rango intercuartílico).

Para los años 2010 y 2011, la composición de la muestra sigue un comportamiento muy similar al observado en el 2009. Como se desprende de las tablas 4.2.b y 4.2.c el rango para la variable edad (diferencia entre los valores extremos) es prácticamente el mismo en los dos años, con una concentración en los valores centrales de la distribución. La media de edad de los conductores es de 27,4 años en el 2010, y de 27,2 en el 2011.

Tabla 4.2.b. Edad de los conductores asegurados (en años). Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Edad	20	130	0,3	0,3
	21	628	1,6	1,9
	22	1.192	3,0	4,8
	23	2.517	6,3	11,1
	24	3.495	8,7	19,8
	25	4.115	10,2	30,0
	26	4.467	11,1	41,1
	27	4.432	11,0	52,2
	28	3.887	9,7	61,8
	29	3.660	9,1	70,9
	30	3.426	8,5	79,5
	31	3.493	8,7	88,1
	32	3.106	7,7	95,9
	33	1.507	3,7	99,6
	34	141	0,4	100,0
	35	3	0,0	100,0
	37	5	0,0	100,0
	38	4	0,0	100,0
	Total	40.208	100,0	

Media = 27,43 años; Desviación estándar = 3,10 años.

Tabla 4.2.c. Edad de los conductores asegurados (en años). Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Edad	19	70	0,1	0,1
	20	565	0,8	0,9
	21	1.499	2,1	3,0
	22	2.794	3,9	6,9
	23	4.707	6,6	13,5
	24	6.318	8,8	22,3
	25	7.195	10,1	32,4
	26	7.477	10,5	42,8
	27	7.069	9,9	52,7
	28	6.573	9,2	61,9
	29	6.645	9,3	71,2
	30	6.701	9,4	80,6
	31	6.797	9,5	90,1
	32	5.393	7,5	97,6
	33	1.527	2,1	99,8
	34	128	0,2	100,0
	35	11	0,0	100,0
	36	7	0,0	100,0
	37	8	0,0	100,0
38	5	0,0	100,0	
	Total	71.489	100,0	

Media = 27,24 años; Desviación estándar = 3,18 años.

4.1.2. Sexo de los conductores asegurados

La composición de la muestra de estudio en función del género de los conductores es muy similar en los tres años de estudio, con un peso ligeramente superior para los hombres, que va disminuyendo en el transcurso del período 2009-2011.

Tabla 4.3.a. Sexo de los conductores asegurados. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Sexo	Hombre	9.661	55,5	55,5
	Mujer	7.758	44,5	100,0
	Total	17.419	100,0	

Tabla 4.3.b. Sexo de los conductores asegurados. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Sexo	Hombre	21.764	54,1	54,1
	Mujer	18.444	45,9	100,0
	Total	40.208	100,0	

Tabla 4.3.c. Sexo de los conductores asegurados. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Sexo	Hombre	38.404	53,7	53,7
	Mujer	33.085	46,3	100,0
	Total	71.489	100,0	

4.1.3. Antigüedad de carnet del conductor asegurado

Al tratarse de individuos jóvenes cabe esperar que la experiencia en conducción, medida mediante la antigüedad de carnet, no sea elevada. Como se desprende de las tablas 4.4.a, 4.4.b y 4.4.c el número medio de años transcurridos desde que los conductores obtuvieron la licencia de conducir es de aproximadamente 7 años en los tres años de estudio. En el año 2009, el 50% de los conductores tenía como máximo 6 años de antigüedad de carnet, con un 5,6% de individuos con tres años de antigüedad. En el año 2010, de nuevo el 50% de los conductores tiene como máximo 6 años de antigüedad de carnet, pero se incorporan individuos menos expertos (un 3,8% de los conductores asegurados tienen como máximo 2 años de experiencia al volante). En el 2011, y aunque de nuevo aproximadamente el 50% de los individuos tienen como máximo 6 años de experiencia, un 1,5% de los conductores tienen como máximo un año de antigüedad de carnet, y de forma acumulada, un 13,8% tienen como máximo 3 años.

Tabla 4.4.a. Antigüedad de carnet del conductor asegurado. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Antigüedad de carnet del conductor asegurado	3	972	5,6	5,6
	4	1.914	11,0	16,6
	5	3.194	18,3	34,9
	6	2.461	14,1	49,0
	7	2.228	12,8	61,8
	8	1.843	10,6	72,4

Tabla 4.4.a. Antigüedad de carnet del conductor asegurado. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Antigüedad de carnet del conductor asegurado	9	1.529	8,8	81,2
	10	1.079	6,2	87,4
	11	742	4,3	91,7
	12	615	3,5	95,2
	13	491	2,8	98,0
	14	257	1,5	99,5
	15	68	0,4	99,9
	16	14	0,1	99,9
	17	4	0,0	100,0
	18	1	0,0	100,0
Total		17.412	100,0	

Valores perdidos: 7; Valores redondeados para los años de antigüedad de carnet.
Media = 7,07 años; Desviación estándar = 2,77 años.

Tabla 4.4.b. Antigüedad de carnet del conductor asegurado. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Antigüedad de carnet del conductor asegurado	2	1.518	3,8	3,8
	3	3.138	7,8	11,6
	4	4.650	11,6	23,2
	5	6.139	15,3	38,4
	6	5.204	12,9	51,4
	7	4.565	11,4	62,7
	8	3.473	8,6	71,4
	9	2.877	7,2	78,5
	10	2.323	5,8	84,3
	11	1.965	4,9	89,2
	12	1.888	4,7	93,9
	13	1.453	3,6	97,5
	14	782	1,9	99,4
	15	194	,5	99,9
	16	19	,0	100,0
	17	4	,0	100,0
	19	3	,0	100,0
Total		40.193	100,0	

Valores perdidos: 15; Valores redondeados para los años de antigüedad de carnet.
Media = 6,95 años; Desviación estándar = 3,08 años.

Tabla 4.4.c. Antigüedad de carnet del conductor asegurado. Año 2011

Año 2011		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Antigüedad de carnet del conductor asegurado	1	1.077	1,5	1,5
	2	3.953	5,5	7,0
	3	4.841	6,8	13,8
	4	8.143	11,4	25,2
	5	10.008	14,0	39,2
	6	8.901	12,5	51,7
	7	7.768	10,9	62,6
	8	5.871	8,2	70,8
	9	4.991	7,0	77,8
	10	4.542	6,4	84,1
	11	3.807	5,3	89,5
	12	3.618	5,1	94,5
	13	2.586	3,6	98,1
	14	1.121	1,6	99,7
	15	175	,2	100,0
	16	15	,0	100,0
	17	5	,0	100,0
	18	3	,0	100,0
	19	2	,0	100,0
Total	71.427	100,0		

Valores perdidos: 62. Valores redondeados para los años de antigüedad de carnet.
Media = 6,84 años; Desviación estándar = 3,17 años.

4.2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL VEHÍCULO ASEGURADO

Presentamos en este apartado los descriptivos univariantes para un conjunto de variables relacionadas con las características del vehículo asegurado, y que tradicionalmente han sido usadas en tarificación. Nos referimos fundamentalmente a la antigüedad del vehículo, el lugar donde duerme el vehículo y su potencia.

4.2.1. Antigüedad del vehículo asegurado

La antigüedad media de los vehículos es de aproximadamente 9,5 años en los tres años de estudio. El 50% de los vehículos asegurados en el 2009 tenían como máximo 8 años de antigüedad, siendo el porcentaje de vehículos

nuevos muy bajo. El mínimo de años de antigüedad de los vehículos asegurados en el 2009 son 3 años (un 1% de los vehículos asegurados). En los años 2010 y 2011 el rango de la variable se amplía, aunque los porcentajes de vehículos nuevos siguen siendo bajos. En el 2010, un 0,5% de los vehículos asegurados tienen 2 años de antigüedad, y en el 2011, un 0,2% tienen un año de antigüedad.

Tabla 4.5.a. Antigüedad del vehículo asegurado. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada	
Antigüedad del vehículo asegurado	3	174	1,0	1,0	
	4	892	5,1	6,1	
	5	1.848	10,6	16,7	
	6	1.911	11,0	27,7	
	7	2.449	14,1	41,8	
	8	1.514	8,7	50,5	
	9	1.222	7,0	57,5	
	10	1.362	7,8	65,3	
	11	1.030	5,9	71,2	
	12	522	3,0	74,2	
	13	999	5,7	79,9	
	14	767	4,4	84,3	
	15	1.019	5,8	90,2	
	16	311	1,8	92,0	
	17	348	2,0	94,0	
	18	204	1,2	95,1	
	19	221	1,3	96,4	
	20	626	3,6	100,0	
		Total	17.419	100,0	

Valores redondeados para los años de antigüedad del vehículo.
Media = 9,56 años; Desviación estándar = 4,25 años.

El análisis cuartílico pone de manifiesto la existencia de vehículos antiguos en la muestra analizada. En el 2009, aproximadamente un 25% de los vehículos asegurados tenían como mínimo 12 años de antigüedad, cifra que prácticamente se mantiene en el 2010 y en el 2011. En el 2009, un 3,6% de los vehículos asegurados tenía 20 años de antigüedad, porcentajes que de nuevo vuelven a observarse en los dos años posteriores. Aproximadamente un 6% de los vehículos asegurados tenía 15 años de antigüedad en los tres años de estudio.

Tabla 4.5.b. Antigüedad del vehículo asegurado. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Antigüedad del vehículo asegurado	2	191	0,5	0,5
	3	1.819	4,5	5,0
	4	2.659	6,6	11,6
	5	4.124	10,3	21,9
	6	3.319	8,3	30,1
	7	4.836	12,0	42,2
	8	3.178	7,9	50,1
	9	2.658	6,6	56,7
	10	3.151	7,8	64,5
	11	2.393	6,0	70,5
	12	1.311	3,3	73,7
	13	2.436	6,1	79,8
	14	1.783	4,4	84,2
	15	2.467	6,1	90,3
	16	757	1,9	92,2
	17	815	2,0	94,3
	18	435	1,1	95,3
	19	465	1,2	96,5
	20	1.410	3,5	100,0
	36	1	0,0	100,0
	Total	40.208	100,0	

Valores redondeados para los años de antigüedad del vehículo.
Media = 9,41 años; Desviación estándar = 4,44 años.

Tabla 4.5.c. Antigüedad del vehículo asegurado. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Antigüedad del vehículo asegurado	1	146	0,2	0,2
	2	1.489	2,1	2,3
	3	3.679	5,1	7,4
	4	4.441	6,2	13,6
	5	7.014	9,8	23,5
	6	5.540	7,7	31,2
	7	8.233	11,5	42,7
	8	5.554	7,8	50,5

Tabla 4.5.c. Antigüedad del vehículo asegurado. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Antigüedad de carnet del conductor asegurado	9	4.744	6,6	57,1
	10	5.554	7,8	64,9
	11	4.365	6,1	71,0
	12	2.379	3,3	74,3
	13	4.376	6,1	80,5
	14	3.215	4,5	84,9
	15	4.277	6,0	90,9
	16	1.296	1,8	92,7
	17	1.364	1,9	94,7
	18	798	1,1	95,8
	19	737	1,0	96,8
	20	2.287	3,2	100,0
	36	1	0,0	100,0
Total		71.489	100,0	

Valores redondeados para los años de antigüedad del vehículo.
Media = 9,25 años; Desviación estándar = 4,48 años.

4.2.2. Zona de aparcamiento del vehículo asegurado

Una de las variables utilizadas tradicionalmente en tarificación es el lugar donde duerme el vehículo. En términos generales, los vehículos que de manera habitual son aparcados en la vía pública sufren una exposición al riesgo de sufrir un siniestro diferente a los que se aparcan en garajes. La distribución para esta variable en la muestra de estudio aparece recogida en las tablas 4.6.a, 4.6.b y 4.6.c.

Tabla 4.6.a. Zona de aparcamiento del vehículo asegurado. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Aparcamiento	Garaje	12.253	70,3	70,3
	Vía pública	5.166	29,7	100,0
	Total	17.419	100,0	

Tabla 4.6.b. Zona de aparcamiento del vehículo asegurado. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Aparcamiento	Garaje	30.403	75,6	75,6
	Vía pública	9.805	24,4	100,0
	Total	40.208	100,0	

Tabla 4.6.c. Zona de aparcamiento del vehículo asegurado. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Aparcamiento	Garaje	55.371	77,5	77,5
	Vía pública	16.118	22,5	100,0
	Total	71.489	100,0	

En el 2009, aproximadamente el 70% de los vehículos asegurados eran aparcados en garajes, frente al 30% que lo estaban en vías públicas. El porcentaje de vehículos estacionados en parkings aumenta en los años de estudio, llegando a porcentajes del 77,5% en el 2011.

4.2.3. Potencia del vehículo asegurado

La variable que recoge información sobre la potencia del vehículo (en CV) ha sido recodificada en intervalos de amplitud variable, por lo que las frecuencias relativas obtenidas no son directamente comparables entre categorías. Los resultados para los tres años de estudio aparecen en las tablas siguientes.

Tabla 4.7.a. Potencia del vehículo asegurado. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Potencia	<=75	5.230	30,0	30,0
	76-100	5.248	30,1	60,2
	101-125	4.879	28,0	88,2
	>125	2.062	11,8	100,0
	Total	17.419	100,0	

Media = 96,31; Desviación estándar = 27,88.

Tabla 4.7.b. Potencia del vehículo asegurado. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Potencia	<=75	11.857	29,5	29,5
	76-100	12.007	29,9	59,4
	101-125	11.334	28,2	87,5
	>125	5.010	12,5	100,0
	Total	40.208	100,0	

Media = 96,96; Desviación estándar = 28,83.

Tabla 4.7.c. Potencia del vehículo asegurado. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Potencia	<=75	20.472	28,6	28,6
	76-100	21.138	29,6	58,2
	101-125	20.274	28,4	86,6
	>125	9.605	13,4	100,0
	Total	71.489	100,0	

Media = 97,91; Desviación estándar = 29,54.

4.3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA PÓLIZA CONTRATADA³

En este apartado se presenta el análisis descriptivo para la variable que mide el tiempo en el que ha estado vigente la póliza en cada año de estudio. Esta variable ha sido denominada duración.

4.3.1. Duración de la póliza dentro del periodo anual

La duración media de las pólizas ha aumentado a lo largo de los tres años de estudio, pasando aproximadamente de 223 días en el año 2009, a 258 días en 2011. La duración media oscila, por tanto, entre los 7 y 8 meses. No obstante, la moda de la distribución, o categoría más frecuente, es la asociada a la duración anual de la póliza, que representa el 37,8% para el total de conductores asegurados en el 2009, el 26,5% para los asegurados en 2010, y el 35% para los asegurados en el año 2011.

³ Respecto al tipo de cobertura contratada por el asegurado, hemos de tener en cuenta que el análisis que se realiza en este estudio es anual, y que el individuo puede haber cambiado de tipo de cobertura dentro de cada periodo, es por ese motivo que se han omitido los resultados relativos a esta variable.

Tabla 4.8.a. Duración de la póliza dentro del periodo anual (en días). Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Duración	<=90	3.604	20,7	20,7
	91-180	3.955	22,7	43,4
	181-270	2.571	14,8	58,2
	271-364	706	4,1	62,2
	365	6.583	37,8	100,0
	Total	17.419	100,0	

Media = 223,19 días; Desviación estándar = 126,83.

Tabla 4.8.b. Duración de la póliza dentro del periodo anual (en días). Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Duración	<=90	7.124	17,7	17,7
	91-180	9.750	24,2	42,0
	181-270	7.928	19,7	61,7
	271-364	4.748	11,8	73,5
	365	10.658	26,5	100,0
	Total	40.208	100,0	

Media = 218,80 días; Desviación estándar = 117,69.

Tabla 4.8.c. Duración de la póliza dentro del periodo anual (en días). Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Duración	<=90	8.027	11,2	11,2
	91-180	11.437	16,0	27,2
	181-270	13.567	19,0	46,2
	271-364	13.444	18,8	65,0
	365	25.014	35,0	100,0
	Total	71.489	100,0	

Media = 257,79 días; Desviación estándar = 111,17.

4.4. CARACTERÍSTICAS DE LA SINIESTRALIDAD DE CADA CONDUCTOR ASEGURADO

En este apartado se presenta el comportamiento observado en siniestralidad por responsabilidad civil para cada conductor asegurado en los años de estudio. La información disponible hace referencia a las dos variables fundamentales: i) número de siniestros, y ii) coste de los mismos, diferenciándose entre siniestros por daños materiales y siniestros por daños corporales. Además se dispone de información sobre la culpabilidad del accidente teniendo en cuenta, por tanto, siniestros por culpa del conductor asegurado, y siniestros por culpa del conductor contrario. La información sobre la culpa del accidente cobra especial relevancia cuando se analiza la variable coste de los siniestros, teniendo en cuenta la aplicación de convenios entre compañías y la fijación, en algunos casos, de costes medios sectoriales (nótese, por ejemplo, la aplicación del convenio CIDE y el pago o recobro de módulos en función de qué conductor sea el causante del daño).

4.4.1. El número de siniestros de Responsabilidad Civil por daños materiales

A) Culpa del conductor asegurado

Analizamos en primer lugar el comportamiento del número de siniestros por daños materiales producidos por culpa del conductor asegurado. Tal y como se observa en las tablas 4.9.a, 4.9.b y 4.9.c, el porcentaje de conductores que han declarado siniestros en estas circunstancias es de aproximadamente el 8% en los tres años analizados. Particularizando en el número de siniestros declarados, aproximadamente un 93% de los conductores no han declarado siniestros por daños materiales y culpa propia en los años 2009, 2010 y 2011; un 7% aproximadamente han declarado un único siniestro de estas características, y un 0,3% de los conductores han declarado 2 siniestros. Como máximo 10 conductores han declarado 3 o 4 siniestros de este tipo a lo largo de los tres años.

Tabla 4.9.a. Número de siniestros de RC Daños Materiales. Culpa del conductor asegurado. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de siniestros	0	16.148	92,7	92,7
	1	1.206	6,9	99,6
	2	60	0,3	100,0
	3	5	0,0	100,0
	Total	17.419	100,0	

Media = 0,08 siniestros; Desviación estándar = 0,28.

Tabla 4.9.b. Número de siniestros de RC Daños Materiales.
Culpa del conductor asegurado. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de siniestros	0	37.319	92,8	92,8
	1	2.732	6,8	99,6
	2	148	0,4	100,0
	3	9	0,0	100,0
	Total	40.208	100,0	

Media = 0,08 siniestros; Desviación estándar = 0,281.

Tabla 4.9.c. Número de siniestros de RC Daños Materiales.
Culpa del conductor asegurado. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de siniestros	0	66.372	92,8	92,8
	1	4.882	6,8	99,7
	2	225	0,3	100,0
	3	9	0,0	100,0
	4	1	0,0	100,0
	Total	71.489	100,0	

Media = 0,08 siniestros; Desviación estándar = 0,277.

B) Culpa del conductor contrario

La distribución del número de siniestros por responsabilidad civil y daños materiales cuando se han producido por culpa del conductor contrario aparece en las tablas 4.10.a, 4.10.b y 4.10.c. Aproximadamente el 93% de los conductores de la muestra no han declarado ningún siniestro por culpa del conductor contrario, un 6,5% han declarado un siniestro de estas características, y aproximadamente un 2% han declarado 2. Como máximo 11 conductores han declarado 3 o 4 siniestros por daños materiales y culpa del contrario en los tres años de estudio.

Tabla 4.10.a. Número de siniestros de RC Daños Materiales.
Culpa del conductor contrario. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de siniestros	0	16.201	93,0	93,0
	1	1.134	6,5	99,5
	2	79	0,5	100,0
	3	5	0,0	100,0
	Total	17.419	100,0	

Media = 0,08 siniestros; Desviación estándar = 0,28.

Tabla 4.10.b. Número de siniestros de RC Daños Materiales.
Culpa del conductor contrario. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de siniestros	0	37.542	93,4	93,4
	1	2.496	6,2	99,6
	2	159	0,4	100,0
	3	11	0,0	100,0
	Total	40.208	100,0	

Media = 0,07 siniestros; Desviación estándar = 0,274.

Tabla 4.10.c. Número de siniestros de RC Daños Materiales.
Culpa del conductor contrario. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de siniestros	0	66.371	92,8	92,8
	1	4.824	6,7	99,6
	2	283	0,4	100,0
	3	10	0,0	100,0
	4	1	0,0	100,0
	Total	71.489		

Media = 0,08 siniestros; Desviación estándar = 0,281.

4.4.2. El coste de los siniestros de Responsabilidad Civil por daños materiales

A) Culpa del conductor asegurado

La distribución del coste de los siniestros por responsabilidad civil en daños materiales y culpa del asegurado aparece en las tablas 4.11.a, 4.11.b y 4.11.c. Tal y como comentábamos al inicio de este apartado, en el caso de la cobertura de daños materiales es frecuente la aplicación de convenios entre las compañías, de manera que cada entidad asume la reparación de los daños de su asegurado, independientemente de la culpa del accidente. Si el culpable del accidente es el conductor asegurado, la entidad paga a la compañía contraria una cantidad fija, comúnmente conocida como módulo. Si la culpa del accidente es del conductor contrario, es la entidad del asegurado la que recobra dicha cantidad. Para los años 2009, 2010 y 2011 el módulo sectorial estaba fijado en 882 euros, coste más frecuente en aquellos casos en los que se han producido siniestros, como se pone de manifiesto a continuación.

Tabla 4.11.a. Coste de los siniestros de RC Daños Materiales.
Culpa del conductor asegurado. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Coste (euros)	0	16.148	92,7	92,7
	1-881	248	1,4	94,1
	882*	789	4,5	98,7
	>882	233	1,3	100,0
	Total	17.418	100,0	

Perdidos sistema = 1. Media = 74,02 euros; Desviación estándar = 348,63 euros.

*Coste Medio Sectorial 2009

Tabla 4.11.b. Coste de los siniestros de RC Daños Materiales.
Culpa del conductor asegurado. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Coste (euros)	0	37.320	92,8	92,8
	1-881	555	1,4	94,2
	882*	1.831	4,6	98,8
	>882	502	1,2	100,0
	Total	40.208	100,0	

Media = 72,24 euros; Desviación estándar = 465,10 euros.

*Coste Medio Sectorial 2010

Tabla 4.11.c. Coste de los siniestros de RC Daños Materiales.
Culpa del conductor asegurado. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Coste (euros)	0	66.372	92,8	92,8
	1-881	1.014	1,4	94,3
	882*	3.247	4,5	98,8
	>882	856	1,2	100,0
	Total	71.489	100,0	

Media = 72,16 euros; Desviación estándar = 365,77euros.

*Coste Medio Sectorial 2011

Tal y como se deduce de las tablas anteriores, para los casos en los que se han producido siniestros, en aproximadamente el 63% la entidad ha pagado el coste medio sectorial.

B) Culpa del conductor contrario

Cuando la culpa es del conductor contrario la compañía del conductor asegurado recobra el coste medio sectorial. La distribución de costes puede presentar en este caso costes negativos, cuando la cantidad pagada al asegurado por la reparación de los daños al vehículo es inferior a la cantidad recobrada por el módulo. Los resultados obtenidos para los años 2009, 2010 y 2011 aparecen en las tablas siguientes.

Tabla 4.12.a. Coste de los siniestros de RC Daños Materiales.
Culpa del conductor contrario. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Coste (euros)	<0*	911	5,2	5,2
	0	16.201	93,0	98,2
	1-882	202	1,2	99,4
	>882	105	0,6	100,0
	Total	17.419	100,0	

* Recobro de Coste Medio Sectorial y otras cantidades.

Tabla 4.12.b. Coste de los siniestros de RC Daños Materiales.
Culpa del conductor contrario. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Coste (euros)	<0*	2.073	5,2	5,2
	0	37.542	93,4	98,5
	1-882	385	1,0	99,5
	>882	208	0,5	100,0
	Total	40.208	100,0	

* Recobro de Coste Medio Sectorial y otras cantidades.

Tabla 4.12.c. Coste de los siniestros de RC Daños Materiales.
Culpa del conductor contrario. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Coste (euros)	<0*	4.004	5,6	5,6
	0	66.371	92,8	98,4
	1-882	768	1,1	99,5
	>882	346	0,5	100,0
	Total	71.489	100,0	

* Recobro de Coste Medio Sectorial y otras cantidades.

4.4.3. El número de siniestros de Responsabilidad Civil por daños personales

La siniestralidad por daños corporales, por culpa del conductor asegurado y del conductor contrario, es inferior a la observada en daños materiales y presentada en las páginas anteriores. Como se deduce de las tablas siguientes, la frecuencia de siniestralidad en términos de número de siniestros es inferior al 2% en todos los casos analizados.

A) Culpa del conductor asegurado

En las tablas 4.13.a, 4.13.b y 4.13.c se presenta la distribución del número de siniestros por daños corporales cuando la culpa del accidente ha sido del conductor asegurado.

Tabla 4.13.a. Número de siniestros de RC Daños Personales.
Culpa del conductor asegurado. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de siniestros	0	17.154	98,5	98,5
	1	258	1,5	100,0
	2	7	0,0	100,0
	Total	17.419	100,0	

Media = 0,02 siniestros; Desviación estándar = 0,13.

Tabla 4.13.b. Número de siniestros de RC Daños Personales.
Culpa del conductor asegurado. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de siniestros	0	39.538	98,3	98,3
	1	652	1,6	100,0
	2	18	0,0	100,0
	Total	40.208	100,0	

Media = 0,02 siniestros; Desviación estándar = 0,13.

Tabla 4.13.c. Número de siniestros de RC Daños Personales.
Culpa del conductor asegurado. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de siniestros	0	70.425	98,5	98,5
	1	1.036	1,4	100,0
	2	28	0,0	100,0
	Total	71.489	100,0	

Media = 0,02 siniestros; Desviación estándar = 0,13.

B) Culpa del conductor contrario

Los porcentajes de siniestralidad cuando la culpa del accidente es del conductor contrario son similares a los obtenidos cuando la culpa es del conductor asegurado. Tal y como se observa en las tablas siguientes, aproximadamente un 1,6% de los conductores han declarado siniestros con daños corporales por culpa del conductor contrario, tanto para el año 2009, como para el 2010 y el 2011.

Tabla 4.14.a. Número de siniestros de RC Daños Personales.
Culpa del conductor contrario. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de siniestros	0	17.144	98,4	98,4
	1	273	1,6	100,0
	2	1	0,0	100,0
	3	1	0,0	100,0
	Total	17.419	100,0	

Media = 0,02 siniestros; Desviación estándar = 0,13.

Tabla 4.14.b. Número de siniestros de RC Daños Personales.
Culpa del conductor contrario. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de siniestros	0	39.602	98,5	98,5
	1	589	1,5	100,0
	2	17	0,0	100,0
	Total	40.208	100,0	

Media = 0,02 siniestros; Desviación estándar = 0,13.

Tabla 4.14.c. Número de siniestros de RC Daños Personales.
Culpa del conductor contrario. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de siniestros	0	70.242	98,3	98,3
	1	1221	1,7	100,0
	2	26	0,0	100,0
	Total	71.489	100,0	

Media = 0,02 siniestros; Desviación estándar = 0,14.

4.4.4. El coste de los siniestros de Responsabilidad Civil por daños personales

Las distribución del coste de los siniestros de responsabilidad civil con daños corporales pone de manifiesto cantidades superiores a las obtenidas por daños materiales, tanto cuando los accidentes se han producido por culpa del

conductor asegurado, como cuando se han producido por culpa del conductor contrario.

A) Culpa del conductor asegurado

En las tablas 4.15.a, 4.15.b y 4.15.c se presenta la distribución del coste de los siniestros con daños corporales cuando la culpa del accidente es del conductor asegurado. En este caso, el porcentaje de siniestros con coste superior a los 3.000 euros es del 55,5% aproximadamente en los años 2009 y 2010, descendiendo al 42% aproximadamente en el año 2011 (porcentajes calculados en función del número de siniestros con coste positivo). El porcentaje de siniestros con coste inferior a los 1.000 euros es del 17,6% en el 2009, aumentando al 20,8% en el 2010, y al 30,6% en el 2011. En 2009 y 2011 aproximadamente un 27% de los conductores han sufrido siniestros con daños corporales con costes entre 1.000 y 3.000 euros; esta cifra disminuye al 23,6% en 2010.

Tabla 4.15.a. Coste de los siniestros de RC Daños Personales.
Culpa del conductor asegurado. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Coste (euros)	0	17.154	98,5	98,5
	1-1.000	46	0,3	98,8
	1.001-3.000	70	0,4	99,2
	>3.000	145	0,8	100,0
	Total	17.415	100,0	

Valores perdidos: 4. Media = 86,51 euros; Desviación estándar = 1.137,47 euros.

Tabla 4.15.b. Coste de los siniestros de RC Daños Personales.
Culpa del conductor asegurado. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Coste (euros)	0	39.538	98,3	98,4
	1-1.000	137	0,3	98,7
	1.001-3.000	156	0,4	99,1
	>3.000	367	0,9	100,0
	Total	40.198	100,0	

Valores perdidos: 10. Media = 110,19 euros; Desviación estándar = 2.350,33 euros.

Tabla 4.15.c. Coste de los siniestros de RC Daños Personales.
Culpa del conductor asegurado. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Coste (euros)	0	70.426	98,5	98,5
	1-1.000	325	0,5	99,0
	1.001-3.000	292	0,4	99,4
	>3.000	446	0,6	100,0
	Total	71.489	100,0	

Media = 58,52 euros; Desviación estándar = 916,40 euros.

B) Culpa del conductor contrario

La distribución de los costes por daños corporales cuando la culpa ha sido del conductor contrario aparece en las tablas 4.16.a, 4.16.b y 4.16.c. En este caso, el porcentaje de siniestros con importes superiores a los 3000 euros es inferior al observado cuando la culpa es del asegurado. En los tres años de estudio, el porcentaje de siniestros con coste positivo y superior a dicha cantidad es inferior al 10% (en el año 2009, es del 4% aproximadamente). Los siniestros más frecuentes son los de importe inferior a los 1000 euros, tanto en el año 2009, como en el 2010 y 2011 (un 62% aproximadamente en el 2009 y en el 2010, y un 56,4% en el 2011).

Tabla 4.16.a. Coste de los siniestros de RC Daños Personales.
Culpa del conductor contrario. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Coste (euros)	0	17.144	98,4	98,4
	1-1.000	169	1,0	99,4
	1.001-3.000	92	0,5	99,9
	>3.000	11	0,1	100,0
	Total	17.416	100,0	

Perdidos sistema: 3. Media = 14,78 euros; Desviación estándar = 212,37 euros

Tabla 4.16.b. Coste de los siniestros de RC Daños Personales.
Culpa del conductor contrario. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Coste (euros)	0	39.602	98,5	98,5
	1-1.000	376	0,9	99,4
	1001-3.000	178	0,4	99,9
	>3.000	52	0,1	100,0
	Total	40.208	100,0	

Media = 18,90 euros; Desviación estándar = 349,54 euros

Tabla 4.16.c. Coste de los siniestros de RC Daños Personales.
Culpa del conductor contrario. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Coste (euros)	70.242	98,3	98,3	98,5
	1-1000	703	1,0	99,2
	1.001-3.000	433	0,6	99,8
	>3000	111	0,2	100,0
	Total	71.489	100,0	

Media = 21,88 euros; Desviación estándar = 317,02 euros.

4.5. INDICADORES DE EXPOSICIÓN AL RIESGO DEL CONDUCTOR ASEGURADO

En este apartado se presentan los descriptivos para las variables que, tal y como se ha comentado en los capítulos anteriores, aparecen en la literatura como indicadores de la exposición al riesgo de los conductores asegurados. Nos referimos fundamentalmente al número de kilómetros anuales recorridos, al porcentaje de kilómetros recorridos por la noche, al porcentaje de exceso de velocidad sobre los límites legalmente permitidos, y al porcentaje de circulación en vía urbana. Nótese que en este caso presentamos los resultados tal y como se obtienen de la lectura de las variables, sin establecer una relativización a la duración de la póliza.

4.5.1. Kilómetros anuales recorridos por el conductor asegurado

La distribución del número de kilómetros anuales recorridos por el conductor asegurado aparece en las tablas 4.17.a, 4.17.b y 4.17.c, respectivamente, teniendo en cuenta los tres años de estudio.

Tabla 4.17.a. Número de kilómetros anuales recorridos. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de kilómetros anuales	0-3.000	5.187	29,8	29,8
	3.001-6.000	3.553	20,4	50,2
	6.001-9.000	2.515	14,4	64,6
	9.001-12.000	1.844	10,6	75,2
	12.001-20.000	2.878	16,5	91,7
	20.001-40.000	1.385	8,0	99,7
	>40.000	57	0,3	100,0
	Total	17.419	100,0	

Media = 8.179,24 km; Desviación estándar = 7.609,6 km.

Tabla 4.17.b. Número de kilómetros anuales recorridos. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de kilómetros anuales	0-3.000	11.829	29,4	29,4
	3.001-6.000	8.921	22,2	51,6
	6.001-9.000	6.655	16,6	68,2
	9.001-12.000	4.619	11,5	79,6
	12001-20.000	5.860	14,6	94,2
	20.001-40.000	2.252	5,6	99,8
	>40.000	72	0,2	100,0
	Total	40.208	100,0	

Media = 7.527,83 km; Desviación estándar = 6.742,43 km.

Tabla 4.17.c. Número de kilómetros anuales recorridos. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
Número de kilómetros anuales	0-3.000	27.739	38,8	38,8
	3.001-6.000	20.961	29,3	68,1
	6.001-9.000	12.571	17,6	85,7
	9.001-12.000	6.076	8,5	94,2
	12.001-20.000	3.819	5,3	99,5
	20.001-40.000	321	0,4	100,0
	>40.000	2	0,0	100,0
	Total	71.489	100,0	

Media = 4.889,98 km; Desviación estándar = 3.978,50 km.

El análisis cuartílico pone de manifiesto resultados muy similares en los tres años analizados, aunque en el año 2011 se observa una reducción en el porcentaje de conductores en las categorías asociadas al mayor número de kilómetros anuales recorridos. En cualquiera de los tres periodos, un 25% de los conductores han conducido como máximo 3.000 kilómetros anuales y un 50% han conducido como máximo 6.000 kilómetros anuales, aunque en el año 2011 la cifra de conductores que han conducido como máximo este número de kilómetros alcanza el 68%. En los años 2009 y 2010 un 75% de los conductores analizados han conducido un máximo de 12.000 kilómetros, cifra que asciende al 94% aproximadamente en el año 2011. El porcentaje de individuos que han conducido más de 20.000 kilómetros anuales se reduce notablemente en el año 2011 respecto a lo observado en los dos años anteriores, pasando a ser de un 0,4% del total de conductores, frente al 8,3% observado en el año 2009, y al 5,8% observado en el 2010.

4.5.2. Porcentaje de kilómetros recorridos por la noche

Presentamos en las tablas 4.18.a, 4.18.b y 4.18.c los resultados obtenidos para la variable que nos indica el porcentaje de kilómetros nocturnos recorridos por los conductores analizados respecto al total de kilómetros anuales, para los tres años de estudio.

Tal y como puede observarse, el 75% de los conductores analizados recorre como máximo un 10% de los kilómetros anuales de forma nocturna, para los tres años de estudio. El porcentaje de conductores que recorre entre un 10 y un 20% de los kilómetros anuales por la noche es aproximadamente del 19,5%, mientras que aproximadamente un 5,5% recorre de forma nocturna más del 20% de los kilómetros que realiza anualmente.

Tabla 4.18.a. Porcentaje de kilómetros nocturnos. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
% de kilómetros nocturnos	0-10	13.072	75,0	98,5
	10-20	3401	19,5	99,0
	20-30	753	4,3	99,4
	>30	193	1,1	100,0
	Total	17.419	100,0	

Media = 0,07%; Desviación estándar = 0,07%.

Tabla 4.18.b. Porcentaje de kilómetros nocturnos. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
% de kilómetros nocturnos	0-10	30.420	75,7	75,7
	10-20	7.715	19,2	94,8
	20-30	1.661	4,1	99,0
	>30	412	1,0	100,0
	Total	40.208	100,0	

Media = 0,07%; Desviación estándar = 0,07%.

Tabla 4.18.c. Porcentaje de kilómetros nocturnos. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
% de kilómetros nocturnos	0-10	53.590	75,0	75,7
	10-20	13.802	19,3	94,8
	20-30	3.183	4,5	99,0
	>30	914	1,3	100,0
	Total	71.489	100,0	

Media = 0,07%; Desviación estándar = 0,07%.

4.5.3. Porcentaje de exceso de velocidad sobre los límites legalmente permitidos

El porcentaje de exceso de velocidad sobre los límites legalmente permitidos en función de la vía de circulación, recogido para cada uno de los conductores analizados, en cada uno de los años de estudio, aparece en las siguientes tablas. El análisis de los cuartiles pone de manifiesto que un 75% de los conductores han superado los límites de velocidad permitidos como máximo en un 11%. El porcentaje de individuos que han superado la velocidad permitida en porcentajes superiores al 11% ha ido disminuyendo en los tres años de estudio; mientras que en el año 2009 este porcentaje era del 23,2%, en el año 2011 este porcentaje disminuye al 14,9% del total.

Tabla 4.19.a. Porcentaje de exceso de velocidad. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
% de exceso de velocidad	0-2	4.002	23,0	23,0
	3-5	4.825	27,7	50,7
	6-11	4.544	26,1	76,8
	>11	4.048	23,2	100,0
	Total	17.419	100,0	

Media = 8,33%; Desviación estándar = 8,60%.

Tabla 4.19.b. Porcentaje de exceso de velocidad. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
% de exceso de velocidad	0-2	11.653	29,0	29,0
	3-5	9.863	24,5	53,5
	6-11	9.634	24,0	77,5
	>11	9.058	22,5	100,0
	Total	40.208	100,0	

Media = 7,90%; Desviación estándar = 8,55%.

Tabla 4.19.c. Porcentaje de exceso de velocidad. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
% de exceso de velocidad	0-2	26.199	36,6	36,6
	3-5	18.982	26,6	63,2
	6-11	15.672	21,9	85,1
	>11	10.636	14,9	100,0
	Total	71.489	100,0	

Media = 6,09%; Desviación estándar = 6,91%

4.5.4. Porcentaje de circulación en vía urbana

Finalmente, presentamos en las tablas 4.20.a, 4.20.b y 4.20.c los resultados para la variable que nos indica el porcentaje de kilómetros recorridos en vía urbana respecto al total de kilómetros recorridos anualmente. Tal y como se desprende de las tablas, la moda de la distribución o categoría más frecuente en los tres años de estudio, es la asociada al intervalo que indica porcentajes de circulación

en vía urbana de entre el 10 y el 20% del total (aunque en el año 2009 también es muy frecuente la categoría asociada a porcentajes entre el 30 y el 50%). El porcentaje de conductores que presentan porcentajes de circulación en vía urbana superiores al 50% del total es muy similar en los tres años de estudio (un 10,1% en 2009, un 9,1% en 2010, y un 10,2% en 2011).

Tabla 4.20.a. Porcentaje de circulación en vía urbana. Año 2009

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
% de circulación en vía urbana	0-10	1.391	8,0	8,0
	10-20	4.800	27,6	35,5
	20-30	4.662	26,8	62,3
	30-50	4.812	27,6	89,9
	>50	1.754	10,1	100,0
	Total	17.419	100,0	

Media = 28,76%; Desviación estándar = 15,94%.

Tabla 4.20.b. Porcentaje de circulación en vía urbana. Año 2010

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
% de circulación en vía urbana	0-10	1.391	8,0	8,0
	10-20	4.800	27,6	35,5
	20-30	4.662	26,8	62,3
	30-50	4.812	27,6	89,9
	>50	1.754	10,1	100,0
	Total	17.419	100,0	

Media = 27,54%; Desviación estándar = 15,76%.

Tabla 4.20.c. Porcentaje de circulación en vía urbana. Año 2011

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
% de circulación en vía urbana	0-10	6.997	9,8	9,8
	10-20	20.909	29,2	39,0
	20-30	17.817	24,9	64,0
	30-50	18.449	25,8	89,8
	>50	7.317	10,2	100,0
	Total	71.489	100,0	

Media = 28,13%; Desviación estándar = 16,53%.

Una vez realizado el análisis descriptivo univariante para las variables tradicionales usadas en tarificación, y las nuevas variables de exposición al riesgo, presentamos en la última parte del libro el resultado de realizar una modelización multivariante que permite medir la influencia de los diferentes indicadores en la probabilidad de que el individuo tenga siniestro. En este sentido, utilizamos un modelo de variable dependiente cualitativa (modelo logit) en el que analizamos la influencia individual y global que desde un punto de vista estadístico tienen las diferentes variables, en la probabilidad de que el conductor asegurado haya sufrido un siniestro (de cualquier tipo, es decir, tanto de daños corporales como de daños materiales, por culpa propia o del conductor contrario).

METODOLOGÍA ECONOMÉTRICA: EL MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA

En el capítulo anterior se ha llevado a cabo un análisis descriptivo de una base de datos de pólizas PAYD. Se han estudiado diversas variables relacionadas con el conductor y con el vehículo asegurado, así como con los hábitos al volante y comportamientos de riesgo que el conductor asume.

En este momento, aparece la necesidad de completar el análisis anterior introduciendo una metodología multivariante para cuantificar qué impacto tiene cada una de las variables consideradas sobre la probabilidad de que la póliza presente algún siniestro. A partir de los datos disponibles, esta probabilidad es desconocida, y sólo se observa si el asegurado ha tenido algún siniestro o no.

El método indicado cuando se dan estas condiciones es un modelo econométrico de elección binaria, que permite que la variable dependiente (Y) sea categórica y solo tome dos posibles valores, que serán codificados de forma convencional como: 0, si no ha habido siniestro, y 1, en caso contrario. Nótese que el uso del modelo de regresión lineal sería inadecuado, dado que los valores de la variable respuesta no están medidos en una escala de razón, y el término de error no se distribuye normalmente. Además, el modelo de regresión lineal genera predicciones que abarcan cualquier valor real, en tanto que la probabilidad que se desea modelizar aquí debe ser un valor comprendido entre 0 y 1.

Se impone, pues, la necesidad de recurrir a los modelos lineales generalizados (Nelder y Wedderburn, 1972), que permiten desarrollar técnicas de modelización en las que la variable dependiente es categórica, a la vez que mantienen su analogía con los modelos de regresión lineal, que usan variables dependientes continuas. Dentro de los modelos lineales generalizados, el modelo de regresión logística ha demostrado ser una de las técnicas más versátiles, y será el que utilizemos para el caso aplicado que presentamos en este trabajo.

5.1. ESPECIFICACIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA

Sea Y_i , $i = 1, \dots, n$ la variable dicotómica observada:

$$Y_i = \begin{cases} 1, & \text{si la póliza } i \text{ presenta algún siniestro} \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

y sea $\pi_i = P(Y_i = 1)$ la probabilidad que se desea modelizar. Como se puede apreciar, n es el número de observaciones e i hace referencia a una observación en particular, es decir, a una póliza específica.

La componente lineal del modelo contiene la matriz de diseño formada por los valores de las variables independientes observadas para cada póliza, X . Esta matriz está compuesta por n filas y $K+1$ columnas, donde K es el número de variables independientes que se incluyen en el modelo (por ejemplo, edad del conductor, número de kilómetros recorridos en un año, porcentaje de circulación por vía urbana, etc.). Así, x_{ij} es el valor de la variable X_j para el i -ésimo individuo, $j = 0, \dots, K$, $i = 1, \dots, n$. Para cada fila de la matriz de diseño, el primer elemento es, $x_{i0} = 1$. De este modo, el modelo incluye un término constante. Por su parte, el vector de parámetros $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_K)^T$ es un vector columna de dimensión $K+1$, en el que β_0 corresponde al término constante.

El modelo de regresión logística, también conocido como modelo logit, propone relacionar la combinación lineal de los parámetros β_j y las observaciones de las variables explicativas x_{ij} , $i = 1, \dots, n$, $j = 0, \dots, K$, con la probabilidad de que la variable dependiente Y tome el valor 1 (π_i). La función *link* es no lineal y, para este modelo, viene definida por la transformación logística (McCullagh y Nelder, 1989):

$$\log\left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}\right) = \sum_{j=0}^K \beta_j x_{ij}, \quad i = 1, \dots, n$$

El cociente entre π_i y $1 - \pi_i$, se denomina *odds* y, como veremos, será uno de los valores que más interesará estimar de cara a interpretar los resultados del modelo.

Si se despeja π_i de la expresión anterior, se obtiene otra de las especificaciones más conocidas para el modelo logit, en la que se puede ver la relación que hay entre la probabilidad π_i y los parámetros β_j , $j = 0, \dots, K$:

$$\pi_i = P(Y_i = 1) = \frac{\exp\left(\sum_{j=0}^K \beta_j x_{ij}\right)}{1 + \exp\left(\sum_{j=0}^K \beta_j x_{ij}\right)}, \quad i = 1, \dots, n$$

Este cociente, con numerador positivo e inferior al denominador, toma valores comprendidos entre 0 y 1, tal y como corresponde a una probabilidad (π_i).

5.2. ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS

Una vez especificado el modelo, el objetivo es estimar los parámetros β_j , $j = 0, \dots, K$. Ello se lleva a cabo por el método de máxima verosimilitud (Greene, 2011), que consiste en encontrar el valor del vector de parámetros que hace máxima la función de verosimilitud, esto es, que maximiza la probabilidad de observar la muestra que realmente se ha obtenido. La función de verosimilitud se obtiene a partir de la distribución de la variable dependiente, y recoge la distribución conjunta de las n observaciones independientes consideradas:

$$L(Y | \beta) = \prod_{i=1}^n \pi_i^{y_i} (1 - \pi_i)^{1-y_i}$$

Nótese que si la variable Y_i toma el valor 1 (hay siniestros), la verosimilitud es π_i , tal y como corresponde; en cambio, en caso contrario, la verosimilitud es igual a $1 - \pi_i$.

Con objeto de hacer más sencilla la optimización de la función de verosimilitud, normalmente se maximiza su logaritmo, dado que esta es una función estrictamente creciente y, por tanto, su máximo coincide con el de la función original.

$$\ln L(Y | \beta) = \sum_{i=1}^n y_i \ln(\pi_i) + (1 - y_i) \ln(1 - \pi_i)$$

Así pues, se trata de resolver un problema de optimización en varias variables (los parámetros β_j , que son $K+1$ valores). Es necesario, por tanto, calcular las derivadas parciales de $\ln L$ respecto a cada uno de los parámetros, igualar estas ecuaciones a cero y resolver el sistema. El resultado es un sistema no lineal $(K+1)(K+1)$, que no puede resolverse por procedimientos analíticos. Es preciso recurrir a métodos numéricos para ir aproximando los valores de los parámetros del vector β a través de un procedimiento iterativo. El método usualmente utilizado e implementado en los programas estadísticos convencionales es el llamado algoritmo iterativo de Newton-Raphson (Demidovich y Maron, 1993), que estima los parámetros a través de la siguiente expresión:

$$\beta^{(1)} = \beta^{(0)} + [X^T W X]^{-1} X^T (y - \mu)$$

donde la matriz W recoge los productos $\pi_i(1-\pi_i)$, $i = 1, \dots, n$, y el vector μ es, en este caso igual a π_i . El superíndice de β indica el paso del procedimiento iterativo, y la matriz inversa se puede calcular por el método de Gauss (Nicholson, 2009).

5.3. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En el modelo de regresión logística, a diferencia de lo que ocurre en el modelo de regresión lineal, no es posible interpretar los valores estimados de los parámetros β_j , $j = 0, \dots, K$ en términos de incremento esperado de la variable dependiente Y por cada crecimiento unitario de la variable independiente X_j . Esto es así debido a la no linealidad del modelo, que se traduce en una derivada respecto a la variable explicativa diferente del coeficiente estimado.

Con frecuencia, en el modelo logit solo se interpreta el signo del coeficiente estimado $\hat{\beta}_j$. Si este es positivo (y estadísticamente significativo), se concluye que la probabilidad de que Y valga 1 aumenta con el incremento de valor de la variable independiente X_j . En caso contrario, si es negativo, la interpretación tiene también el signo opuesto: la probabilidad de que Y valga 1 se reduce cuando aumenta el valor de la variable explicativa.

Si se desea llevar a cabo una interpretación cuantitativa de los resultados, es necesario recurrir al concepto de *odds-ratio*:

$$OR_j = \frac{\frac{P'_j}{1-P'_j}}{\frac{P_j}{1-P_j}} = e^{\beta_j}$$

siendo P_j la probabilidad de que el individuo i sufra un siniestro teniendo en cuenta la categoría de referencia de la variable x_j , y P'_j la probabilidad obtenida en caso de que dicha variable cambie de categoría. Habitualmente, los programas estadísticos acompañan la estimación de los parámetros β_j de sus *odds-ratios* así definidas.

INFLUENCIA DE LOS FACTORES DE EXPOSICIÓN AL RIESGO EN LA PROBABILIDAD DE SUFRIR UN SINIESTRO: ANÁLISIS DE RESULTADOS

El objetivo de este capítulo es aplicar la modelización lógit presentada en el capítulo anterior para analizar la capacidad explicativa de los diferentes factores de riesgo en la probabilidad de que el conductor asegurado tenga un siniestro. En este sentido hemos generado una variable dicotómica que toma el valor 1 cuando el conductor asegurado ha sufrido uno o más siniestros en el año de estudio, y toma el valor 0 en caso contrario. De los tres años de los que se dispone de información hemos seleccionado únicamente el 2011, por ser el más reciente y del que se dispone de mayor número de individuos expuestos. Nótese que en el tratamiento hemos seleccionado únicamente una muestra de conductores que han tenido cobertura durante todo el año analizado (exposición al riesgo durante 365 días). Trabajamos con una muestra de 25.014 conductores expuestos durante todo el año 2011 al riesgo de sufrir uno o más siniestros.

Como hemos comentado en las primeras páginas del capítulo anterior, en nuestro trabajo modelizamos la probabilidad de que el conductor asegurado haya sufrido uno o más siniestros de responsabilidad civil en el año de exposición. En este sentido, consideramos tanto siniestros por culpa del propio conductor asegurado como siniestros por culpa del conductor contrario, incluyendo tanto siniestros con daños corporales como siniestros por daños materiales.

La estructura de este capítulo es la siguiente. En primer lugar, definimos las variables explicativas incluidas en la modelización y presentamos un análisis descriptivo univariante de las mismas. A continuación detallamos los resultados obtenidos de la aplicación del modelo, tanto desde el punto de vista de la significación individual de los parámetros como global del modelo. De este modo, las odds ratio obtenidas nos permiten extraer conclusiones sobre la influencia que las nuevas variables asociadas a la exposición al riesgo tienen en la probabilidad de que el conductor asegurado sufra un siniestro.

6.1. VARIABLES INCLUIDAS EN LA MODELIZACIÓN: ANÁLISIS DESCRIPTIVO UNIVARIANTE

Como hemos señalado en la introducción de este capítulo aplicamos un modelo de regresión logística a la base de datos que nos recoge la exposición al riesgo y análisis de siniestralidad experimentada por un total de 25.014 conductores, con cobertura de seguro del automóvil durante todo el año 2011. Se trata por tanto de individuos que han estado expuestos durante todo un periodo anual. Nótese que esta muestra representa el 35% de conductores asegurados en el año 2011 (ver tabla 4.8.c). Un tratamiento análogo podría haberse hecho para los años 2009 y 2010, y para el total de conductores incluidos en la base de datos (presentados en el capítulo 4). No obstante, para facilitar la interpretación de resultados, hemos seleccionado únicamente el último año de estudio, y la exposición anual en términos de cobertura de la póliza. En caso de considerar también duraciones de la póliza inferiores a la anual sería necesario incluir ponderaciones en las variables, no solo para referenciarlas al mismo horizonte temporal, sino también para referenciarlas a los mismos criterios de exposición al riesgo. Este hecho nos llevaría, por ejemplo, a establecer hipótesis sobre el comportamiento anual en siniestralidad y sobre el número de kilómetros anuales recorridos y otras variables de exposición, para aquellas pólizas que han tenido una duración inferior al año.

Las variables incluidas en la modelización aparecen en la tabla 6.1 y todas ellas han sido analizadas desde un punto de vista genérico en el capítulo 4 del libro. Como ya hemos comentado la variable dependiente especificada en nuestro modelo indica si el conductor asegurado ha sufrido o no un siniestro durante todo el año 2011. Las variables explicativas están relacionadas tanto con factores tradicionales usados en tarificación, tales como el género del conductor asegurado o su edad, como con los nuevos factores de riesgo sobre los que versa el contenido fundamental de este texto, relacionados como ya sabemos con su exposición al riesgo.

Tabla 6.1. Variables incluidas en la modelización

Variable dependiente	
y_i	1, si el conductor asegurado ha sufrido uno o más siniestros en el periodo de estudio; 0, en caso contrario.
Variables independientes	
x_{1i}	Edad del conductor asegurado (codificada en tres categorías: hasta 24 años; desde 25 hasta 28 años; y 29 años o más).
x_{2i}	Sexo del conductor asegurado (1 si hombre; 0 mujer).
x_{3i}	Antigüedad de carnet del conductor asegurado.
x_{4i}	Antigüedad del vehículo asegurado.
x_{5i}	Potencia del vehículo asegurado.
x_{6i}	Lugar donde duerme el vehículo (1 en garaje; 0 en vía pública).
x_{7i}	Número de kilómetros recorridos en el año.
x_{8i}	Número de kilómetros nocturnos recorridos en el año.
x_{9i}	Porcentaje de kilómetros nocturnos respecto al total de kilómetros recorridos en el año (codificada en cuatro categorías: hasta el 10%; del 10 al 20%; del 20 al 30%; y más del 30%).
x_{10i}	Porcentaje de exceso de velocidad sobre los límites legalmente permitidos (codificada en cuatro categorías: hasta el 2%; del 2 al 5%; del 5 al 11%; y más del 11%).
x_{11i}	Porcentaje de circulación por vía urbana

$i=1, \dots, N$; $N=25014$.

En las tablas 6.2 y 6.3 se presentan algunos descriptivos básicos para el total de la muestra, y para las dos submuestras de casos en los que el conductor asegurado ha sufrido siniestros, y no ha sufrido siniestros, respectivamente. Del total de individuos incluidos en la muestra el 82,4% no han sufrido ningún siniestro en el periodo de estudio y el 17,6% ha declarado al menos un siniestro. De este modo, las columnas quinta y séptima de la tabla 6.2 recogen los porcentajes por columna que representan cada una de las categorías de las variables analizadas para el colectivo de asegurados sin y con siniestros respectivamente.

La distribución por edades nos muestra como el 18,7% del total de asegurados de la muestra tiene menos de 25 años, el 41% tiene entre 25-28 años y el 40,3% más de 28. Estos mismos porcentajes pero calculados para el colectivo que ha declarado siniestros son respectivamente 22,2%, 42,4% y 35,4%, lo cual refleja la mayor siniestralidad que se da en los asegurados más jóvenes. Respecto al género de los conductores la composición de la muestra es muy similar, un 48,9% de hombres y un 51,1% de mujeres. Estos porcentajes, al ser calculados sobre el grupo de asegurados que han declarado siniestros, son respectivamente del 50,3% y 49,7%, lo cual refleja una mayor siniestralidad por parte de los hombres.

Tabla 6.2. Características de los conductores asegurados. Variables categóricas

Variable	Muestra total N = 25014		Conductores que no han declarado siniestros N = 20608 (82,4%)		Conductores que han declarado siniestros N = 4406 (17,6%)	
	N	%	N	%	N	%
Edad ≤ 24	4678	18,7	3.707	18,0	980	22,2
Edad 25-28	10.255	41,0	8.387	40,7	1.868	42,4
Edad ≥ 29	10.072	40,3	8.514	41,3	1.558	35,4
Sexo: Varón	12.235	48,9	10.018	48,6	2.217	50,3
Sexo: Mujer	12.779	51,1	10.590	51,4	2.189	49,7
Aparcamiento: garaje	19.356	77,4	15.912	77,2	3.444	78,2
Aparcamiento: vía pública	5.658	22,6	4.696	22,8	962	21,8
Kilómetros nocturnos: entre el 0 y el 10% del total	19.498	77,9	16.069	78,0	3.429	77,8
Kilómetros nocturnos: entre el 11 y el 20% del total	4.456	17,8	3.663	17,8	793	18,0
Kilómetros nocturnos: entre el 21 y el 30% del total	8.89	3,6	740	3,6	149	3,4
Kilómetros nocturnos: más del 30% del total	171	0,7	136	0,7	35	0,8
Porcentaje de exceso de velocidad: entre el 0 y el 2%	8.401	33,6	7.096	34,4	1.305	29,6
Porcentaje de exceso de velocidad: entre el 3 y el 5%	7.009	28,0	5.744	27,9	1.265	28,7
Porcentaje de exceso de velocidad: entre el 6 y el 11%	5.701	22,8	4.603	22,3	1.098	24,9
Porcentaje de exceso de velocidad igual o superior al 12%	3.903	15,6	3.165	15,4	738	16,7

Un elevado porcentaje del total de conductores asegurados aparca su vehículo de manera habitual en un garaje, 77,4% observándose un comportamiento muy similar tanto para los conductores que han declarado siniestros como para los que no lo han hecho.

Un 77,9% de la muestra recorre entre el 0 y el 10% de los kilómetros de forma nocturna, siendo este porcentaje muy similar para el colectivo de asegurados con y sin siniestros. Respecto al resto de conductores, un 17,8% del total recorren entre un 11 y un 20% de los kilómetros de forma nocturna, un 3,6% entre el 21 y el 30%, y finalmente el 0,7% recorren más del 30% de los kilómetros por la noche. Estos porcentajes son nuevamente muy parecidos al ser calculados respectivamente para los asegurados con y sin siniestros.

Finalmente, cuando tenemos en cuenta los límites de tolerancia, o porcentajes de exceso de velocidad respecto a los límites legalmente permitidos, observamos cómo el 33,6% del total de asegurados excede estos límites como máximo en un 2%, el 28% entre el 3 y el 5%, un 22,8% entre el 6 y el 11% y un 15,6% por encima del 12%. Estos porcentajes, al ser calculados para el colectivo de asegurados con siniestros, son respectivamente 29,6%, 28,7%, 24,9% y 16,7%, lo cual refleja la mayor siniestralidad registrada por los individuos que sobrepasan los límites de velocidad permitidos en mayor medida.

La media de años de carnet para el total de conductores analizados en la muestra (tabla 6.3) es 7,17 años, siendo 7,27 años la media para esta variable en el caso de los conductores que no han declarado siniestros, y de 6,73 años para los conductores con siniestros asociados. La antigüedad media de los vehículos asegurados es de 8,75 años, tomando valores medios de 8,76 años en el caso de los conductores que no han declarado siniestros y 8,69 años para los que sí lo han hecho.

La potencia media de los vehículos es de 97,22 cv, siendo ligeramente superior en el caso de los conductores que han declarado siniestros (98,36 cv) frente a los que no los han declarado (96,98 cv).

El número medio de kilómetros anuales recorridos por el total de conductores analizados es 7.159,51, aunque es necesario destacar la presencia de una elevada dispersión en esta variable (desviación estándar igual a 4.191,75 kilómetros). El máximo de kilómetros anuales recorridos por un conductor de la muestra es 50.036, lo que justifica esta dispersión. En términos de siniestralidad se observa un mayor número medio de kilómetros anuales para los conductores que han declarado siniestros (7.962,36 kilómetros frente a un número medio de 6.987,86 kilómetros en el caso de los conductores que no han declarado siniestros). El número medio de kilómetros anuales recorridos por la noche es de 530,41 para el total de individuos analizados, siendo superior en el caso de los individuos que han declarado siniestros (609,94 kilómetros nocturnos en término medio) frente a los que no lo han hecho (513,41 kilómetros). En este caso, como ocurría en la variable anterior, vuelve a observarse una elevada dispersión en la variable (el máximo de kilómetros nocturnos realizados por un conductor de la muestra es 16.907, lo que justifica este comportamiento).

Finalmente, el porcentaje de circulación por vía urbana para el total de conductores analizados es del 25,87% en término medio, porcentaje que alcanza el 27,56% en el caso de los conductores que han declarado siniestros, frente al 25,51% para los que no los han declarado.

Tabla 6.3. Características de los conductores asegurados. Variables numéricas

Variable	Muestra total N = 25014		Conductores que no han declarado siniestros N=20608 (82,4%)		Conductores que han declarado siniestros N = 4406 (17,6%)	
	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar
Antigüedad de carnet del conductor asegurado	7,17	3,05	7,27	3,07	6,73	2,94
Antigüedad del vehículo asegurado	8,75	4,17	8,76	4,19	8,69	4,11
Potencia del vehículo asegurado	97,22	27,77	96,98	27,83	98,36	27,46
Número de kilómetros anuales recorridos	7.159,51	4.191,75	6.987,86	4.137,78	7.962,36	4.346,90
Número de kilómetros nocturnos recorridos en el año	530,41	674,56	513,41	653,96	609,94	758,64
Porcentaje de circulación por vía urbana	25,87	14,36	25,51	14,31	27,56	14,47

6.2. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN LOGÍSTICA: CAPACIDAD EXPLICATIVA

Las estimaciones de los parámetros del modelo de regresión logística especificado aparecen en la tabla 6.4. Un total de siete parámetros han resultado estadísticamente significativos en la estimación por Máxima Verosimilitud, incluyendo la constante del modelo. Destacan con un nivel de significación del 1% los parámetros que acompañan a las variables que recogen la antigüedad de carnet del conductor asegurado, la potencia del vehículo asegurado, el número de kilómetros recorridos en el año, el superar los límites de velocidad como mucho en un 2% y el porcentaje de circulación por vía urbana. El parámetro que acompaña a la variable que indica porcentajes de kilómetros nocturnos de entre el 11 y el 20% del total de kilómetros recorridos en el año ha resultado estadísticamente significativo al 5%. El signo positivo de los parámetros (y el valor de las odds ratio superior a 1) indica una mayor probabilidad de sufrir un siniestro, en caso de producirse la circunstancia recogida en la variable, respecto a la categoría base o categoría de referencia (odd ratio=1). El signo negativo indica el efecto contrario. El valor obtenido para el estadístico Chi-Cuadrado (608,932) indica la significación global del modelo especificado.

Entre las variables con parámetro estadísticamente significativo, la antigüedad de carnet del conductor asegurado muestra una asociación negativa con el hecho de haber sufrido un siniestro. El valor negativo obtenido para el parámetro indica que a medida que aumenta la experiencia en conducción disminuye la probabilidad de que el conductor asegurado sufra un siniestro. Por otra parte, los signos negativos de los coeficientes asociados a las variables que recogen la edad reflejan la menor siniestralidad registrada por los conductores de mayor edad, si bien estos coeficientes no son significativos, probablemente debido a la elevada correlación existente entre la edad del conductor y la antigüedad del carnet.

A medida que aumenta la potencia del vehículo aumenta la probabilidad de que el conductor asegurado sufra un siniestro, tal y como se deduce del signo positivo que presenta el parámetro correspondiente. Una interpretación similar se obtiene para el número de kilómetros anuales recorridos por el conductor asegurado. El signo positivo obtenido para el parámetro correspondiente indica que a medida que aumenta la distancia recorrida por el individuo en el periodo de estudio aumenta la probabilidad de que declare un siniestro. Igualmente, el porcentaje de circulación que el conductor asegurado realiza en vía urbana muestra una asociación positiva con la probabilidad de sufrir un siniestro, tal y como se deduce del signo positivo presentado por el parámetro correspondiente.

La probabilidad de que los conductores que recorren por la noche entre un 11 y un 20% del total de kilómetros recorridos en el año sufran un siniestro es aproximadamente 0,89 veces la probabilidad de las personas que conducen entre el 0 y el 10% (categoría de referencia), como lo indica la odd-ratio correspondiente. Cuando los conductores recorren por la noche entre un 21 y un 30% del total de kilómetros recorridos en el año la probabilidad de sufrir un siniestro es aproximadamente 0,83 veces la probabilidad de las personas que conducen entre el 0 y el 10%, aunque en este caso el parámetro no resulta estadísticamente significativo. Solo en el caso de que el conductor asegurado recorra por la noche porcentajes superiores al 30% del total, la probabilidad de sufrir un siniestro es 1,092 la probabilidad de las personas que conducen menos kilómetros de forma nocturna, aunque de nuevo el parámetro no resulta estadísticamente significativo. Los resultados obtenidos para esta variable pueden venir asociados a la mayor siniestralidad observada para los individuos que no utilizan el vehículo por la noche de forma habitual, sino solo para situaciones concretas (salidas de fin de semana, desplazamientos cortos,...).

La probabilidad de que los conductores que superan los límites permitidos de velocidad como máximo en un 2% sufran un siniestro es aproximadamente 0,86 veces la probabilidad de los conductores que los superan en más de un

11% (categoría de referencia), como lo indica la odds ratio correspondiente. Cuando el porcentaje de exceso de velocidad se encuentra entre el 3 y el 5% de los límites permitidos, la probabilidad de sufrir un siniestro es 0,99 veces la probabilidad de la categoría de referencia, aunque en este caso, como en el caso de los conductores con excesos de entre el 6 y el 11%, los parámetros no resultan individualmente significativos.

Respecto a las variables que recogen el género del conductor asegurado, la antigüedad del vehículo, y el hecho de que duerma habitualmente en garaje, no se han encontrado parámetros estadísticamente significativos.

Así pues, los resultados obtenidos aportan información relevante sobre la importancia que los nuevos factores de riesgo, basados en el uso del vehículo, pueden tener en la tarificación del seguro de automóviles. El número de kilómetros anuales recorridos por el conductor asegurado, el porcentaje de kilómetros recorridos de forma nocturna, los límites de tolerancia (porcentajes de exceso de velocidad sobre los límites legalmente permitidos), y finalmente, el porcentaje de kilómetros recorridos por vía urbana aparecen relacionados con la probabilidad de sufrir un siniestro, tal y como se deduce de la modelización logística efectuada. Finalmente, cabe destacar que junto a estos factores de riesgo aparecen aquellos utilizados tradicionalmente en tarificación que también deben ser considerados (aunque algunos de ellos presenten coeficientes que no resultan estadísticamente significativos teniendo en cuenta la correlación existente entre determinadas variables como la edad del individuo y su antigüedad de carnet).

Tabla 6.4. Coeficientes del modelo de regresión logística

	Coeficiente	S.E.	p-valor	Odds Ratio
Constante	-2,487	0,128	0,000 ^a	0,083
Edad 25-28	-0,037	0,047	0,436	0,964
Edad ≥ 29	-0,034	0,059	0,563	0,967
Varón	-0,035	0,036	0,329	0,966
Antigüedad de carnet del conductor asegurado	-0,060	0,008	0,000 ^a	0,941
Antigüedad del vehículo asegurado	0,005	0,004	0,205	1,005
Potencia del vehículo asegurado	0,003	0,001	0,000 ^a	1,003
Aparcamiento: garaje	0,031	0,041	0,451	1,032
Número de kilómetros anuales recorridos	7,8e ⁻⁵	5,7e ⁻⁶	0,000 ^a	1,0001
Número de kilómetros nocturnos recorridos en el año	5,5e ⁻⁵	4,4e ⁻⁵	0,212	1,0001
Kilómetros nocturnos: entre el 11 y el 20% del total	-0,115	0,057	0,042 ^b	0,891
Kilómetros nocturnos: entre el 21 y el 30% del total	-0,189	0,123	0,123	0,828
Kilómetros nocturnos: más del 30% del total	0,088	0,227	0,699	1,092
Porcentaje de exceso de velocidad: entre el 0 y el 2%	-0,150	0,056	0,007 ^a	0,861
Porcentaje de exceso de velocidad: entre el 3 y el 5%	-0,004	0,054	0,943	0,996
Porcentaje de exceso de velocidad: entre el 6 y el 11%	0,049	0,054	0,368	1,050
Porcentaje de circulación por vía urbana	0,020	0,001	0,000 ^a	1,020
<p>Las categorías de referencia han sido: edad (\leq 24 años); género (mujer); aparcamiento (vía pública); porcentaje de kilómetros nocturnos respecto al total (entre el 0 y el 10%); porcentaje de exceso de velocidad sobre el límite permitido (igual o superior al 12%). N: 25012 (2 valores perdidos han sido excluidos del análisis); Chi-Cuadrado: 608,932 (p-valor=0,000); -2log-verosimilitud: 22677,913; grados de libertad: 16; R² de Nagelkerke: 0,040; ^a Indica significación al 1%; ^b Indica significación al 5%; ^c Indica significación al 10%.</p>				

CONCLUSIONES

Ha quedado de manifiesto a lo largo del texto la relevancia que tiene hoy en día el seguro basado en el uso como nueva tendencia en tarificación. No obstante, tal y como hemos argumentado, las compañías que llevan a cabo el diseño de este tipo de productos han de hacer frente a importantes dificultades que en parte se deben a la escasa información estadística y la dispersa bibliografía que existe sobre este tema.

Este trabajo realiza una triple aportación en este sentido. En primer lugar, realizamos una amplia revisión bibliográfica sobre el tema; en segundo lugar reflexionamos sobre cómo extender la idea del seguro basado en el uso a otros productos aseguradores distintos del seguro del automóvil; y en tercer y último lugar, realizamos un estudio empírico que corrobora la importancia de los factores asociados al uso como explicativos de la siniestralidad, para asegurados que han suscrito pólizas PAYD.

Respecto a la primera de estas aportaciones, la revisión bibliográfica realizada pone de manifiesto como numerosos autores (entre ellos, Rice et al., 2003; Jun et al., 2007; Laurie, 2011; Litman, 2011 y Williams et al., 2012) confirman la influencia que los factores asociados al uso tienen sobre la siniestralidad. Además señalan que la comercialización de estos productos provoca cambios en los hábitos de conducción de los asegurados, dirigidos a reducir su exposición al riesgo, y de este modo beneficiarse de una menor prima (Bolderdijk et al., 2011). Este sistema de tarificación hace el seguro más asequible, por lo que contribuye a reducir el número de vehículos sin asegurar en circulación. Los efectos positivos de la comercialización de pólizas PAYD van incluso más allá (Peña, 2007), dado que al incentivar la menor utilización del vehículo se consigue reducir el número total de kilómetros recorridos, la siniestralidad, los problemas de congestión del tráfico, el gasto público en mantenimiento y conservación de las carreteras, e incluso los problemas ocasionados por la contaminación y su efecto sobre el medio ambiente (Parry, 2004 y 2005). Otro aspecto analizado en este trabajo ha sido el alcance internacional del seguro basado en el uso, lo cual nos lleva a concluir que la comercialización de estas pólizas está muy consolidada en el mercado americano y cada vez más en el europeo, sobre todo en países como el Reino Unido, uno de los pioneros a nivel europeo en lanzar este tipo de productos al mercado.

La exhaustiva revisión bibliográfica realizada pone de manifiesto que el seguro PAYD es la referencia básica como seguro basado en el uso, sin contemplarse la extensión de esta idea a otros productos aseguradores. Esta constituye la segunda aportación de este trabajo. En efecto, reflexionamos sobre el diseño de productos basados en el uso más allá del seguro del automóvil, dentro del ramo de seguros generales.

En este sentido, consideramos el seguro de accidentes dado que en este producto la definición de factores de riesgo basados en el uso puede ser identificada más claramente. En concreto, analizamos con especial detalle el caso del seguro de accidentes laborales, en el que consideramos que el conocimiento de cuáles son los hábitos y conductas del individuo en la actividad laboral diaria puede ser tenido en cuenta a la hora de calcular la prima. En este caso, el asegurado puede prestarse a la realización de controles sobre su actividad laboral que serían llevados a cabo de forma aleatoria por parte de la compañía aseguradora. De este modo, no habría una relajación en las medidas de prevención de riesgos laborales, por lo que la exposición al riesgo de accidente se vería probablemente reducida. Adicionalmente, en este tipo de seguros suele estar cubierto también el riesgo de accidente *in itinere*, por lo que el seguro de automóviles basado en el uso cobraría también sentido.

La tercera aportación de nuestra investigación se centra en la realización de un análisis empírico de la siniestralidad registrada por jóvenes que han suscrito pólizas PAYD. Hemos de tener en cuenta que el colectivo analizado no es una muestra representativa de los jóvenes conductores, dado que si un joven accede voluntariamente a contratar este tipo de seguro, es probablemente porque se considera un buen conductor, y por tanto puede beneficiarse de contratar este tipo de póliza.

A través de este análisis empírico, hemos constatado la influencia que determinadas variables clásicamente utilizadas en tarificación tienen sobre la siniestralidad y además también hemos identificado nuevos factores de riesgo asociados al uso del vehículo que ayudan a explicar esta siniestralidad. A continuación comentamos los resultados obtenidos para estas variables en nuestra modelización:

a) Variables clásicas utilizadas en tarificación

Respecto a la variable edad, es bien sabido que los jóvenes pagan una prima más elevada por su seguro del automóvil dada su mayor siniestralidad. No obstante, esta variable puede no tener un efecto significativo sobre la siniestralidad cuando el colectivo analizado son jóvenes que han suscrito una póliza PAYD, según se desprende de nuestra modelización. Sin embargo, la

mayor experiencia al volante de estos jóvenes sí tiene un efecto significativo en la reducción de su siniestralidad, y dado que edad y antigüedad del permiso de conducir son variables claramente correlacionadas, es posible que ésta sea la causa de la no significación de la edad como factor de riesgo para este colectivo.

Por lo que respecta al género de los asegurados, nuestros resultados permiten concluir que éste no tiene un efecto significativo de cara a explicar la siniestralidad cuando analizamos individuos jóvenes que han contratado pólizas PAYD. Del mismo modo, tampoco tiene un efecto significativo la antigüedad del vehículo asegurado como factor explicativo de la siniestralidad, ni tampoco el lugar donde duerme el vehículo (vía pública o garaje).

Por último, por lo que respecta a la potencia del vehículo asegurado, concluimos que tiene un efecto significativo en la explicación de la siniestralidad, de modo que una mayor potencia del vehículo se asocia a una mayor probabilidad de siniestro.

b) Nuevos factores de riesgo asociados al uso del vehículo

Tal y como hemos argumentado a lo largo del texto, resulta evidente que el número de kilómetros recorridos tiene una relación directa con la exposición al riesgo y con la probabilidad de accidente. Nuestro estudio permite constatar este hecho para el colectivo de asegurados jóvenes que contrata una póliza PAYD. En efecto, a medida que aumenta el número de kilómetros anuales recorridos también lo hace la probabilidad de siniestro. Lo que no ha sido investigado de manera expresa en este estudio es si existe o no proporcionalidad entre el kilometraje y la probabilidad de sufrir un accidente. No obstante, la mayoría de estudios apunta a que los conductores que usan más el vehículo tienden a tener menos accidentes por unidad de distancia recorrida que aquellos que lo utilizan poco (Edlin, 2003; Litman, 2005 y Langford et al., 2008), aunque existen estudios que discrepan de esta idea (Bordoff y Noel, 2008).

Por otra parte, diversos estudios han analizado la relación entre velocidad y probabilidad de ocurrencia de un siniestro (entre ellos Elvik et al., 2004) si bien el tema ha suscitado cierta controversia (Shinar, 1998). En este sentido, la aportación de nuestro estudio ha sido constatar dicha relación para el colectivo de jóvenes que voluntariamente suscriben pólizas PAYD, al identificar a los asegurados que sobrepasan los límites de velocidad legalmente permitidos en un 2% como máximo, como aquéllos que tienen una menor siniestralidad. La relación entre velocidad y severidad del accidente no ha sido abordada en este estudio, aunque ha quedado sobradamente demostrada en otros trabajos (OMS, 2004 y Jun et al. 2007, 2011).

La franja horaria de conducción también es un factor a tener en cuenta a la hora de explicar la siniestralidad, partiendo del hecho de que la intensidad media de circulación va variando a lo largo del día (Cal y Cárdenas, 2003). Nuestro estudio va en la línea de trabajos como el de Williams et al. (2012), Doherty et al. (1998) y Akerstedt et al. (2001) en los que se constató que el periodo nocturno es el de mayor peligrosidad. No obstante, nuestros resultados, obtenidos para conductores jóvenes que suscriben pólizas PAYD, no son del todo concluyentes en este sentido. Según hemos observado, la probabilidad de siniestro para los individuos que conducen entre un 11 y un 20% de los kilómetros por la noche es menor que la probabilidad de siniestro de los que tienen menor porcentaje de conducción nocturna. Asimismo, el hecho de conducir más de un 20% de los kilómetros por la noche no se asocia de manera significativa a una mayor siniestralidad. Estos resultados pueden estar relacionados con la mayor siniestralidad observada para los individuos que no utilizan el vehículo por la noche asiduamente, sino solo para situaciones concretas (como salidas de fin de semana o desplazamientos cortos).

Por último, según los resultados obtenidos por diversos autores, entre ellos Laurie (2011), existe relación entre la siniestralidad y el tipo de vía por el que se circula. Nuestro estudio constata esta relación para el colectivo de jóvenes que suscribe una póliza PAYD, de modo que la probabilidad de siniestro aumenta a medida que lo hace el porcentaje de kilómetros que el asegurado circula por vía urbana. Coincidimos por tanto en recomendar sistemas de tarificación que tengan en cuenta el tipo de vía de circulación, en la línea de propuestas llevadas a cabo por diferentes autores como Zantema et al. (2008).

Por todo lo argumentado a lo largo del texto, los factores asociados al uso han de tenerse en cuenta en los sistemas de tarificación, dada su capacidad explicativa de la siniestralidad. Consideramos por tanto que en los próximos años el seguro basado en el uso puede consolidarse como nueva tendencia en tarificación. De este modo, a medida que esta consolidación se produzca, y las compañías recopilen más información histórica sobre este tipo de pólizas, será también posible conocer en qué medida la comercialización de estos productos induce cambios en los hábitos de conducción de los asegurados, y cuantificar cuáles son los efectos positivos que de ello se desprenden y que no han podido ser analizados en profundidad en este trabajo. Se abre así una línea de investigación que auguramos aporte mucho conocimiento al sector y a la ciencia actuarial en su conjunto.

Referencias bibliográficas

Aarts, L. y van Schagen, I. (2006) Driving speedy and the risk of road crashes: a review. *Accident Analysis and Prevention*, 38, 215-224.

Akersted, T., Kecklund, G., Hörte, L.G. (2001) Night Driving, Season, and the Risk of Highway Accidents. *Sleep*, 24, 4.

Al-Balbissi, A. (2003) Role of gender in road accidents. *Traffic Injury Prevention*, 4, 64-73.

Ayuso, M., Guillén, M. and Pérez-Marín, A. M. (2011) "Metodología para el cálculo de escenarios de caída de cartera en Solvencia II en presencia de contagio entre cancelaciones" *Anales del Instituto de Actuarios Españoles*, 13-30.

Ayuso, M.; Guillén, M. Pérez-Marín, A. M. (2012) "Modelos internos en Solvencia II: Su aplicación al cálculo del coeficiente de caída de cartera" *Gerencia de Riesgos y Seguros*, 112, 38-48.

Bingham, K., Boyd, P., Greene, M. y Brown, R. (2009) Pay-As-You-Drive: some considerations before you hit the road", *Contingencias*, Jan/Feb. 2009, 26-28.

Bolderdijk, J. W., Knockaert, J. Steg, E. M. y Verhoef, E. T. (2011) Effects of Pay-As-You-Drive vehicle insurance on young drivers' speed choice: results of a Dutch field experiment, *Accident Analysis and Prevention*, 43, 1181-1186.

Bordoff, J. E. y Noel, P. J. (2008) Pay-As-You-Drive Auto Insurance: A Simple Way to Reduce Driving-Related Harms and Increase Equity. *The Brookings Institution*, Discussion Paper.

Buxbaum, J. (2006) Mileage-Based User Fee Demonstration Project: Potential Public Policy Implications of Pay-As-You-Drive Leasing and Insurance Products. Cambridge Systematics, Inc.

Cal, R. y Cárdenas, J. (2003) Ingeniería de tránsito. Ed. Computec.

Calafat, A., Adrover, D., Juan, M. y Blay, N.T. (2008) Relación del consumo de alcohol y drogas de los jóvenes españoles con la seguridad vial durante la vida recreativa nocturna en tres Comunidades Autónomas en 2007. *Revista Española de Salud Pública*, 82, 323-331.

Demidovich, B.P.; Maron, I.A. (1993) *Cálculo Numérico Fundamental*. Paraninfo, Madrid, 4ª Edición.

Dirección General de Tráfico (2010) Anuario Estadístico de Accidentes. Ministerio del Interior. España.

Doherty, S.T., Andrey, J.C. y MacGregor, C. (1998) The situational risks of young drivers: The influence of passengers, time of day and day of week on accident rates. *Accident Analysis and Prevention*, 30, 1, 45-52.

Edlin, A.S. (2003) Per-mile premiums for auto insurance. In *Economics for an imperfect world: essays in honor of Joseph E. Stiglitz*. Cambridge, MA: MIT Press.

Edlin, A. S. y Mandic, P. K. (2006) The accident externality from driving. *Journal of Political Economy*, 114, 5, 931-955.

Elias, W., Toledo, T., y Shiftan, Y. (2010) The effect of daily-activity patterns on crash involvement. *Accident Analysis and Prevention*. 42, 6, 1682-1688.

Elvik, R., Christensen, P. y Amundsen, A. (2004) *Speed and road accidents. An evaluation of the Power Model. TØI report 740/2004*. Institute of Transport Economics TOI, Oslo.

Farmer, C.M., Braitman, K.A. y Lund, A.K. (2010) Cell Phone Use While Driving and Attributable Crash Risk. *Traffic Injury Prevention*, 11, 5, 466-470.

Fundación Mapfre (2010) Incentivos por reducción de la siniestralidad en accidentes de trabajo. Bonus-Malus en el seguro de accidentes de trabajo, *Gerencia de Riesgos y Seguros*, 107.

Greaves, S. y Fifer, S. (2010) Development of a Kilometer-Based Rewards System to Encourage Safer Driving Practices. *Transportations Research Record*, 2182, 88-96.

Greene, W.H. (2011) *Econometric Analysis*. Pearson, Londres, 7ª edición.

Guensler, R., Amekudzi, A., Williams, J., Mergelsberg, S. y Ogle, J. (2003) Current State Regulatory Support for Pay-as-You-Drive Automobile Insurance Options. *Journal of Insurance Regulation*, National Association of Insurance Commissioners, 21, 3, Spring 2003.

Haberman, S. y Gerrard, R. (2006) Optimal Premium Pricing of Non-Life Insurance. EPSRC, Reference: GR/S23056/01, City University, London.

Hagerbaumer, C. (2004) Drive-By Rates: Can Pay-As-You-Drive Insurance Attract Good Risks And Gain Insurers An Environmentally Responsible Image? *Best's Review*, April, 68-69.

Iqbal, M. U., y Lim, S. (2006) A privacy preserving GPS-based Pay-as-you-drive Insurance Scheme, *International Global Navigation Satellite System Society 2006 Symposium*.

Joksch, H. C. (1993) Velocity change and fatality risk in a crash - a rule of thumb, *Accident Analysis and Prevention*, 25, 103-104.

Jun, J., Guensler, R. y Ogle, J. (2011) Differences in observed speed patterns between crash-involved and crash-not-involved drivers: Application of in-vehicle monitoring technology. *Transportation Research Part C*, 19, 569-578.

Jun, J., Ogle, J. y Guensler, R. (2007) Relationships between Crash Involvement and Temporal-Spatial Driving Behavior Activity Patterns: Use of Data for Vehicles with Global Positioning Systems. *Transportation Research Record*, 2019 , 246-255.

Khazzoom, J. D. (2000) Pay-at-the-Pump auto Insurance: Review of criticisms and proposed modifications. *Journal of Insurance Regulation*, 18, 448-496.

Langford, J.; Koppel, S.; McCarthy, D. y Srinivasan, S. (2008) In defence of the 'low-mileage bias', *Accident Analysis and Prevention*, 40, 1996-1999.

Laurie, A. (2011) *Telematics: the new auto insurance*. En: Emphasis. - New York: Towers Watson. Número 1, 20-25.

Litman, T. (2005) Pay-As-You-Drive Pricing and Insurance Regulatory Objectives. *Journal of Insurance Regulation*, National Association of Insurance Commissioners, 23, 3, Spring 2005.

Litman, T. (2011) *Pay-As-You-Drive Insurance: Recommendations for Implementation*, Victoria Transport Policy Institute.

McCullagh, P.; Nelder, J.A. (1989) *Generalized Linear Models*. Volume 37 of Monographs on Statistics and Applied Probability. Chapman and Hall, Londres, 2ª edición.

Nelder, J.A.; Wedderburn, R.W.M. (1972) Generalized Linear Models, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, vol. 135, pp. 370-384.

Nicholson, K. (2009) *Linear Algebra with Applications*. McGraw-Hill, México, 6th edition.

Ohlsson, E.; Johansson, B. (2010) Non-life insurance pricing with Generalized Linear models, Springer-Verlag, London.

Organización Mundial de la Salud (2004) Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito. Washington, D.C.: OPS.

Parry, I.W.H. (2004) Comparing alternative policies to reduce traffic accidents”- *Journal of Urban Economics*, 56, 346-368.

Parry, I.W.H. (2005) Is Pay As You Drive insurance a better way to reduce gasoline than gasoline taxes? *American Economic Review*, 95, 2, 288-293.

Peña, L. (2007) Nuevos modelos de gestión de seguros: Mapfre y su proyecto Generación Y, *Carreteras*, 54, 156/Nov-Dic.

Rhodes, N., Pivik, K. (2011) Age and gender differences in risky driving: the roles of positive affect and risk perception. *Accident Analysis and Prevention* 43, 3, 923–931.

Real Decreto 404/2010, de 31 de marzo, por el que se regula el establecimiento de un sistema de reducción de las cotizaciones por contingencias profesionales a las empresas que hayan contribuido especialmente a la disminución y prevención de la siniestralidad laboral, Ministerio de Trabajo e Inmigración, BOE de 1 de abril de 2010.

Rice, T.M., Peek-Asa, C. y Kraus, J.F. (2003) Nighttime driving, passenger transport, and injury crash rates of young drivers. *Injury Prevention*, 9, 3, 245-250.

Shinar, D. (1998) *Speed and crashes: a controversial topic and an elusive relationship*. Appendix B in: *Managing speed: Review of current practice for setting and enforcing speed limits*. Special report 254, Transportation Research Board TRB, Committee for Guidance on Setting and Enforcing Speed Limits. National Academy Press, Washington, D.C.

Vickrey, W. (1968) Automobile accidents, tort law, externalities, and insurance: an economist’s critique. *Law and Contemporary Problems*, 33, 464-487.

Williams, A.F., West, B.A. y Shults, R.A. (2012) Fatal crashes of 16- to 17-year-old drivers involving alcohol, nighttime driving, and passengers. *Traffic Injury Prevention*, 13, 1, 1-6.

Yannis, G., Golias, J. y Papadimitriou, E. (2005) Driver age and vehicle engine size effects on fault and severity in young motorcyclists accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 37, 327-333.

Zantema, J., Amelsfort, D. H. van, Bliemer, M. C. J., et al. (2008) Pay-as-you-drive strategies: case study of safety and accessibility effects. *Transportation Research Record*, 2078, 8-16.

COLECCIÓN “CUADERNOS DE LA FUNDACIÓN”

Área de Seguro y Previsión Social

FUNDACIÓN MAPFRE

Publicaciones

Paseo de Recoletos 23. 28004 Madrid - (España)

Estas publicaciones, disponibles a la venta en formato impreso, también pueden consultarse en:

www.fundacionmapfre.org

199. El seguro basado en el uso (Usage Based Insurance). 2014
198. El seguro de Decesos en la normativa aseguradora.
Su encaje en Solvencia II. 2014
197. El seguro de Responsabilidad Civil en el arbitraje. 2014
196. La reputación corporativa en empresas aseguradoras: análisis y evaluación de factores explicativos. 2014
195. La acción directa del perjudicado en el ordenamiento jurídico comunitario. 2013
194. Investigaciones en Seguros y Gestión del Riesgo: RIESGO 2013
193. Viability of Patent Insurance in Spain. 2013
192. Viabilidad del seguro de patentes en España. 2013
191. Determinación de zonas homogéneas de riesgo para los rendimientos de distintos cultivos de la región pampeana en Argentina. 2013
190. Género y promoción en los sectores financiero y asegurador. 2013
189. An Introduction to Reinsurance. 2013
188. El control interno y la responsabilidad penal en la mediación de seguros privados. 2013
187. Una introducción al gobierno corporativo en la industria aseguradora en América Latina. 2013
186. Mortalidad de jóvenes en accidentes de tráfico. 2012
185. Las reclamaciones derivadas de accidentes de circulación por carretera transfronterizos. 2012

184. Efecto disuasorio del tipo de contrato sobre el fraude. 2012
183. Claves del Seguro Español: una aproximación a la Historia del Seguro en España. 2012
182. La responsabilidad civil del asegurador de asistencia sanitaria. 2012
181. Colaboración en el contrato de Reaseguro. 2012
180. Origen, situación actual y futuro del seguro de Protección Jurídica. 2012
179. Experiencias de microseguros en Colombia, Perú y Brasil. Modelo socio agente. 2012
178. El agente de seguros y su Responsabilidad Civil. 2012
177. Riesgo operacional en el marco de Solvencia II. 2012
176. Un siglo de seguros marítimos barceloneses en el comercio con América (1770-1870). 2012
175. El seguro de Caución. 2012
174. La contabilidad de los corredores de seguros y los planes y fondos de pensiones. 2012
173. El seguro de Vida en América Latina. 2011
172. Gerencia de riesgos sostenibles y Responsabilidad Social Empresarial en la entidad aseguradora. 2011
171. Investigaciones en Seguros y Gestión del Riesgo. RIESGO 2011
170. Introdução ao Resseguro. 2011
169. La salud y su aseguramiento en Argentina, Chile, Colombia y España. 2011
168. Diferencias de sexo en conductas de riesgo y tasa de mortalidad diferencial entre hombres y mujeres. 2011
167. Movilización y rescate de los compromisos por pensiones garantizados mediante contrato de seguros. 2011
166. Embedded Value aplicado al ramo No Vida. 2011
165. Las sociedades cautivas de Reaseguro. 2011
164. Daños del amianto: litigación, aseguramiento de riesgos y fondos de compensación. 2011
163. El riesgo de tipo de interés: experiencia española y Solvencia II. 2011
162. I Congreso sobre las Nuevas Tecnologías y sus repercusiones en el Seguro: Internet, Biotecnología y Nanotecnología. 2011

161. La incertidumbre bioactuarial en el riesgo de la longevidad. Reflexiones bioéticas. 2011
160. Actividad aseguradora y defensa de la competencia. La exención antitrust del sector asegurador. 2011
159. Estudio empírico sobre la tributación de los seguros de vida. 2010
158. Métodos estocásticos de estimación de las provisiones técnicas en el marco de Solvencia II. 2010
157. Introducción al Reaseguro. 2010
156. Encuentro Internacional sobre la Historia del Seguro. 2010
155. Los sistemas de salud en Latinoamérica y el papel del seguro privado. 2010
154. El Seguro de Crédito en Chile. 2010
153. El análisis financiero dinámico como herramienta para el desarrollo de modelos internos en el marco de Solvencia II. 2010
152. Características sociodemográficas de las personas con doble cobertura sanitaria. Un estudio empírico. 2010
151. Solidaridad impropia y seguro de Responsabilidad Civil. 2010
150. La prevención del blanqueo de capitales en las entidades aseguradoras, las gestoras y los corredores de seguros 2010
149. Fondos de aseguramiento agropecuario y rural: la experiencia mexicana en el mutualismo agropecuario y sus organizaciones superiores. 2010
148. Avaliação das Provisões de Sinistro sob o Enfoque das Novas Regras de Solvência do Brasil. 2010
147. El principio de igualdad sexual en el Seguro de Salud: análisis actuarial de su impacto y alcance. 2010
146. Investigaciones históricas sobre el Seguro español. 2010
145. Perspectivas y análisis económico de la futura reforma del sistema español de valoración del daño corporal. 2009
144. Contabilidad y Análisis de Cuentas Anuales de Entidades Aseguradoras (Plan contable 24 de julio de 2008). 2009
143. Mudanças Climáticas e Análise de Risco da Indústria de Petróleo no Litoral Brasileiro. 2009
142. Bases técnicas dinámicas del Seguro de Dependencia en España. Una aproximación en campo discreto. 2009

141. Transferencia Alternativa de Riesgos en el Seguro de Vida: Titulización de Riesgos Aseguradores. 2009
140. Riesgo de negocio ante asegurados con múltiples contratos. 2009
139. Optimización económica del Reaseguro cedido: modelos de decisión. 2009
138. Inversiones en el Seguro de Vida en la actualidad y perspectivas de futuro. 2009
137. El Seguro de Vida en España. Factores que influyen en su progreso. 2009
136. Investigaciones en Seguros y Gestión de Riesgos. RIESGO 2009
135. Análisis e interpretación de la gestión del fondo de maniobra en entidades aseguradoras de incendio y lucro cesante en grandes riesgos industriales. 2009
134. Gestión integral de Riesgos Corporativos como fuente de ventaja competitiva: cultura positiva del riesgo y reorganización estructural. 2009
133. La designación de la pareja de hecho como beneficiaria en los seguros de vida. 2009
132. Aproximación a la Responsabilidad Social de la empresa: reflexiones y propuesta de un modelo. 2009
131. La cobertura pública en el seguro de crédito a la exportación en España: cuestiones prácticas-jurídicas. 2009
130. La mediación en seguros privados: análisis de un complejo proceso de cambio legislativo. 2009
129. Temas relevantes del Derecho de Seguros contemporáneo. 2009
128. Cuestiones sobre la cláusula cut through. Transferencia y reconstrucción. 2008
127. La responsabilidad derivada de la utilización de organismos genéticamente modificados y la redistribución del riesgo a través del seguro. 2008
126. Ponencias de las Jornadas Internacionales sobre Catástrofes Naturales. 2008
125. La seguridad jurídica de las tecnologías de la información en el sector asegurador. 2008
124. Predicción de tablas de mortalidad dinámicas mediante un procedimiento bootstrap. 2008
123. Las compañías aseguradoras en los procesos penal y contencioso-administrativo. 2008

122. Factores de riesgo y cálculo de primas mediante técnicas de aprendizaje. 2008
121. La solicitud de seguro en la Ley 50/1980, de 8 de octubre, de Contrato de Seguro. 2008
120. Propuestas para un sistema de cobertura de enfermedades catastróficas en Argentina. 2008
119. Análisis del riesgo en seguros en el marco de Solvencia II: Técnicas estadísticas avanzadas Monte Carlo y Bootstrapping. 2008
118. Los planes de pensiones y los planes de previsión asegurados: su inclusión en el caudal hereditario. 2007
117. Evolução de resultados técnicos e financeiros no mercado segurador iberoamericano. 2007
116. Análisis de la Ley 26/2006 de Mediación de Seguros y Reaseguros Privados. 2007
115. Sistemas de cofinanciación de la dependencia: seguro privado frente a hipoteca inversa. 2007
114. El sector asegurador ante el cambio climático: riesgos y oportunidades. 2007
113. Responsabilidade social empresarial no mercado de seguros brasileiro influências culturais e implicações relacionais. 2007
112. Contabilidad y análisis de cuentas anuales de entidades aseguradoras. 2007
111. Fundamentos actuariales de primas y reservas de fianzas. 2007
110. El Fair Value de las provisiones técnicas de los seguros de Vida. 2007
109. El Seguro como instrumento de gestión de los M.E.R. (Materiales Especificados de Riesgo). 2006
108. Mercados de absorción de riesgos. 2006
107. La exteriorización de los compromisos por pensiones en la negociación colectiva. 2006
106. La utilización de datos médicos y genéticos en el ámbito de las compañías aseguradoras. 2006
105. Los seguros contra incendios forestales y su aplicación en Galicia. 2006
104. Fiscalidad del seguro en América Latina. 2006
103. Las NIC y su relación con el Plan Contable de Entidades Aseguradoras. 2006

102. Naturaleza jurídica del Seguro de Asistencia en Viaje. 2006
101. El Seguro de Automóviles en Iberoamérica. 2006
100. El nuevo perfil productivo y los seguros agropecuarios en Argentina. 2006
99. Modelos alternativos de transferencia y financiación de riesgos "ART": situación actual y perspectivas futuras. 2005
98. Disciplina de mercado en la industria de seguros en América Latina. 2005
97. Aplicación de métodos de inteligencia artificial para el análisis de la solvencia en entidades aseguradoras. 2005
96. El Sistema ABC-ABM: su aplicación en las entidades aseguradoras. 2005
95. Papel del docente universitario: ¿enseñar o ayudar a aprender?. 2005
94. La renovación del Pacto de Toledo y la reforma del sistema de pensiones: ¿es suficiente el pacto político? 2005
92. Medición de la esperanza de vida residual según niveles de dependencia en España y costes de cuidados de larga duración. 2005
91. Problemática de la reforma de la Ley de Contrato de Seguro. 2005
90. Centros de atención telefónica del sector asegurador. 2005
89. Mercados aseguradores en el área mediterránea y cooperación para su desarrollo. 2005
88. Análisis multivariante aplicado a la selección de factores de riesgo en la tarificación. 2004
87. Dependencia en el modelo individual, aplicación al riesgo de crédito. 2004
86. El margen de solvencia de las entidades aseguradoras en Iberoamérica. 2004
85. La matriz valor-fidelidad en el análisis de los asegurados en el ramo del automóvil. 2004
84. Estudio de la estructura de una cartera de pólizas y de la eficacia de un Bonus-Malus. 2004
83. La teoría del valor extremo: fundamentos y aplicación al seguro, ramo de responsabilidad civil autos. 2004
81. El Seguro de Dependencia: una visión general. 2004
80. Los planes y fondos de pensiones en el contexto europeo: la necesidad de una armonización. 2004

79. La actividad de las compañías aseguradoras de vida en el marco de la gestión integral de activos y pasivos. 2003
78. Nuevas perspectivas de la educación universitaria a distancia. 2003
77. El coste de los riesgos en la empresa española: 2001.
76. La incorporación de los sistemas privados de pensiones en las pequeñas y medianas empresas. 2003
75. Incidencia de la nueva Ley de Enjuiciamiento Civil en los procesos de responsabilidad civil derivada del uso de vehículos a motor. 2002
74. Estructuras de propiedad, organización y canales de distribución de las empresas aseguradoras en el mercado español. 2002
73. Financiación del capital-riesgo mediante el seguro. 2002
72. Análisis del proceso de exteriorización de los compromisos por pensiones. 2002
71. Gestión de activos y pasivos en la cartera de un fondo de pensiones. 2002
70. El cuadro de mando integral para las entidades aseguradoras. 2002
69. Provisiones para prestaciones a la luz del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados; métodos estadísticos de cálculo. 2002
68. Los seguros de crédito y de caución en Iberoamérica. 2001
67. Gestión directiva en la internacionalización de la empresa. 2001
65. Ética empresarial y globalización. 2001
64. Fundamentos técnicos de la regulación del margen de solvencia. 2001
63. Análisis de la repercusión fiscal del seguro de vida y los planes de pensiones. Instrumentos de previsión social individual y empresarial. 2001
62. Seguridad Social: temas generales y régimen de clases pasivas del Estado. 2001
61. Sistemas Bonus-Malus generalizados con inclusión de los costes de los siniestros. 2001
60. Análisis técnico y económico del conjunto de las empresas aseguradoras de la Unión Europea. 2001
59. Estudio sobre el euro y el seguro. 2000
58. Problemática contable de las operaciones de reaseguro. 2000

56. Análisis económico y estadístico de los factores determinantes de la demanda de los seguros privados en España. 2000
54. El corredor de reaseguros y su legislación específica en América y Europa. 2000
53. Habilidades directivas: estudio de sesgo de género en instrumentos de evaluación. 2000
52. La estructura financiera de las entidades de seguros, S.A. 2000
51. Seguridades y riesgos del joven en los grupos de edad. 2000
50. Mixturas de distribuciones: aplicación a las variables más relevantes que modelan la siniestralidad en la empresa aseguradora. 1999
49. Solvencia y estabilidad financiera en la empresa de seguros: metodología y evaluación empírica mediante análisis multivariante. 1999
48. Matemática Actuarial no vida con MapleV. 1999
47. El fraude en el Seguro de Automóvil: cómo detectarlo. 1999
46. Evolución y predicción de las tablas de mortalidad dinámicas para la población española. 1999
45. Los Impuestos en una economía global. 1999
42. La Responsabilidad Civil por contaminación del entorno y su aseguramiento. 1998
41. De Maastricht a Amsterdam: un paso más en la integración europea. 1998
39. Perspectiva histórica de los documentos estadístico-contables del órgano de control: aspectos jurídicos, formalización y explotación. 1997
38. Legislación y estadísticas del mercado de seguros en la comunidad iberoamericana. 1997
37. La responsabilidad civil por accidente de circulación. Puntual comparación de los derechos francés y español. 1997
36. Cláusulas limitativas de los derechos de los asegurados y cláusulas delimitadoras del riesgo cubierto: las cláusulas de limitación temporal de la cobertura en el Seguro de Responsabilidad Civil. 1997
35. El control de riesgos en fraudes informáticos. 1997
34. El coste de los riesgos en la empresa española: 1995
33. La función del derecho en la economía. 1997
32. Decisiones racionales en reaseguro. 1996

31. Tipos estratégicos, orientación al mercado y resultados económicos: análisis empírico del sector asegurador español. 1996
30. El tiempo del directivo. 1996
29. Ruina y Seguro de Responsabilidad Civil Decenal. 1996
28. La naturaleza jurídica del Seguro de Responsabilidad Civil. 1995
27. La calidad total como factor para elevar la cuota de mercado en empresas de seguros. 1995
26. El coste de los riesgos en la empresa española: 1993
25. El reaseguro financiero. 1995
24. El seguro: expresión de solidaridad desde la perspectiva del derecho. 1995
23. Análisis de la demanda del seguro sanitario privado. 1993
22. Rentabilidad y productividad de entidades aseguradoras. 1994
21. La nueva regulación de las provisiones técnicas en la Directiva de Cuentas de la C.E.E. 1994
20. El Reaseguro en los procesos de integración económica. 1994
19. Una teoría de la educación. 1994
18. El Seguro de Crédito a la exportación en los países de la OCDE (evaluación de los resultados de los aseguradores públicos). 1994
16. La legislación española de seguros y su adaptación a la normativa comunitaria. 1993
15. El coste de los riesgos en la empresa española: 1991
14. El Reaseguro de exceso de pérdidas 1993
12. Los seguros de salud y la sanidad privada. 1993
10. Desarrollo directivo: una inversión estratégica. 1992
9. Técnicas de trabajo intelectual. 1992
8. La implantación de un sistema de controlling estratégico en la empresa. 1992
7. Los seguros de responsabilidad civil y su obligatoriedad de aseguramiento. 1992
6. Elementos de dirección estratégica de la empresa. 1992
5. La distribución comercial del seguro: sus estrategias y riesgos. 1991

4. Los seguros en una Europa cambiante: 1990-95. 1991
2. Resultados de la encuesta sobre la formación superior para los profesionales de entidades aseguradoras (A.P.S.). 1991
1. Filosofía empresarial: selección de artículos y ejemplos prácticos. 1991

ÚLTIMOS LIBROS PUBLICADOS

Historia del Seguro en España. 2014

Actas del III Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías: sus repercusiones en el seguro: internet, biotecnología y nanotecnología: 12 y 13 de noviembre de 2012, Santiago de Chile. 2013

Emergencia y reconstrucción: el antes y después del terremoto y tsunami del 27F en Chile. 2012

Riesgo sistémico y actividad aseguradora. 2012

La historia del seguro en Chile (1810-2010). 2012

Modelo de proyección de carteras de seguros para el ramo de decesos. 2011

Desarrollo comercial del seguro colectivo de dependencia en España. 2010

La mediación de seguros en España: análisis de la Ley 26/2006, de Mediación de Seguros y Reaseguros Privados. 2010

Museo del Seguro. Catálogo. 2010

Diccionario MAPFRE de Seguros. 2008

Teoría de la credibilidad: desarrollo y aplicaciones en primas de seguros y riesgos operacionales. 2008

El seguro de caución: una aproximación práctica. 2007

El seguro de pensiones. 2007

Las cargas del acreedor en el seguro de responsabilidad civil. 2006

Diccionario bilingüe de expresiones y términos de seguros: inglés-español, español-inglés. 2006

El seguro de riesgos catastróficos: reaseguro tradicional y transferencia alternativa de riesgos. 2005

La liquidación administrativa de entidades aseguradoras. 2005

INFORMES Y RANKINGS

Desde 1994 se publican anualmente estudios que presentan una panorámica concreta de los mercados aseguradores europeos, de España e Iberoamérica y que pueden consultarse en formato electrónico desde la página Web:

www.fundacionmapfre.org

- Mercado español de seguros
- Mercado asegurador de Iberoamérica
- Ranking de grupos aseguradores europeos
- Ranking de grupos aseguradores iberoamericanos
- La internacionalización de la empresa española: riesgos y oportunidades. 2014
- El seguro en la sociedad y la economía españolas. 2013
- Papel del seguro en el desarrollo sostenible. ICEA, 2013
- Emprender en momentos de crisis: riesgos y factores de éxito. 2012
- La percepción social del seguro en España. 2012