



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
PROGRAMA DE DOCTORADO
ECONOMÍA Y EMPRESA

**MODELO MIXTO INTERNO DE GESTIÓN DE LA
SOLVENCIA ASEGURADORA**

Doctorando: Aitor Barañano Abasolo

TESIS DOCTORAL

Director de Tesis:

Dr. Rafael Moreno Ruíz

AÑO 2021



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

AUTOR: Aitor Barañano Abasolo

 <https://orcid.org/0000-0003-3948-6098>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): riuma.uma.es



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



Escuela de Doctorado

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR

D./Dña AITOR BARAÑANO ABASOLO

Estudiante del programa de doctorado ECONOMÍA Y EMPRESA de la Universidad de Málaga, autor/a de la tesis, presentada para la obtención del título de doctor por la Universidad de Málaga, titulada: MODELO MIXTO INTERNO DE GESTIÓN DE LA SOLVENCIA ASEGURADORA

Realizada bajo la tutorización de DR. RAFAEL MORENO RUÍZ y dirección de DR. RAFAEL MORENO RUÍZ (si tuviera varios directores deberá hacer constar el nombre de todos)

DECLARO QUE:

La tesis presentada es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, conforme al ordenamiento jurídico vigente (Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo.

Igualmente asumo, ante a la Universidad de Málaga y ante cualquier otra instancia, la responsabilidad que pudiera derivarse en caso de plagio de contenidos en la tesis presentada, conforme al ordenamiento jurídico vigente.

En Málaga, a 29 de JUNIO de 2021

Fdo.: AITOR BARAÑANO ABASOLO



EFQM AENOR



Edificio Pabellón de Gobierno. Campus El Ejido.
29071
Tel.: 952 13 10 28 / 952 13 14 61 / 952 13 71 10
E-mail: doctorado@uma.es



RAFAEL MORENO RUIZ, Profesor Titular de Economía Financiera y Contabilidad de la Universidad de Málaga

CERTIFICO:

Que, bajo mi dirección, D. Aitor Barañano Abasolo, Licenciado en Ciencias Actariales y Financieras, ha realizado el trabajo de investigación correspondiente a su tesis doctoral titulada:

**“MODELO MIXTO INTERNO DE GESTIÓN DE LA SOLVENCIA
ASEGURADORA”**

Y, revisado el mismo, estimo que puede ser presentado al Tribunal que ha de juzgarlo.

Para que conste a los efectos de lo establecido en la normativa vigente, autorizo la presentación de esta tesis doctoral en la Universidad de Málaga.

Málaga, a 29 de junio de 2021

MORENO
RUIZ RAFAEL

Firmado
digitalmente por
MORENO RUIZ
RAFAEL

Fecha: 2021.07.30
15:19:50 +02'00'

ÍNDICE

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	29
CAPÍTULO 1 - MARCO CONCEPTUAL Y REVISIÓN DE LA LITERATURA	41
CAPÍTULO 2 – VALORACIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS	59
2.1. – Valoración de activos	60
2.1.1.- Valor de mercado	61
2.1.2.- Valor a mercado (mark-to-model)	63
2.1.3.- Valor aproximado (proxy)	64
2.2.- Valoración de provisiones técnicas	70
2.2.1.- Principios generales	70
2.2.2.- Best estimate	71
2.2.2.1.- Hipótesis	77
2.2.2.2.- Actualización de flujos	77
2.2.2.3.- Importes recuperables (a cobrar) de contratos de reaseguro y sociedades de cometido especial (SPV – Special Purpose Vehicle)	78
2.2.2.4.- Primas futuras de contratos en curso	82
2.2.3.- Provisiones técnicas de vida	83
2.2.3.1.- Simulación estocástica de activo-pasivo	96
2.2.3.2.- Enfoque determinista de activo-pasivo	96
2.2.3.3.- Simplificaciones	97
2.2.3.4.- Indicadores Proxy	97

2.2.4.- Provisiones técnicas del ramo no vida	98
2.2.4.1.- Best estimate	98
2.2.4.2.- Provisiones para primas (obligaciones stand-ready)	98
2.2.4.3.- Provisión técnica para siniestros pendientes de declaración	99
CAPÍTULO 3: FONDOS PROPIOS	121
3.1.- Introducción	121
3.2.- Principios	121
3.3.- Clasificación de los fondos propios en niveles y lista de elementos de capital	122
CAPÍTULO 4 – REQUERIMIENTO DE CAPITAL DE SOLVENCIA: SCR	127
4.1.- Introducción al VaR	127
4.2.- Agregación del SCR	137
4.3.- Módulo de riesgo de Mercado	138
4.3.1.- Riesgo de tipo de interés Mkt_{int}	149
4.3.2.- Riesgo de renta variable Mkt_{eq}	161
4.3.3.- Riesgo patrimonial Mkt_{prop}	181
4.3.4.- Riesgo cambiario Mkt_{fx}	186
4.3.5.- Riesgo de spread Mkt_{sp}	193
4.3.6.- Concentraciones de riesgos de mercado Mkt_{conc}	206
4.4.- Módulo de riesgo de SCR de la contraparte SCR_{def}	212
4.5.- Módulo de riesgo de suscripción del seguro de vida	217
4.5.1.- Riesgo de mortalidad $Life_{mort}$	221

4.5.2.- Riesgo de longevidad $Life_{long}$	228
4.5.3.- Riesgo de discapacidad $Life_{dis}$	234
4.5.4.- Riesgo de caída de cartera $Life_{lapse}$	236
4.5.5.- Riesgo de gastos $Life_{exp}$	241
4.5.6.- Riesgo de catástrofes $Life_{cat}$	245
4.6.- Módulo de riesgo de suscripción del seguro no de vida	247
4.6.1.- Riesgo de prima y de reserva en los seguros no vida NL_{pr}	250
4.6.2.- Riesgo CAT NL_{cat}	273
4.7.- Riesgo operativo de SCR_{op}	275
4.8.- Cálculo del SCR de base (BSCR)	277
4.9.- Cálculo del SCR	281
CAPÍTULO 5 – ANÁLISIS CUALITATIVO – CONTROL DEL RIESGO	289
5.1.- Marco Regulatorio	289
5.2.- Proceso de elaboración del modelo integral de gestión de riesgos	290
CONCLUSIONES	301
FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	311
BIBLIOGRAFÍA	315
ANEXO I: PROGRAMA ELABORADO PARA EL CÁLCULO DEL BEST ESTIMATE Y RIESGOS DE SUSCRIPCIÓN DE LOS SEGUROS DE VIDA	329
ANEXO II: PROGRAMA ELABORADO PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE SPREAD	399
ANEXO III: PROGRAMA ELABORADO PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RENTA VARIABLE – ACCIONES	411

ANEXO IV: PROGRAMA ELABORADO PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RENTA VARIABLE - INDEXADO_____ 415

ANEXO V: PROGRAMA ELABORADO PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE PRIMA – SEGUROS GENERALES (NO VIDA)_____ 429

ANEXO VI: PROGRAMA ELABORADO PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA – SEGUROS GENERALES (NO VIDA)_____ 433

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO Nº 1: ESQUEMA GENERAL DE AGREGACIÓN DEL SCR	44
GRÁFICO Nº 2: ESTRUCTURA BALANCE ECONÓMICO.....	50
GRÁFICO Nº 3: METODOLOGÍA DE IMPLANTACIÓN	51
GRÁFICO Nº4: MAPA DE RIESGOS EN SOLVENCIA II	53
GRÁFICO Nº 5: PRECIO DE MERCADO DEL BONO DEL GOBIERNO ESPAÑOL MEDIANTE BLOOMBERG	62
GRÁFICO Nº 6: CLASIFICACIÓN RATINGS DE LAS AGENCIAS DE CALIFICACIÓN CREDITICIA.....	79
GRÁFICO Nº 7: PARTES IMPLICADAS EN LOS CDS	81
GRÁFICO Nº 8: COTIZACIONES CDS SOBERANOS.....	82
GRÁFICO Nº 9: RESULTADO BEST ESTIMATE - PRIMAS DE SEGUROS HOGAR	101
GRÁFICO Nº 10: RESULTADO BEST ESTIMATE RESERVA HOGAR	102
GRÁFICO Nº 11: MACRO – FORMULARIO BEST ESTIMATE Y SCR VIDA	105
GRÁFICO Nº 12: EVOLUCION DE SUMAS ASEGURADAS Y PRIMAS DEL SEGURO TAR.....	112
GRÁFICO Nº 13: RESULTADO BALANCE ECONÓMICO.....	115
GRÁFICO Nº 14: MAPA DE RIESGOS DE LA ENTIDAD	116
GRÁFICO Nº 15: SIMULACIÓN MONTECARLO MEDIANTE VISUAL BASIC	165
GRÁFICO Nº 16: RENTABILIDAD ESPERADA CON SIMULACIÓN MONTECARLO	167
GRÁFICO Nº 17: VALOR CARTERA ESPERADA CON SIMULACIÓN MONTECARLO.....	167
GRÁFICO Nº 18: RENTABILIDAD ESPERADA DE LOS ÍNDICES MEDIANTE SIMULACIÓN MONTECARLO	171

GRÁFICO Nº 19: VALOR CARTERA ESPERADA DE LOS ÍNDICES MEDIANTE SIMULACIÓN MONTECARLO.....	172
GRÁFICO Nº 20: GENERADOR DE ESCENARIOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE PRIMA MEDIANTE MÉTODO MONTECARLO CON VISUAL BASIC	261
GRÁFICO Nº 21: RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL RIESGO DE PRIMA MEDIANTE MÉTODO MONTECARLO CON VISUAL BASIC.....	262
GRÁFICO Nº 22: METODOLOGÍA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS.....	292
GRÁFICO Nº 23: RESUMEN RESULTADOS.....	308

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nº 1: CARTERA DE ACTIVOS.....	66
TABLA Nº 2: VALORACIÓN MARK TO MODEL DE BONO REGULAR.....	67
TABLA Nº 3: CURVA DE DESCUENTO UTILIZADA EN VALORACIÓN MARK TO MODEL DE ACTIVOS.....	68
TABLA Nº 4: VALORACIÓN MARK TO MODEL DE BONO CUPÓN CERO	68
TABLA Nº 5: VALORACIÓN TOTAL DEL ACTIVO	69
TABLA Nº 6: PROYECCIÓN PÓLIZAS EN VIGOR.....	73
TABLA Nº 7: HISTÓRICO SINIESTRALIDAD REAL SEGUROS VIDA.....	84
TABLA Nº 8: ANÁLISIS HISTÓRICO DE CAÍDA DE CARTERA ANUAL – VIDA AHORRO	86
TABLA Nº 9: PROMEDIO HISTÓRICO DE CAÍDA DE CARTERA ANUAL – VIDA AHORRO .	87
TABLA Nº 10: PÓLIZAS EN VIGOR – VIDA AHORRO.....	88
TABLA Nº 11: ANÁLISIS HISTÓRICO DE CAÍDA DE CARTERA ANUAL – VIDA RIESGO	88
TABLA Nº 12: PROMEDIO HISTÓRICO DE CAÍDA DE CARTERA ANUAL – VIDA RIESGO..	90
TABLA Nº 13: PÓLIZAS EN VIGOR – VIDA AHORRO.....	91
TABLA Nº 14: DATOS HISTÓRICOS DE LA EVOLUCIÓN DEL IPC.....	93
TABLA Nº 15: RENDIMIENTOS LOGARÍTMICOS HISTÓRICOS DEL IPC	94
TABLA Nº 16: BASE DE DATOS CARTERA SEGUROS DE VIDA	106
TABLA Nº 17: PROYECCIÓN FLUJOS SEGURO VIDA AHORRO (I)	107
TABLA Nº 18: PROYECCIÓN FLUJOS SEGURO VIDA AHORRO (II)	108
TABLA Nº 19: RESULTADO BEST ESTIMATE SEGURO VIDA AHORRO.....	109
TABLA Nº 20: PROYECCIÓN FLUJOS SEGURO VIDA RIESGO (TEMPORAL ANUAL RENOVABLE).....	111
TABLA Nº 22: RESULTADO BEST ESTIMATE SEGURO VIDA RIESGO (TEMPORAL ANUAL RENOVABLE).....	113

TABLA Nº 23: RESULTADO BEST ESTIMATE POR PRODUCTO.....	114
TABLA Nº 24: DESGLOSE SCR INDIVIDUALIZADO DE LOS SUBRIESGOS DEL MÓDULO DE RIESGO DE MERCADO	146
TABLA Nº 25: MATRIZ DE CORRELACIONES DEL RIESGO DE MERCADO	147
TABLA Nº 26: CÁLCULO SCR DEL MÓDULO DE RIESGO DE MERCADO	148
TABLA Nº 27: FLUJOS DE ACTIVO Y PASIVO DE LA CARTERA	151
TABLA Nº 28: DESCUENTO DE FLUJOS DE ACTIVO Y PASIVO DE LA CARTERA	152
TABLA Nº 29: TICKER’S BLOOMBERG DE LA CURVA EUROSAP	154
TABLA Nº 30: CURVA EUROSAP ANUAL	155
TABLA Nº 31: CÁLCULO MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR CON EXCEL.....	156
TABLA Nº 32: CURVA EUROSAP INCLUYENDO STRESS ALCISTA Y BAJISTA.....	157
TABLA Nº 33: DESCUENTO DE FLUJOS DE ACTIVO Y PASIVO DE LA CARTERA CON CURVA ALCISTA.....	158
TABLA Nº 34: DESCUENTO DE FLUJOS DE ACTIVO Y PASIVO DE LA CARTERA CON CURVA BAJISTA.....	159
TABLA Nº 36: DATOS HISTÓRICOS DE ÍNDICES PARA SIMULACIÓN MONTECARLO – SUBRIESGO RENTA VARIABLE	169
TABLA Nº 37: RESULTADOS ESTADÍSTICOS HISTÓRICOS DE ÍNDICES PARA SIMULACIÓN MONTECARLO.....	169
TABLA Nº 38: RESULTADOS MATRIZ DE CORRELACIONES DE LOS ÍNDICES MEDIANTE COEFICIENTE DE PEARSON.....	170
TABLA Nº 39: FORMULACIÓN COEFICIENTE DE PEARSON EN EXCEL.....	170
TABLA Nº 40: EVOLUCIÓN DE LOS ÍNDICES IBEX Y EUROSTOXX EN EXCEL	174
TABLA Nº 41: CÁLCULO RENDIMIENTOS IBEX Y EUROSTOXX	176
TABLA Nº 42: DESGLOSE INFORMACIÓN FONDOS Y PARTICIPACIONES EN SOCIEDADES	178

TABLA Nº 43: DESGLOSE INFORMACIÓN FONDOS Y PARTICIPACIONES EN SOCIEDADES INCLUYENDO LA RENTA VARIABLE VALORADO MEDIANTE SIMULACIÓN MONTECARLO.....	178
TABLA Nº 44: DESGLOSE SCR INDIVIDUALIZADO DE LA RENTA VARIABLE	179
TABLA Nº 45: VECTOR Y MATRIZ UTILIZADAS EN EL CÁLCULO DEL SCR INDIVIDUALIZADO DE LA RENTA VARIABLE	179
TABLA Nº 46: ÍNDICES POR CCAA: GENERAL, VIVIENDA NUEVA Y DE SEGUNDA MANO	182
TABLA Nº 47: VARIACIÓN DE LOS ÍNDICES POR CCAA: GENERAL, VIVIENDA NUEVA Y DE SEGUNDA	183
TABLA Nº 48: EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS TIPOS DE CAMBIO	188
TABLA Nº 49: VARIACIÓN HISTÓRICA DE LOS TIPOS DE CAMBIO	190
TABLA Nº 50: DESGLOSE INFORMACIÓN DE DIVISAS	192
TABLA Nº 51: STATIC POOLS PUBLICADO POR MOODY’S.....	195
TABLA Nº 52: DESGLOSE INFORMACIÓN DE SPREAD	199
TABLA Nº 53: COTIZACIÓN HISTÓRICA DE SPREADS ACORDE AL RATING	200
TABLA Nº 54: ASIGNACIÓN DEL HISTÓRICO DE SPREADS A LA CARTERA.....	201
TABLA Nº 55: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE LA CARTERA.....	201
TABLA Nº 56: TABLA DE LOS 10.000 ESCENARIOS DE RATING DE LA CARTERA	203
TABLA Nº 57: RESULTADO SCR INDIVIDUALIZADO DE SPREAD	204
TABLA Nº 58: DESGLOSE INFORMACIÓN DE RIESGO DE CONCENTRACIÓN	211
TABLA Nº 59: DESGLOSE SCR INDIVIDUALIZADO DE CONCENTRACIÓN	211
TABLA Nº 60: MATRIZ DE CORRELACIONES DEL RIESGO DE SUSCRIPCIÓN VIDA	219
TABLA Nº 61: RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL MODULO DE RIESGO DE SUSCRIPCIÓN VIDA.....	220

TABLA Nº 62: RESULTADO DEL SHOCK DE MORTALIDAD SEGURO VIDA AHORRO.....	225
TABLA Nº 63: RESULTADO DEL SHOCK DE MORTALIDAD SEGURO VIDA RIESGO	225
TABLA Nº 64: RESUMEN RESULTADO SHOCK DE MORTALIDAD POR PRODUCTO	227
TABLA Nº 65: RESULTADO DEL SHOCK DE LONGEVIDAD SEGURO VIDA AHORRO	231
TABLA Nº 66: RESULTADO DEL SHOCK DE LONGEVIDAD SEGURO VIDA RIESGO	232
TABLA Nº 67: RESUMEN DEL RESULTADO DEL SHOCK DE LONGEVIDAD POR PRODUCTO.....	233
TABLA Nº 68: RESULTADO DEL SHOCK DE CAÍDAS PARA EL SEGURO VIDA AHORRO..	238
TABLA Nº 69: RESULTADO DEL SHOCK DE CAÍDAS PARA EL SEGURO VIDA RIESGO	239
TABLA Nº 70: RESUMEN DEL RESULTADO DEL SHOCK DE CAÍDAS POR PRODUCTO ...	240
TABLA Nº 71: RESULTADO DEL SHOCK DE GASTOS PARA EL SEGURO VIDA AHORRO.	242
TABLA Nº 72: RESULTADO DEL SHOCK DE GASTOS PARA EL SEGURO VIDA RIESGO ...	243
TABLA Nº 73: RESUMEN DEL RESULTADO DEL SHOCK DE GASTOS POR PRODUCTO ..	244
TABLA Nº 74: RESULTADO DEL CÁLCULO DEL SCR NO VIDA.....	249
TABLA Nº 75: DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE PRIMA MEDIANTE MÉTODO MONTECARLO.....	251
TABLA Nº 76: CÁLCULO DE ESTADÍSTICOS DE FRECUENCIA PARA EL RIESGO DE PRIMA.....	252
TABLA Nº 77: CÁLCULO DE ESTADÍSTICOS DE SEVERIDAD PARA EL RIESGO DE PRIMA.....	253
TABLA Nº 78: FRECUENCIAS INDIVIDUALES DEL Nº DE SINIESTROS	254
TABLA Nº 79: FRECUENCIAS ACUMULADAS DEL Nº DE SINIESTROS	255
TABLA Nº 80: FRECUENCIAS INDIVIDUALES DEL COSTE DE SINIESTROS.....	256
TABLA Nº 81: FRECUENCIAS ACUMULADAS DEL COSTE DE SINIESTROS	257
TABLA Nº 82: BONDAD DE AJUSTE DEL Nº DE SINIESTROS.....	258

TABLA Nº 83: BONDAD DE AJUSTE DEL COSTE DE SINIESTROS	259
TABLA Nº 84: RANKING DE LA BONDAD DE AJUSTE DEL NÚMERO Y COSTE DE SINIESTROS.....	260
TABLA Nº 85: DATOS DE SINIESTROS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING	264
TABLA Nº 86: DESARROLLO DE SINIESTROS ACUMULADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING	265
TABLA Nº 87: DESARROLLO DE SINIESTROS INCREMENTALES PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING	265
TABLA Nº 88: SINIESTROS AJUSTADOS CUMULATIVOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING.....	266
TABLA Nº 89: SINIESTROS AJUSTADOS INCREMENTALES PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING	266
TABLA Nº 90: SINIESTROS OBSERVADOS INCREMENTALES Y VOLATILIDAD PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING.....	267
TABLA Nº 91: RESIDUOS DE LOS SINIESTROS OBSERVADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING	267
TABLA Nº 92: RESIDUOS NORMADOS DE LOS SINIESTROS OBSERVADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING.....	268
TABLA Nº 93: REORGANIZACIÓN ESTOCÁSTICA DE LOS RESIDUOS DE SINIESTROS OBSERVADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING	268
TABLA Nº 94: SEUDO SINIESTROS INCREMENTALES DE SINIESTROS OBSERVADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING	269
TABLA Nº 95: SEUDO SINIESTROS CUMULATIVOS DE SINIESTROS OBSERVADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING.....	269
TABLA Nº 96: SEUDO SINIESTROS DESARROLLADOS CUMULATIVOS DE SINIESTROS OBSERVADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING.....	270

TABLA Nº 97: SEUDO SINIESTROS DESARROLLADOS INCREMENTALES PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING..... 270

TABLA Nº 98: SINIESTROS DESARROLLADOS INCREMENTALES PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING..... 271

TABLA Nº 99: GENERADOR DE SIMULACIONES EN VISUAL BASIC PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING..... 271

TABLA Nº 100: RESULTADO DEL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO BOOTSTRAPPING..... 272

TABLA Nº 101: RESULTADO SCR OPERACIONAL 276

TABLA Nº 102: MATRIZ DE CORRELACIONES DE LOS MÓDULOS DE RIESGO..... 279

TABLA Nº 103: RESUMEN DEL RESULTADO DEL MODULO DEL BSCR 280

TABLA Nº 104: RESUMEN DEL RESULTADO DEL AJUSTE DE IMPUESTOS 283

TABLA Nº 105: RESUMEN DEL RESULTADO DEL SCR 284

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Contexto

Es práctica habitual que las empresas privadas, dentro de sus estrategias o planes estratégicos, establezcan el cumplimiento de distintos objetivos: orientación al cliente, calidad de servicio, productos competitivos, innovación, productos de calidad, etc. Pero todos estos objetivos tienen un denominador común para toda empresa privada y es que están encaminados a la consecución de un objetivo que prevalece sobre los demás: la maximización del beneficio.

Es por ello que el componente económico más relevante de cualquier entidad privada sea la cuenta de resultados. Pues bien, si se observan las partidas que integran la cuenta de resultados de una empresa –entidad aseguradora, en el caso de este trabajo– podemos observar que todas y cada una de las partidas llevan inherente algún tipo de riesgo.

Durante las últimas décadas se han dado grandes cambios en la forma de medir los riesgos del sector asegurador, pasando de una medición de riesgos basados en el volumen de primas a sistemas basados en el riesgo (Barañano et al., 2020).

Hasta el 31 de diciembre de 2015, las entidades aseguradoras estaban obligadas a calcular una cuantía mínima de margen de solvencia y verificar que el patrimonio propio no comprometido o el patrimonio libre era superior a dicha cuantía mínima. Este sistema de cálculo de dicha cuantía mínima de la entidad aseguradora, más conocido como Solvencia I, se basaba fundamentalmente en los siguientes métodos:

- Margen de solvencia en seguros no vida: Se calculaba en función de un índice de primas o de siniestros (el mayor) teniendo en cuenta la tasa de retención de negocio frente al reaseguro.
- Margen de solvencia en seguros de vida: Se calculaba en función de las provisiones matemáticas y capitales en riesgo (se suman ambas partidas) teniendo en cuenta la tasa de retención de negocio frente al reaseguro.

Por nuestra experiencia profesional y por este trabajo de investigación, esta cuantificación del margen de solvencia que se realizaba en Solvencia I no se ajusta al perfil de riesgos de las entidades, y como muestra de ello exponemos el siguiente ejemplo: Supongamos una entidad A cuyo activo está compuesto únicamente por bonos del Gobierno Alemán¹ y otra entidad B cuyo activo viene determinado por activos de renta variable. Pues bien, bajo el supuesto de que ambas compañías disponen del mismo pasivo, acorde a Solvencia I, tanto la entidad A como la entidad B tendrían los mismos requerimientos de capital. Es claro que esta cuantificación no tiene mucho sentido puesto que el riesgo (volatilidad) en que incurre una entidad que invierte en renta variable es superior a otra entidad que invierte en deuda pública alemana.

Este es solo un ejemplo de algunos aspectos que se tratarán a lo largo de este trabajo en relación con las entidades aseguradoras, las cuales están expuestas a múltiples situaciones de riesgo y deben estar cubiertas frente a los mismos en base a los nuevos requerimientos de solvencia II.

Por ello, el nuevo estándar es el capital económico basado en el riesgo (Fung et al., 2018). La regulación europea Solvencia II busca armonizar y modernizar la regulación del sector asegurador.

Uno de los objetivos principales de Solvencia II es la protección de los asegurados e incrementar la estabilidad del sistema financiero europeo. Esta normativa es el resultado de la insatisfacción producida por la normativa anterior, Solvencia I, la influencia de Basel II, el procedimiento Lamfalussy para la elaboración de la regulación europea y la colaboración de otras organizaciones internacionales contables y actuariales (Garayeta et al., 2012).

En relación a la calibración de riesgos, la Directiva de Solvencia II ofrece la alternativa de que las entidades aseguradoras bien apliquen una fórmula estándar (común para todas las entidades de los distintos países de la UE) o bien

¹ En la actualidad el bono alemán se considera un activo libre de riesgo

que cada entidad haga un análisis de sus riesgos y elabore un modelo interno² (parcial o completo) o aplique parámetros específicos (USP³) para la calibración de los distintos módulos de riesgos.

La Ciencia Actuarial aplica sus herramientas condicionada a la existencia de bases de datos numerosas tanto en cantidad como en calidad. En este sentido, siempre que se disponga de datos históricos suficientes y de calidad, será preferible el desarrollo y empleo de modelos internos parciales o, en su defecto aplicar parámetros específicos (USP), debido a que ello es lo que permite a cada entidad aseguradora medir sus riesgos de acuerdo a la experiencia propia. De carecer de ellos, (bien por motivo de falta de cantidad y/o calidad) se facilita una formulación estándar que permite la valoración de los riesgos.

Este trabajo se centrará en proponer modelos internos parciales en aquellos módulos de riesgo en los que se considera que la fórmula estándar (común para todas las entidades aseguradoras que lo aplican) no refleja adecuadamente la calibración del riesgo. Esto nos ofrecerá una mayor claridad y exactitud en los resultados (Barañano et al., 2011).

Lo anterior se puede observar de forma clara en el módulo de riesgo de renta variable por medio del siguiente ejemplo.

Supóngase que una entidad tiene acciones del IBEX 35 dentro de la cartera de inversiones financieras:

² Un modelo interno implica la aprobación del mismo por parte del Regulador. La ampliación de esta información se encuentra en los artículos 101, 112, 113, 120-126 y 231 de la Directiva.

³ *Undertaking Specific Parameters*. Estos parámetros específicos se determinarán mediante datos internos propios de cada entidad mediante métodos normalizados. En España, la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones del Ministerio de Economía y Empresa (DGSFP en adelante) deberá dar su conformidad, además de comprobar la integridad, exactitud y adecuación de los datos utilizados, tal y como establece la Directiva.

- 1) acciones muy volátiles como las de la constructora OHL; y
- 2) acciones poco volátiles como las de Iberdrola.

Pues bien, si se calibra el riesgo de renta variable mediante la fórmula estándar, el Requerimiento de Capital de Solvencia (SCR, por sus siglas de *Solvency Capital Requirement*, en inglés) sería el mismo para ambos títulos y, por tanto, no se ajustaría al perfil de riesgos de cada entidad.

La fórmula estándar ha dado un paso adicional respecto a la valoración de riesgos bajo Solvencia I, ya que valora riesgos que en este marco no se tenían en cuenta, pero dicho paso no es suficiente.

Por ello, este trabajo constituye una propuesta dirigida a establecer una valoración del riesgo acorde al perfil de cada entidad, es decir, se adecuará la cuantificación del riesgo en función de los riesgos en que incurre la entidad aseguradora objeto del presente trabajo. Ello se efectuará mediante propuestas de modelos internos parciales en determinados módulos de riesgos.

Objetivo

El objetivo final o global de la presente Tesis Doctoral, por tanto, es diseñar un modelo mixto interno de gestión y control de riesgos dentro de una entidad aseguradora dentro del marco europeo de Solvencia II.

Con la finalidad de conseguir el objetivo final de la presente Tesis Doctoral, se define la siguiente estructura en la Tesis Doctoral:

- **CAPÍTULO 1 – MARCO CONCEPTUAL Y REVISIÓN DE LA LITERATURA:** En este capítulo se establece el marco conceptual de la tesis llevando a cabo una revisión de la literatura.
- **CAPÍTULO 2 – VALORACIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS:** En este capítulo se asignará un valor, tanto al activo como al pasivo, coherente con el mercado, es decir, se tratará de pasar de un balance contable a un balance económico.

En relación al activo, en defecto de disponer de un valor de mercado, se propondrá un modelo de valoración coherente con el mercado.

En cuanto al pasivo, en las que la partida más relevante de cualquier entidad aseguradora son las provisiones técnicas, se propone simulación estocástica para determinar el valor coherente de mercado de las provisiones técnicas. En concreto, se aplicará:

- Simulación Monte Carlo: Provisiones de primas en seguros generales y provisiones Vida (seguros vida ahorro y vida riesgo)
- Bootstrapping: Provisión de siniestros (BEL Siniestros) en seguros generales

Tal y como se expone en las conclusiones de la presente tesis doctoral, se detallan los motivos y ventajas que ofrece la simulación estocástica.

- **CAPÍTULO 3 – FONDOS PROPIOS:** La diferencia entre activo y pasivo del enfoque de balance económico respecto al balance contable que serán valorados en el Capítulo 2 compondrá el valor de mercado del capital disponible, o fondos propios a valor de mercado. Dichos fondos propios supondrán el capital disponible para hacer frente al Requerimiento de Capital de Solvencia. La normativa de Solvencia II no permite emplear todos los fondos propios, salvo que se cumplan determinadas premisas. En este capítulo, analizaremos dichas premisas.
- **CAPÍTULO 4 – REQUERIMIENTO CAPITAL DE SOLVENCIA (SCR):** Se establecerá una metodología para calcular el SCR mediante la medida del VaR (siglas de *Value at Risk*, en lengua inglesa) acorde a los riesgos inherentes en cada entidad. El SCR resultante debería ser menor que los fondos propios que determinaremos en el Capítulo 3. En caso contrario, la entidad tendría que tomar alguna medida, bien modificando la estructura de activo-pasivo en aras de disminuir el SCR, o bien incrementando los fondos propios mediante una ampliación de capital. Para dar cumplimiento al objetivo de establecer un modelo mixto interno, en este capítulo se desarrollarán modelos propios/internos de

valoración sobre aquellos riesgos que consideramos que el modelo interno se ajusta mejor al perfil de riesgos que la fórmula estándar. En concreto, se propone aplicar modelo interno de valoración de riesgo y, por ende, aplicación de simulación estocástica sobre los siguientes riesgos:

- I. Riesgo de Spread
- II. Riesgo Renta Variable e Inmuebles
- III. Riesgo Prima – Seguros Generales
- IV. Riesgo Reserva – Seguros Generales
- V. Riesgo Mortalidad – Seguros de Vida
- VI. Riesgo Longevidad – Seguros de Vida
- VII. Riesgo Caídas – Seguros de Vida
- VIII. Riesgo Gastos – Seguros de Vida

- **CAPÍTULO 5 – ANÁLISIS CUALITATIVO – CONTROL DEL RIESGO:** Una vez medido el riesgo (SCR) acorde a un valor coherente con el mercado y ajustado al perfil de riesgos de la entidad, se propondrán métodos para controlar dichos riesgos.

Todas las valoraciones cuantitativas que se hacen en este trabajo se realizarán en base a la información real suministrada por una entidad aseguradora cuyo nombre prefiere preservarlo en el anonimato. La información suministrada por la entidad aseguradora es la siguiente: bases de datos con un histórico de 5 años que incluyen todos los datos económicos de cada póliza de varios productos que comercializa la entidad, detalle de la cartera de activos financieros parcial que disponía la entidad aseguradora a 31/12/2019 incluyendo el valor contable y valor de mercado de los mismos, notas técnicas de los productos y los estados financieros de la entidad.

Principales resultados

A lo largo del periodo previo a la elaboración de la presente Tesis Doctoral, y en el mismo propiamente dicho, hemos ido contrastando y difundiendo públicamente el trabajo que veníamos realizando, bien en Congresos Internacionales, bien en publicaciones científicas.

En los Congresos Internacionales se ha procedido a debatir con otros ponentes tanto la metodología que veníamos desarrollando como los resultados parciales. Fruto del debate llevado a cabo hemos podido ir obteniendo publicaciones científicas que se indican a continuación.

- **Ponencias**

Barañano, A; Garayeta, A.; De La Peña, J.I. (2013). Calibración del riesgo de suscripción no vida en el marco de un modelo interno. *Ponencia en el IV Iberian Congress of Actuaries*. Barcelona-Spain. (19/06/2013 - 21/06/2013). **Carácter Internacional**.

<http://www.congreso-iberico-2013.actuaris.org/home>

Barañano, A; Betzuen Álvarez, A.J.; Betzuen (2014). Risk for the Death – Group. *Ponencia en XV Iberian and Italian Congress of Financial and actuarial Mathematics*. Sevilla – Spain. (23/10/2014 - 24/10/2014). **Carácter Internacional**.

Barañano, A; De La Peña, J.I.; Garayeta, A (2015). De Solvencia I al Modelo Interno en Solvencia II: Una Aplicación al Riesgo de Suscripción. *Ponencia en XXIII de las Jornadas de Asepuma - XI Encuentro Internacional*. Gijón Spain. (09/07/2015 - 10/07/2015). **Carácter Internacional**.

Barañano, A; De La Peña, J.I.; Moreno, R. (2019). Cuantificación del riesgo de pérdida en una cartera de inmuebles a través de Monte Carlo. *Ponencia en XXVII Jornadas de Asepuma y el XV Encuentro Internacional*. Santander – Spain. (19/06/2019- 21/06/2019). **Carácter Internacional**.

- **Artículos**

Betzuen, A.; Barañano, A. (2011). Simulación estocástica en la determinación del valor en riesgo de los activos financieros. *Revista Análisis Financiero*, 117: 50-59.

INDICADORES DE CALIDAD: **IN-RECS** (2009 Q4: 76/121. IP: 0.015); **LATINDEX** (Índice Latinoamericano de Publicaciones Científicas Seriadas); **ECONLIT** (American Economic Association -USA-); **DIALNET**; **ISOC** (Ciencias Sociales y Humanidades del CSIC); **COMPLUDOC**; **DICE** (Difusión y Calidad Editorial de las Revistas Españolas de Humanidades y Ciencias Sociales y Jurídicas); **CIRC** (Clasificación Integrada de Revistas Científicas, Grupo C); **DIALNET**

Betzuen, A.; Barañano, A. (2012). Aktiboen arrisku-balioa Monte Carlo simulazioaren bitartez. *Uztaro: giza eta gizarte-zientzien aldizkaria*, 81: 5-15.

INDICADORES DE CALIDAD: **CIRC** (Clasificación Integrada de Revistas Científicas, Grupo B); **DIALNET**; **LATINDEX** (Índice Latinoamericano de Publicaciones Científicas Seriadas); **ANEP**: B; **CIRC** (Clasificación Integrada de Revistas Científicas, Grupo C); **MIAR**: 3.862 (ICDS); **DICE** (Difusión y Calidad Editorial de las Revistas Españolas de Humanidades y Ciencias Sociales y Jurídicas: C); **ISOC** (Ciencias Sociales y Humanidades del CSIC); **RESH** (Revistas Españolas de Ciencias Sociales y Humanidades: C); **SUDOC** (Catálogo colectivo Francia); **REBIUN**.

Barañano, A; De La Pena, J.I.; Garayeta, A (2015). De Solvencia I al Modelo Interno en Solvencia II: Una Aplicación al Riesgo de Suscripción. *Anales de Asepuma*, 23-515: 1-21.

INDICADORES DE CALIDAD: **COPAC** (Catálogo colectivo Reino Unido); **DIALNET**; **SUDOC** (Catálogo colectivo Francia); **WorldCat** (OCLC Online Computer Library Center); **ZBW** (German National Library of Economics);

Barañano, A; De La Pena, J.I.; Garayeta, A. (2016). Medición del riesgo de suscripción mediante modelos internos en Solvencia II. *Revista Innovar Journal Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 26 (62): 113-128.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/innovar.v26n62.59392>

INDICADORES DE CALIDAD: JCR (2012:Q4; IF = 0,058; 5-IF=0,354); SJR (2016: Q3; H Index: 5; SJR: 0,123)

Barañano, A; De La Pena, J.I.; Moreno, R. (2020). Valuation of real-estate losses via Monte Carlo simulation. *Ekonomika Istraživanja= Economic Research*, 33: 1867- 1888.

DOI: <https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1756372>

INDICADORES DE CALIDAD: JCR (2019: Q2; IF = 2.229; 5-IF=2.167); SJR (2019: Q2; H Index: 21; SJR: 0,490)

- **Libro y Capítulos de Libro**

Barañano, A.; Herrera, A.T.; De La Peña, J.I. (2015). *El plan de previsión empresarial*. Bilbao: Ed. Universidad del País Vasco. Pp.49

INDICADORES DE CALIDAD:

Proyecto ERAGIN del Vicerrectorado de Estudios de Grado e Innovación.

Barañano, A.; Garayeta, A.; De La Peña, J.I. (2015). De Solvencia I al Modelo Interno en Solvencia II: Una Aplicación al Riesgo de Suscripción. En *Libro de Actas de XXIII de las Jornadas de Asepuma - XI Encuentro Internacional*. Pp. 67-68.

INDICADORES DE CALIDAD: SPI -Scholarly Publishers Indicators- (Editoriales españolas general 2014: ICEE= 7.739; 33/273)

Barañano, A; De La Peña, J.I.; Moreno, R. (2019). Cuantificación del riesgo de pérdida en una cartera de inmuebles a través de Monte Carlo. En *Libro de Actas XXVII Jornadas de Asepuma y el XV Encuentro Internacional*.

INDICADORES DE CALIDAD: SPI -Scholarly Publishers Indicators-
(Editoriales españolas general 2014: ICEE= 7.739; 33/273)

Barañano, A; Betzuen Álvarez, A.J.; Betzuen (2020). Publicación de nuevas Tablas de mortalidad de las EPSV de decesos 2018. Gobierno Vasco. Publicado mediante la Resolución de 16 de enero de 2020, del Director de Política Financiera, por la que se da cumplimiento a lo previsto en el artículo 8.5 de la Orden de 26 de diciembre de 2019, del Consejero de Hacienda y Economía, por la que se desarrolla la regulación de las Entidades de Previsión Social Voluntaria Indiferenciadas con Régimen Especial que no realizan actividad aseguradora, en relación con las tablas de mortalidad y supervivencia a utilizar por estas entidades.

CAPÍTULO 1:

MARCO CONCEPTUAL Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

CAPÍTULO 1 - MARCO CONCEPTUAL Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

La Directiva de Solvencia II es un caso atípico en el desarrollo de la regulación donde se auna tanto la Academia como el supervisor y los agentes de la industria aseguradora. Si bien las antiguas legislaciones buscaban regular los fondos que garantizaban a las empresas que ejercían en la industria aseguradora, estas también se basaban en ratios contables, muchos de ellos impuestos directamente por el supervisor.

Sin embargo, la necesidad de modernización viene acompañada de estudiosos que se involucraron en el análisis de riesgos.

Por ello, el marco conceptual y desarrollo de la literatura del presente trabajo de investigación no puede desligarse de la natural evolución que ha seguido el desarrollo de esta Directiva europea, que se encuentra traspuesta al ordenamiento jurídico español. Un desarrollo donde eminentes académicos han ido desarrollando partes del modelo estándar, lo han ha testado, conjuntamente con los supervisores y las empresas han desarrollados metodología para probar diversos tests cuantitativos de impacto, y continuamente los académicos han ido probando herramientas para valorar más exactamente los riesgos. La validación se ha desarrollado tanto con criterios cualitativos como cuantitativos y se ha difundido, precisamente entre los tres actores que la han ido desarrollando: Academia, supervisor e industria aseguradora.

No cabe duda que el éxito de esta Directiva es la interacción de estos tres grupos de interés con sus diferentes intereses particulares, pero con un fin común cual es garantizar los derechos del asegurado (así expuesto en la exposición de motivos de la Directiva europea). Y la mejor forma es que los agentes de mercado actúen y gestionen acorde al riesgo que asumen con sus decisiones.

Por ello es necesario desarrollar modelos que evalúen correctamente ese riesgo, y más en un sector como el asegurador.

Una de las características más relevantes de la industria de seguros es la importancia que tiene la solvencia de las empresas que actúan en él, entendida ésta como un proceso por el que una entidad aseguradora no sólo es capaz de dar respuesta a factores de riesgo actuales, sino también a los que puedan devenir -solvencia dinámica (Campagne, 1961)- de circunstancias tanto internas como externas (Willense, 2006). Aunque la normativa Solvencia I considera el riesgo como igual para todas las empresas independientemente de las características cualitativas de su negocio (Garayeta et al, 2012), la nueva legislación –Solvencia II- intenta superar las ineficiencias de Solvencia I (Butt, 2007), que venían arrastradas por las prácticas regulatorias de los países de la Unión Europea. Si bien es cierto, que también recibe críticas debido al exceso de regulación que minora la innovación en los modelos internos (Van Rossum, 2005).

Ya en 1948, Campagne había descrito un método para calcular el margen de solvencia basándose en un porcentaje a aplicar a las provisiones técnicas (solvencia estática). Posteriormente (Cummins et al., 1994), sugirió un marco orientado al análisis de los sistemas que se basan en riesgos. El capital así determinado no es era muy sensible al riesgo (Karp, 2007) y frecuentemente ocurría que a dos compañías con estructuras y composición de balances diferentes y, por tanto, con diferente exposición a los riesgos se les exigía el mismo nivel de capital. Por ello, es muy relevante medir adecuadamente los riesgos en los que incurre una empresa aseguradora, así como determinar el capital que los debe respaldar, acorde a las características propias de cada empresa. Es aquí donde se desarrollan los modelos internos de valoración de los riesgos propios de cada compañía.

La directiva Solvencia II, a diferencia de la normativa anterior (Solvencia I) que tuvo críticas por su falta de armonización, falta de captación de información necesaria y simplista (Trainar, 2006), indica que las aseguradoras deben calcular el capital económico requerido o Capital de solvencia a través de una metodología basada en el análisis del riesgo. La empresa aseguradora debe disponer este capital para cubrir las posibles pérdidas por los riesgos asumidos de forma que garantice su continuidad. En términos estadísticos, el SCR es

equivalente al valor en riesgo de los fondos de la empresa con un nivel de confianza del 99,5% a un horizonte temporal de un año (EIOPA, 2012). Para ello pueden elegir entre el empleo de una fórmula estándar (SF) propuesta por European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA) o generar un modelo interno para el mismo fin.

El SCR tiene un enfoque modular que inicialmente por recomendación de IAA (International Actuarial Association) se basó en la siguiente clasificación (Sandstrom, 2006):

- Riesgo de Suscripción
- Riesgo de Crédito
- Riesgo de Mercado
- Riesgo Operacional

El enfoque modular establece diferentes necesidades de capital para cada categoría de riesgo y agregándose mediante matrices de correlación aportadas por el supervisor. Su estructura es:

$$SCR_{TOTAL} = SCR + SCR_{operacional} + \text{Ajuste provisiones y riesgos diferidos}$$

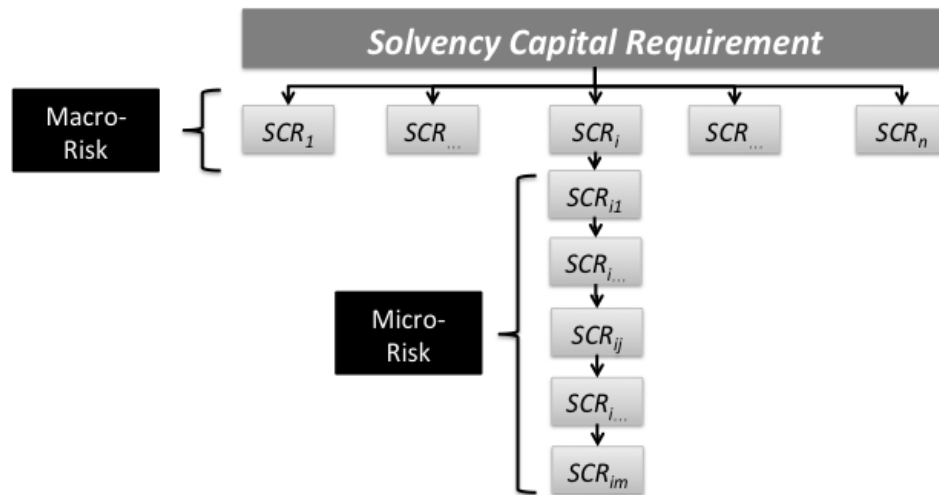
Siendo

SCR : Capital de solvencia obligatorio.

$SCR_{operacional}$: Capital de solvencia básico por riesgo operacional, regulado en art. 107 DSII

Ajuste provisiones y riesgos diferidos: Importe destinado a tener en cuenta la capacidad de absorción de pérdidas de las provisiones matemáticas y los impuestos diferidos, regulado en art. 108 DSII.

GRÁFICO Nº 1: ESQUEMA GENERAL DE AGREGACIÓN DEL SCR



Fuente: Granito and De Angelis, 2015

El cálculo del SCR es modular de forma que obliga a considerar todos los riesgos existentes en la compañía, así como las relaciones existentes entre ellos (Barañano et al., 2020). Cada componente individualizado se centra en una tipología de riesgo concreto (suscripción, mortalidad, tipo de interés, etc.). De esta forma (Granito and De Angelis, 2015), este sistema modular considera n macro riesgos, donde cada riesgo genérico i -ésimo ($i=1, \dots, n$) está compuesto en m_i micro riesgos (GRÁFICO Nº 1).

De esta forma, sea L_{ij} la variable aleatoria que describe las pérdidas para un horizonte temporal de un año, asociada al micro-riesgo j -ésimo del macro-riesgo i -ésimo. La variable aleatoria correspondiente a las pérdidas inesperadas viene dada por,

$$Y_{ij} = L_{ij} - E(L_{ij})$$

El riesgo genérico i -ésimo depende de la variable aleatoria

$$Y_{ij} = \sum_j^{m_i} Y_{ij}$$

Y el riesgo total de la compañía vendrá descrito por la variable

$$Y = \sum_{i=1}^n Y_i = \sum_{i=1}^n \sum_j^{m_i} Y_{ij}$$

y por tanto, el *SCR* de la compañía se define a través de la medida del riesgo de esa variable aleatoria.

Para el micro riesgo ij -ésimo, el *SCR* viene determinado por la pérdida inesperada al 99,5% del Valor en Riesgo:

$$SCR_{ij} = VaR_{99,5\%}(Y_{ij})$$

donde para un macro-riesgo i -ésimo, y en función de los micro-riesgos integrados, el *SCR* viene calculado como

$$SCR_i = \sqrt{\sum_{x=1}^{m_i} \sum_{y=1}^{m_i} SCR_{ix} \cdot SCR_{iy} \cdot \rho_{ix,iy}}$$

donde $\rho_{ix,iy}$ representa los coeficientes de correlación lineal propuestos por EIOPA.

Finalmente, el *SCR* de la compañía resultaría:

$$SCR = \sqrt{\sum_{x=1}^n \sum_{w=1}^n SCR_i \cdot SCR_{iw} \cdot \rho_{i,w}}$$

donde $\rho_{i,w}$ representa los coeficientes de correlación lineal propuestos por EIOPA.

Algunos autores (Pfeifer and Strassburger, 2008; Devineu and Loisel, 2009) indican que la fórmula estándar se encuentra basada en asimetría y correlación y quizás no sea suficiente para los objetivos que persigue Solvencia II. Además, pocas veces refleja de forma adecuada la situación ante la que se encuentra expuesta la empresa (Ronkainen et al., 2007). Como alternativa cada compañía puede desarrollar un modelo interno propio, aunque conlleva procedimientos costosos y complejos (Eling et al., 2007). Este modelo determina el capital que respalda al riesgo, acorde a las características propias de cada empresa y en el país en el que tienen los inmuebles.

Estos modelos internos provienen de los profit testing usados desde 1980 (Holzheu, 2000; Helfestein, 2004; Liebwein, 2006) desarrollados por la necesidad de dar transparencia, de convergencia en la supervisión hacia los modelos de solvencia y contabilidad. Por otra parte, responden a la premisa que no existe un único modelo común para todas las compañías aseguradoras que cuantifique la gestión del riesgo (Kaliva et al., 2007). Por tanto, los modelos internos cuantifican el riesgo para ayudar en la gestión de la empresa y dar mayores beneficios a los accionistas (Berglund et al., 2006; Liebwein, 2006) al comprometer en la mayoría de los casos un menor capital. Además, no hay necesidad de aplicarlo para toda la empresa, sino que se puede aplicar a la valoración de determinados riesgos, como es el riesgo de inmuebles.

La propia empresa puede desarrollar su modelo interno de forma completa (si se refieren a todos los riesgos) o parcial (cuando sólo se refieren a algún riesgo) (art.112 de la Directiva), si bien conllevan procedimientos costosos y complejos (Eling et al., 2007).

Solvencia II, cuya implantación ha resultado larga y laboriosa (Doff, 2008), intenta potenciar que las empresas desarrollen sus propios modelos internos (Rokainen et al. 2007), debido a que un modelo estándar rara vez se ajusta a las características específicas de la empresa y pocas veces refleja de forma adecuada la situación que tiene actualmente.

Estos modelos internos de gestión del riesgo tienen también como finalidad el ayudar a determinar el SCR, es concretar ciertos parámetros del modelo general, debiendo integrarse en el proceso de gestión del riesgo de la compañía, y su aplicación tiene que ser a través de un acercamiento metodológico consistente (Barañano et al., 2020), además de contar con el visto bueno de los supervisores tanto al inicio como durante el proceso (CEIOPS, 2005).

En todo caso, la normativa de SII requiere una amplia justificación para el desarrollo e implementación del modelo interno.

Para el desarrollo del modelo interno, algunos expertos en la materia consideran que es conveniente seguir alguna de las siguientes metodologías (Barañano et al., 2016):

1) Metodología de Armstrong, 2005:

- Unir el método de pronóstico a la situación y usar el conocimiento adquirido
- Contemplar la estructura del problema
- Pronostica un modelo y representa el problema
- Usar modelos causales cuando existe buena información
- Usar un método cuantitativo simple
- Ser conservador en la incertidumbre
- Combina pronósticos

2) Principios de Liebwein, 2006:

- Identificar los riesgos actuales y potenciales, junto con su relación que éstos tienen en la compañía y cuantificación de los factores.
- Desarrollar un análisis acorde a la sensibilidad que tiene las variables con mayor probabilidad.

- Identificar alternativas para la reducción de los riesgos en los pasos anteriores.
- Dirigir este proceso de riesgo repitiendo el proceso.

La información generada debe incluirse en su ejercicio correspondiente, de otro modo causarían errores muy notables que podrían afectar a la continuidad de la empresa (Chantfield, 2001). Por ello, los parámetros estimados en los modelos internos se deben adecuar al periodo en el que está inmersa la aseguradora. Aunque se ha de tener en cuenta que un modelo ajustado a los valores presentes no garantiza un pronóstico adecuado de capital requerido que haga frente a los riesgos (Berglund, 2006).

La elaboración de modelos internos requiere de simulación estocástica, por tanto, emplearemos técnicas de simulación estocástica para cuantificar los riesgos y, por ende, expondremos la bondad de la utilización de la misma (Barañano et al., 2020).

El objetivo de valoración de riesgos de este trabajo está, por tanto, en línea con la Directiva Solvencia II, conforme a la que las entidades aseguradoras europeas reportan a los Organismos Reguladores los nuevos requerimientos relacionadas con la gestión y control de los riesgos, tal y como se refleja en la Directiva Omnibus II en la que se recogen los principales aspectos que modifican la Directiva de Solvencia II [Directiva 2009/138/CE].

Respecto a la herramienta que se debe emplear para medir el riesgo de las entidades aseguradoras, la Directiva de Solvencia II establece como medida del riesgo, la más conocida, el VaR que representa la pérdida mínima esperada para un horizonte temporal y nivel de confianza determinados.

El VaR, al igual que todas las medidas de riesgo, tiene defensores y detractores. Uno de sus principales defensores más conocido, Philippe Jorion, en 1997:

“el mayor beneficio de VAR se encuentra en la imposición de una metodología estructurada para pensar críticamente sobre el riesgo”

[Jorion, P. (2007). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing financial risk*. New York: McGraw-Hill].

En cuanto a las críticas recibidas por el VaR, una de las más conocidas es la que hicieron David Einhorn y Aaron Brown en un debate en la Asociación Global de de Profesionales del Riesgo en la que Einhorn comparó el VaR con

"una bolsa de aire que funciona todo el tiempo, excepto cuando se tiene un accidente de coche".

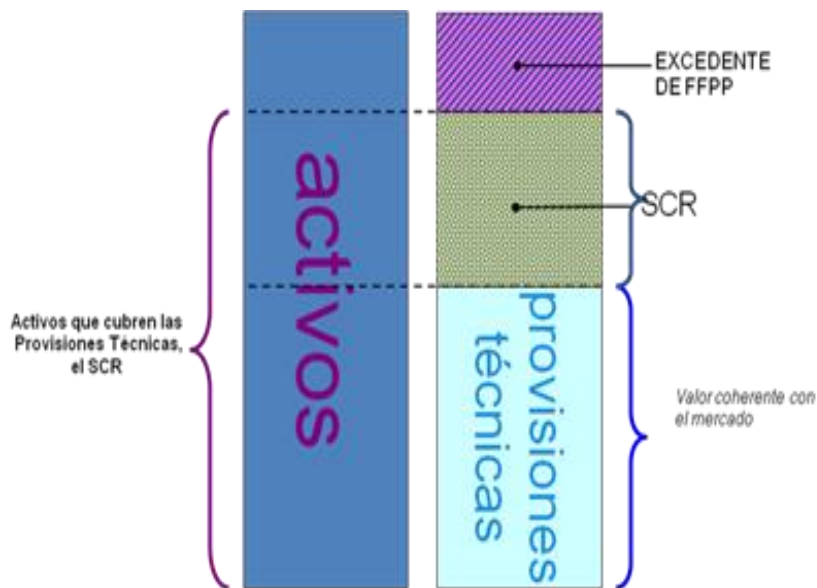
[Revista: *Global Association of Risk Professionals*. June/July 08].

La regla elemental para saber si la entidad aseguradora tiene capital disponible suficiente (es decir, fondos propios, que viene determinado por la diferencia entre activo y pasivo exigible) para asumir el riesgo inherente de la entidad (Barañano et al., 2020). Dicho capital disponible, debería ser un valor de mercado (y no un valor contable). En definitiva, los fondos propios que dispondría cualquier entidad para atender a una pérdida inesperada sería aquél que en cada momento valore el mercado.

Por tanto, dado que nuestro objetivo es aproximarnos a cuantificar un valor real del riesgo, nuestros cálculos se basarán en un enfoque de balance económico (valor económico del balance) que consiste en una valoración del valor razonable de activo y pasivo entendiéndose como tal, el valor de mercado o, en su defecto, un valor coherente con el mercado (Barañano et al., 2011).

En definitiva, con el Balance económico de la entidad aseguradora seremos capaces de obtener el capital disponible “real” con el que cuenta la entidad para hacer frente al requerimiento de capital (SCR). En otras palabras, por ejemplo, si se vende un activo que figura en el Balance, el valor de dicho activo será el que pague el mercado y no el valor contable (si éste se valora a coste amortizado) del activo. De ahí que nuestra valoración sea acorde a un valor coherente con el mercado. A tal efecto, se muestra nuestra propuesta de estructura de Balance Económico (GRÁFICO Nº 2).

GRÁFICO Nº 2: ESTRUCTURA BALANCE ECONÓMICO

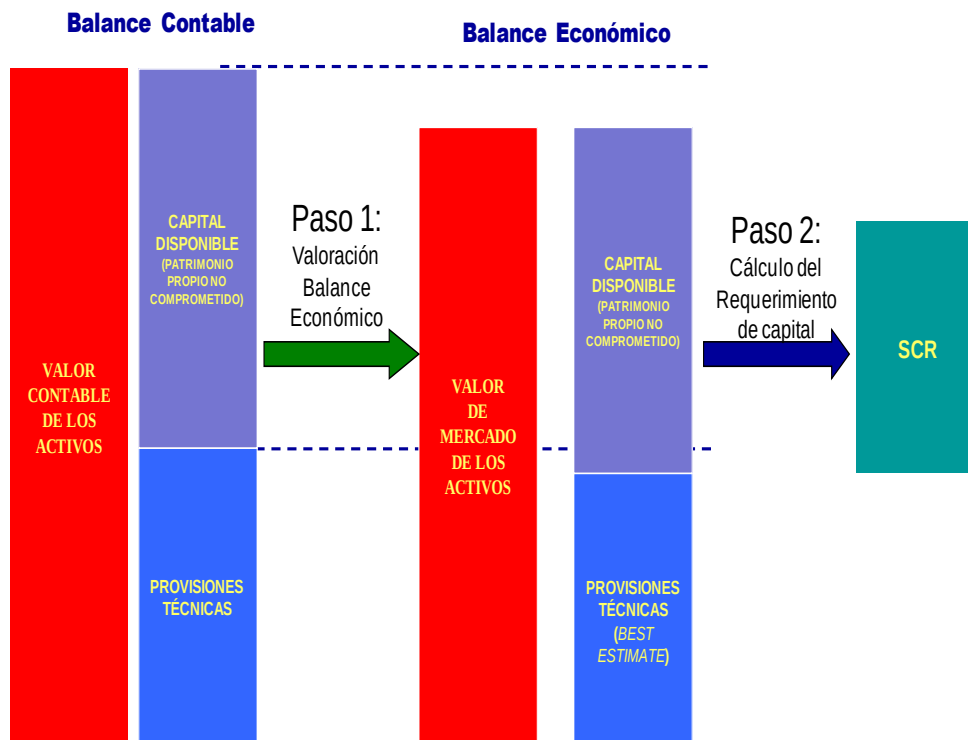


Fuente: Elaboración Propia

Debido a este razonamiento, el primer paso que se propone es valorar el Balance acorde a un valor coherente con el mercado, y el segundo paso consistirá en valorar el riesgo de la entidad aseguradora acorde al perfil de riesgo inherente en su Balance.

Se adjunta esquema (GRÁFICO Nº 3) en el que se refleja la metodología que vamos a seguir que, tal y como hemos comentado anteriormente, en primer lugar (paso 1) transformaremos el Balance contable a Balance económico y posteriormente (paso 2) procederemos a calcular el requerimiento de capital (SCR).

GRÁFICO Nº 3: METODOLOGÍA DE IMPLANTACIÓN



Fuente: Elaboración Propia

En el desarrollo de nuestro trabajo nos centraremos en la gestión de riesgos de una entidad aseguradora que opera en el Ramo de Vida (Seguros de Vida) y en Multiriesgos (en concreto, en Seguros de Hogar). Toda la información necesaria para los cálculos la hemos incorporado en una base de datos para ser tratada y poder aplicar las medidas de riesgo.

Tal y como hemos anticipado anteriormente, para completar nuestro estudio y cuando así lo requiera el trabajo para la determinación óptima de capitales, o lo que es lo mismo, la cuantificación de riesgos, aplicaremos las técnicas de

simulación (Monte Carlo, Bootstrapping, etc.) pues las consideramos las más adecuadas, ya que una de las principales ventajas con las que cuentan es que los resultados muestran lo que puede suceder y además lo probable que es un resultado. Adicionalmente, tiene la característica de ser muy flexible y facilitar la información sobre casos extremos, tal y como demostraremos en este trabajo.

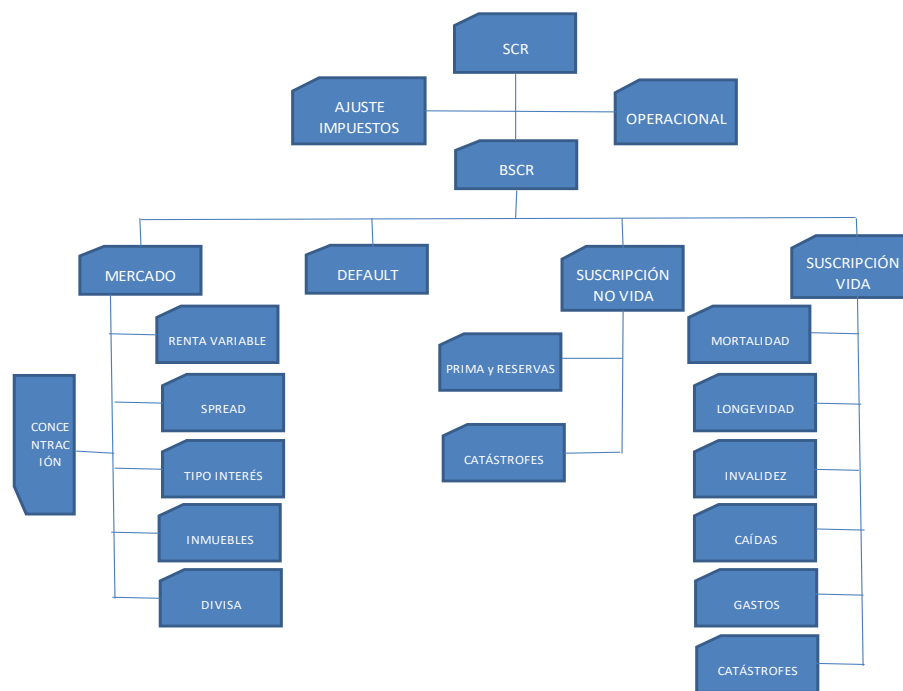
Las técnicas de simulación estocástica consisten en generar números aleatorios acorde a las distribuciones de frecuencias de las variables del modelo simulando los posibles comportamientos (miles de escenarios) que pueden tener en el futuro.

Adicionalmente, cuando sea necesario, se propondrán alternativas de cálculo debido al inconveniente que supone la complejidad en la implementación de dichas técnicas de simulación.

Como se ha indicado, el capital disponible resultante debería ser superior al SCR. En tal caso, la entidad dispondría de un excedente de fondos propios. En caso contrario, la entidad tendría que subsanar el problema que se le plantea, bien ajustando su balance o bien mediante un incremento del capital social.

Para cuantificar los riesgos, la metodología que vamos a seguir es la siguiente: en primer lugar, pretendemos identificar los distintos riesgos de la entidad aseguradora, y en segundo lugar, procedemos a su clasificación realizando un *mapping* o “mapeo” de riesgos y subriesgos. A nuestros efectos, el *mapping* en que se basa nuestra propuesta y que está en línea con Solvencia II, es el siguiente:

GRÁFICO Nº4: MAPA DE RIESGOS EN SOLVENCIA II



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al *mapping* que hemos planteado tenemos cuatro módulos de riesgos principales: Mercado, Crédito o *Default*, Suscripción No Vida y Suscripción Vida (cada módulo o riesgo, a su vez, está compuesto por distintos submódulos o subriesgos).

El motivo por el que situamos al mismo nivel estos cuatro módulos se debe a que existe correlación entre ellos. Por tanto, en el momento que tengamos que agregar los distintos riesgos, éstos los vamos a agregar acorde a la correlación existente entre ellos. En definitiva, la agregación de estos riesgos NO es la suma de los mismos.

A la agregación de estos cuatro módulos de riesgo, al igual que establece la Directiva Solvencia II, lo denominaremos BSCR (siglas de *Basic Solvency Capital Requirement*), es decir, Requerimiento de Capital de Solvencia Básico.

En otro nivel, distinto a los anteriores, hemos ubicado el riesgo operacional. El motivo es que, a nuestros efectos, no existe correlación alguna con el resto de riesgos mencionados, ya que, por ejemplo, un fallo humano al introducir un dato de forma incorrecta es independiente de los riesgos anteriores. Lo mismo sucede con el ajuste de impuestos. Este ajuste está motivado por el hecho de pasar de un balance contable a un balance económico. En definitiva, recogeremos el ajuste diferido del impacto fiscal que se produce derivado de las diferencias que surgen en el activo-pasivo al transformar el balance contable a balance económico.

Por último, mediante la agregación del BSCR, Riesgo Operacional y el ajuste de impuestos obtendremos el SCR o Requerimiento de Capital de Solvencia de la entidad.

Existe la posibilidad de plantear un *mapping* distinto aunque apenas difiere al expuesto anteriormente. La diferencia fundamental se debe a la incorporación del Riesgo de Liquidez⁴. A efectos prácticos supondría disociar dicho Riesgo de Liquidez del Riesgo de Spread.

Por definición, el dinero y los depósitos bancarios o dinero bancario son los activos con mayor liquidez.

En nuestro caso, el riesgo de liquidez se incorpora en el riesgo de mercado, y en concreto, en el subriesgo de *spread*. Los propios *spread* sobre los cuales cotizan los activos incorporan el riesgo de liquidez, es decir, cuanto mayor liquidez/disponibilidad tenga un activo menor será el *spread* o diferencial al que

⁴ La liquidez representa la cualidad del activo para hacerlo efectivo inmediatamente sin que se produzca una disminución considerable en su valor.

cotice. Un activo que deja patente este hecho son los Bonos FADE⁵, que a pesar de tener la garantía del Estado Español, ofrecen un spread superior al bono español. Este spread adicional viene dado por la liquidez del activo, ya que es menor en caso de los Bonos FADE.

En general, existe una relación inversa entre la liquidez y rentabilidad de un activo, es decir, cuanto más líquido sea el activo menor rentabilidad ofrecerá.

Tal y como hemos comentado, para la agregación de los módulos de riesgo individuales en un SCR global, aplicaremos técnicas de correlación lineal⁶ (Davison, 2003).

Para nosotros, el establecimiento de coeficientes de correlación tiene la finalidad de reflejar las dependencias de las distribuciones. Una manera habitual de medir las correlaciones de los distintos riesgos es a través del coeficiente de Pearson que se aplicará más adelante.

Respecto al pasivo de las entidades aseguradoras, en los *shocks* (longevidad, mortalidad, caída de cartera etc) que aplicamos a cada uno de los riesgos, deberíamos tener en cuenta aquel *shock* que afecta a la entidad acorde al intervalo de confianza que hayamos establecido. En nuestro caso, 99,5%, es decir 1 cada 200 veces (pérdida inesperada) tal y como se indica en SII.

Si recapitulamos por etapas todo lo que hemos expuesto anteriormente, en primer lugar, tendremos en cuenta que pretendemos plantear una nueva estructura de enfoque de Balance Económico para, en segundo lugar, determinar los Fondos Propios disponibles para, en tercer lugar, calibrar el Requerimiento de Capital de Solvencia (SCR) con la finalidad de concretar que los fondos propios sean suficientes para hacer frente al SCR. Una vez, demos

⁵ Hace referencia al **Fondo de Amortización de la Deuda Eléctrica** (FADE), que tiene la garantía del Reino de España.

⁶ En probabilidad y estadística, la **correlación** indica la fuerza de la interrelación lineal entre dos variables aleatorias.

esos tres pasos, en cuarto lugar, propondremos una metodología para gestionar los riesgos. Por ello, hemos dissociado el presente estudio en distintos capítulos.

Fruto del trabajo que se ha ido desarrollando en esta Tesis Doctoral y que ha dado lugar a su culminación, se han presentado comunicaciones en congresos internacionales y se han publicado artículos en revistas de impacto, lo cual nos ha permitido debatir con otros colegas, así como reafirmarnos en el modelo de gestión mixto que presentamos en la presente tesis doctoral.

Concretamente, en nuestra publicación en revista indexada en JCR que avala la presentación de esta tesis⁷ se propone un modelo interno para valorar el riesgo de mercado de inmuebles y calcular el capital requerido para garantizar la adecuada cobertura de las pérdidas derivadas de dicho riesgo, utilizando simulación estocástica de Monte Carlo para estimar el Value at Risk. El modelo desarrollado puede ser empleado por entidades aseguradoras que mantienen inmuebles en su activo en sus procesos de decisión, de manera que en los mismos tengan en cuenta el verdadero riesgo asumido en sus carteras de activos inmobiliarios.

⁷ Barañano et al (2020). Valuation of real-estate losses via Monte Carlo simulation. *Ekonomika Istraživanja= Economic Research*, 33: 1867- 1888.

CAPÍTULO 2:

VALORACIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS

CAPÍTULO 2 – VALORACIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS

Nuestro objetivo en este capítulo será asignar un valor, tanto al activo como al pasivo, coherente con el mercado, es decir, trataremos de pasar de un Balance Contable a un Balance Económico.

Tal y como hemos señalado, la valoración de activo y pasivo de la Entidad debe reflejar un valor económico, y como tal, debería representar un valor coherente de mercado, es decir, la valoración que se haría en caso de transferencia del activo/pasivo en el mercado, lo que comúnmente se conoce por ‘current exit value’ (Barañano et al., 2011).

La coyuntura económica tiene una alta correlación con dicha valoración. La crisis actual, en los años anteriores a la entrada en vigor de Solvencia II, gran parte de los activos de las entidades aseguradoras (en los que la mayoría están representados en títulos de Renta Fija) tenían una cotización en el mercado secundario por debajo del nominal/nocional, por lo que los fondos propios disponibles de la Entidad para hacer frente a los requerimientos de capital disminuyen hasta tal punto que podría suponer la obligación de aumentar el capital social de la entidad para poder continuar con la actividad en el negocio asegurador.

De hecho, fue muy comentado en el sector asegurador europeo que la aplicación de Solvencia II se fue posponiendo (hasta el 1 de enero de 2016) debido a la crisis económica, ya que implicaba que con los fondos propios que disponían bastantes entidades europeas no cumplirían con las necesidades de capital exigidas por la Directiva.

Debido a la importancia y relevancia que tiene este hecho, creemos necesario detenernos en este punto en aras de realizar un análisis en detalle.

Como se ha indicado, la coyuntura económica tiene gran relevancia en la valoración de activos y pasivos, puesto que existe una correlación alta entre ambos. En definitiva, una coyuntura económica desfavorable implica una depreciación del activo (valorado a mercado) que compone el balance.

En esta crisis, los factores que implican dicha depreciación, básicamente, son los problemas de liquidez y la desconfianza existentes en los mercados que implican un incremento en los *spreads* o diferenciales en las primas por riesgo de crédito de los activos, y, por ende, una disminución de los precios (valoración de los activos).

En relación al pasivo, el factor con mayor incidencia está resultando ser la curva libre de riesgo. La curva de tipos libre de riesgo que descuenta el mercado (*euro swap* y la curva de bonos emitidos por el Gobierno Alemán) ha disminuido significativamente debido a la crisis. Esto hace que los flujos del pasivo a los que se descuentan para obtener la valoración del pasivo del balance aumenten significativamente. La disminución de los tipos en el caso del *euro swap* se debe principalmente a las disminuciones aplicadas del Banco Central Europeo sobre el tipo de referencia.

En el caso de los bonos alemanes, debido a la desconfianza de los inversores en otros activos, estos se han posicionado en activos libres de riesgo como actualmente es el bono alemán cuya calificación crediticia es de la máxima calidad (Calificación: AAA) y, por tanto, disminuyendo sus costes de financiación.

2.1. – Valoración de activos

Anteriormente, habíamos mencionado que la valoración de los activos debería corresponder con un valor coherente con el mercado. En el balance económico, los activos deben estar valorados a su valor de realización, esto es, al precio que cualquiera abonaría por hacerse con ellos. A dicho valor se le denomina ***fair value***⁸ o valor razonable de los activos.

⁸ “El precio que podría ser recibido al vender un activo o pagado para transferir un pasivo en una transacción ordenada entre participantes del mercado a una fecha de medición determinada”, según definición de la normativa IFRS

A la vista de lo anterior, proponemos la siguiente jerarquía de principios para la valoración de los activos:

2.1.1.- Valor de mercado

En aquellos casos en los que se disponga de un mercado suficientemente amplio, profundo y líquido, utilizaremos valores de mercado (mark-to-market) para determinar el valor económico de los activos de una Entidad Aseguradora. Con carácter general, el valor razonable de un activo de renta fija se calculará por referencia a un valor fiable de mercado (Lucas, 1978).

Identificamos este valor razonable como el valor “mark-to-market” (en lo sucesivo, MTM) que representa el precio de los activos líquidos que podemos encontrar habitualmente en “vendors⁹” de información financiera como Bloomberg, Reuters, Infobolsa, etc.

El precio líquido cotizado en un “mercado activo”, dado que el mercado es dónde se efectúan los intercambios de activos, será la mejor referencia del valor razonable. Por “mercado activo” entendemos que es aquél en el que los activos intercambiados en el mercado son homogéneos, los precios de dicho mercado son conocidos y fácilmente accesibles (mediante los citados ‘vendors’ para el público) y en todo momento hay oferta y demanda.

Dichos precios, además, reflejan las compra-ventas de mercado reales, actuales y producidas de forma continua. Por ello, decimos que el mercado es profundo y líquido.

Por tanto, recalcamos que el precio MTM está habitualmente relacionado con un ‘mercado activo’, es decir, un mercado líquido, organizado y profundo.

⁹ Se trata de aplicaciones que ofrecen en tiempo real información financiera de los activos.

El riesgo de liquidez, se traduce en la posible reducción/pérdida de precio derivado de una transacción de un activo financiero debido a la existencia limitada de vendedores o compradores, es decir, debido a la ausencia de oferta y demanda.

Un activo tendrá precio de mercado (MTM) si en el “*vendedor*” existe precio diario. El precio del “*vendedor*” debe estar generado por la oferta y la demanda.

A nuestros efectos, en caso que el activo tenga un valor de mercado asociado, nos basaremos en datos proporcionados por Bloomberg, ya que mediante esta herramienta seremos capaces de obtener el precio de mercado del activo en tiempo real. A modo de ejemplo, se adjunta el precio de mercado (101,01% - cotización sobre la par) del Bono del Gobierno Español.

GRÁFICO Nº 5: PRECIO DE MERCADO DEL BONO DEL GOBIERNO ESPAÑOL MEDIANTE BLOOMBERG



Fuente: Bloomberg. Consulta Spanish Government a 29/07/2020

2.1.2.- Valor a mercado (mark-to-model)

Cuando no podamos extraer un precio de mercado porque no disponemos de un ‘mercado activo’, valoraremos el activo mediante el modelo *mark-to-model* o valor a mercado que será calculado teniendo en cuenta datos del mercado. A efectos prácticos, en nuestro caso, cuando optemos por este segundo modelo, la valoración que realicemos consistirá en proyectar los flujos de los activos (cupones y nominales) y lo descontaremos con una curva de descuento coherente con el mercado.

La curva de tipos de interés que utilicemos para la valoración debería ser homogénea a la curva correspondiente a otro emisor cuyo activo valorado se sustente con un “mercado activo”.

En definitiva, tal y como ya se ha señalado para aquellos activos que no se transfieran a través de un “mercado activo”, el valor razonable se determinará a través de la aplicación de modelos de contraste de valoración. Esta valoración alternativa genera un precio al que denominaremos precio “mark-to-model” (en lo sucesivo, MTMODEL).

Un ejemplo claro en el que necesitaremos determinar el precio MTMODEL es para el caso de aquellos activos poco líquidos o ilíquidos. Las causas de iliquidez son muchas, las más habituales:

- las emisiones pequeñas o en manos de pocos inversores/tomadores,
- subyacentes complejos de valorar, ausencia de contraparte dispuesto a adquirir el activo,
- riesgos de mercado o de contraparte de difícil valoración,
- dificultad para contrastar un “valor justo” del activo con una fórmula de valoración razonablemente aceptada, etc.

También es posible, tal y como se está reflejando en la crisis actual, que por razones coyunturales (crisis crediticia por ejemplo, ausencia puntual de oferta o demanda, etc.) un activo de renta fija que ha tenido normalmente un precio de

mercado (MTM) razonablemente líquido, necesita la modelización de un precio de contraste o precio MTMODEL. En definitiva, debido a la crisis económica actual, hay muchos activos que no disponen de una cotización y, por ende, no disponen de un valor de mercado por lo que habrá que acudir a este tipo de valoración *mark-to-model*, máxime en aquellos activos que son un tanto complejos.

2.1.3.- Valor aproximado (proxy)

La entidad aseguradora en caso que no disponga de un valor de mercado y no pueda obtener un valor *mark-to-model* fiable, tal y como deriva la Directiva de Solvencia II, debería aplicar las directrices contempladas por las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) para obtener un valor aproximado de mercado. Este no será nuestro caso, ya que en la valoración del activo que compone nuestro balance los valoraremos mediante MTM o MTMODEL.

Por último, tal y como lo hace la Directiva Solvencia II, cabe destacar los dos puntos siguientes:

Inmovilizado inmaterial (incluido fondo de comercio):

En términos de cálculo de la solvencia, a efectos de la Directiva de Solvencia II y tal y como se ha descrito en las distintas especificaciones técnicas para la elaboración de los estudios de impacto cuantitativo (en inglés, Quantitative Impact Studies –QIS–), el *valor económico del inmovilizado inmaterial se considera nulo o despreciable*¹⁰ debido a que raramente puede atribuírsele un valor líquido. Por consiguiente, a los efectos de la valoración del activo de la compañía, todos los activos inmateriales se considerarán nulos.

¹⁰ <http://www.icea.es/es->

ES/informaciondelseguro/solvenciaii/Documents/Borrador_traducido_esp%C3%B1ol_Especificaciones_T%C3%A9cnicas_QIS4_Unespa.pdf

A nuestro entender, mención especial tiene la valoración del fondo de comercio. Como se ha señalado, la Directiva de Solvencia II establece un valor nulo para el activo intangible de la Entidad. Nosotros no estamos de acuerdo con esta afirmación. El fondo de comercio se debería valorar, ya que es un activo intangible de que dispone la entidad.

El caso más frecuente de la valoración del fondo de comercio se produce en caso de fusión o absorción de otra entidad. Previamente a la adquisición, se realiza una valoración, por lo general, bajo el enfoque “*Market Consistent Embedded Value*” o Valor intrínseco consistente con el mercado que refleja el valor de mercado de la entidad. En la transacción, la Entidad adquiriente suele pagar un fondo de comercio (en inglés, Goodwill) y, por tanto, entendemos que si se ha valorado dicho intangible debería reflejar su valor en el activo de la Entidad y, por consiguiente, incrementar sus fondos propios para hacer frente al requerimiento de capital de solvencia en contra de lo establecido por la Directiva de Solvencia II.

Impuestos diferidos¹¹:

La diferencia resultante de la nueva valoración de activo y pasivo (en especial, la valoración de las provisiones técnicas) en virtud de un enfoque de balance económico implica que todo flujo futuro de caja entrante o saliente ha de ser reconocido en el balance de situación a efectos de valoración de solvencia, incluido el resultante del régimen fiscal en vigor.

Se recoge el efecto fiscal derivado de la transformación del balance contable a balance económico.

Dependiendo de la mayor variación que suponga en dicha transformación por parte del activo o pasivo, implicaría la generación del ajuste por Activo por Impuestos Diferidos o Pasivo por Impuestos Diferidos en su caso.

¹¹ Véase también las tablas Contables / NIIF sobre valoración de impuestos diferidos.

CÁLCULO: Valoración del activo

Tal y como se ha indicado más arriba, el activo lo valoramos a valor de mercado. Si este valor no es observable, es decir, no disponemos del valor de mercado (valoración *mark to market*) nos ceñiremos a extraer un valor a mercado (*mark to model*).

Respecto a la cartera de activos financieros considerada, la mayoría de valores son observables y, por tanto, los podemos obtener mediante la aplicación denominada *Bloomberg* en el que indica la cotización de mercado del activo. En nuestro caso, partimos de la siguiente cartera del activo:

TABLA Nº 1: CARTERA DE ACTIVOS

ACTIVOS	NOMINAL	VALORACIÓN M CDO
		MARK TO MARKET
FONDO RV XXX	75.544	75.544
ACCIONES COMPAÑÍA IBEX INDEXADOS	1.000.000	1.000.000
PARTICIPACIÓN DE LA SDAD XXX	35.051	35.051,40
PARTICIPACIÓN DE LA SDAD YYY	541	540,91
PARTICIPACIÓN SDAD ZZZ	1.202	1.202,02
Inmueble 1	600.000	600.000
Asset Swap	343.369	343.369
BONO GOBIERNO ALEMAN 1	6.000.000	5.113.200
BONO GOBIERNO ALEMAN 2	7.000.000	5.917.800
BONO GOBIERNO ALEMAN 3	8.000.000	6.732.000
Citigroup	2.059.000	1.746.032
HSBC	4.537.000	4.246.178
General Electric	1.670.000	1.410.148
France Telecom	5.375.000	5.641.600
Munich Re Finance	5.375.000	5.753.400
Deutsche Bank	3.000.000	3.234.900
JP MORGAN	1.000.000	1.100.000
HSBC FINANCE CORP	5.000.000	5.130.000
GENERAL ELECTRIC	5.000.000	5.180.000
UBS AG	2.000.000	2.055.000
BONO REGULAR CÍA "MENGANO"	500.000	NO DISPONIBLE
BONO CUPÓN CERO CÍA "FUTANO"	300.000	NO DISPONIBLE
CITIGROUP INC 6,875% Vcto 2038	2.000.000	1.993.400
CITIGROUP INC 7,875% Vcto 2018	2.000.000	2.190.000

Fuente: Elaboración propia

VALORACIÓN "MARK
TO MODEL"

Para la valoración de los bonos emitidos por las Compañías “Mengano”, cuyo bono contiene cupones periódicos o regulares, y “Futano”, el cual es un bono cupón cero, ya que no disponemos de un valor de mercado observable, se procederá a realizar una valoración *mark to model* consistente en actualizar los flujos que genera el activo conforme a una curva de tipos de interés, como, por ejemplo, la que se indica a continuación:

TABLA Nº 2: VALORACIÓN MARK TO MODEL DE BONO REGULAR

Bono Regular CÍA "MENGANO" Vencimiento a 7 años y cupon 5,1					
TIEMPO	AÑOS	F.D.	FLUJO	FLUJO DTO.	FLUJO*AÑOS
			-100,23788		
31/12/2009	1	0,94885663	5,1	4,839	4,839
31/12/2010	2	0,90106574	5,1	4,595	9,191
31/12/2011	3	0,85700266	5,1	4,371	13,112
31/12/2012	4	0,81665198	5,1	4,165	16,671
31/12/2013	5	0,77922087	5,1	3,974	19,881
31/12/2014	6	0,74295213	5,1	3,789	22,745
31/12/2015	7	0,70889205	105,1	74,505	521,736

Factor de dto

Plazo promedio del bono. Rtdo de calcular el vto ponderado de los flujos de caja.

PRECIO	100,23788
DUR	6,067
T.I.R.	5,06%
DUR MOD	5,775

Si incremento 100PB (1%) los t/i mi cartera perderá un 5,775%.

Medida de la sensibilidad de un activo ante variaciones en los t/i.

Se amortiza a la par

Nominal: 500.000

Valor a mercado "mark to model": 501.189

Fuente: Elaboración propia

La curva de tipos de interés que se utilice para la valoración debería corresponder a la curva de mercado a la que se actualizan los flujos de un bono de similares características a las del emisor (rating, sector, etc). En nuestro caso, se ha utilizado la siguiente:

TABLA Nº 3: CURVA DE DESCUENTO UTILIZADA EN VALORACIÓN *MARK TO MODEL* DE ACTIVOS

t	curva
1D	4,0
7D	4,1
30D	4,4
60D	4,7
90D	4,9
120D	5,0
150D	5,1
180D	5,1
270D	5,2
1Y	5,4
2Y	5,3
3Y	5,3
4Y	5,2
5Y	5,1
6Y	5,1
7Y	5,0
10Y	5,0
15Y	5,1
20Y	5,1
30Y	4,9

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al bono cupón cero, la metodología que aplicamos es la misma que para el bono con cupón regular. Se adjunta el resultado de la valoración:

TABLA Nº 4: VALORACIÓN *MARK TO MODEL* DE BONO CUPÓN CERO

BONO Cupón Cero CÍA "FUTANO" vencimiento a 2 años

TIEMPO	AÑOS	F.D.	FLUJO	FLUJO DTO.	FLUJO*AÑOS
31/12/2009	1		-90,107		
31/12/2010	2	0,90106574	100	90,107	180,213

PRECIO	90,1065744
DUR	2,000
T.I.R.	10,98%
DUR MOD	1,802

La duración de un bono cupón cero es igual a su vencimiento porque sólo recibimos flujos el último año.

Nominal: 300.000
Valor a mercado "mark to model": 270.320

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, una vez que se han valorado los activos mediante valoración *mark to model*, tenemos la valoración del activo de la Entidad acorde a valor consistente con el mercado:

TABLA Nº 5: VALORACIÓN TOTAL DEL ACTIVO

ACTIVOS	NOMINAL	VALORACIÓN MCDO	VALORACIÓN MCDO	ACTIVO ECONÓMICO
		MARK TO MARKET	MARK TO MODEL	
FONDO RV XXX	75.544	75.544	-	75.544
ACCIONES COMPAÑÍA IBEX INDEXADOS	1.000.000	1.000.000	-	1.000.000
PARTICIPACIÓN DE LA SDAD XXX	35.051	35.051	-	35.051
PARTICIPACIÓN DE LA SDAD YYY	541	541	-	541
PARTICIPACIÓN SDAD ZZZ	1.202	1.202	-	1.202
Inmueble 1	600.000	600.000	-	600.000
Asset Swap	343.369	343.369	-	343.369
BONO GOBIERNO ALEMAN 1	6.000.000	5.113.200	-	5.113.200
BONO GOBIERNO ALEMAN 2	7.000.000	5.917.800	-	5.917.800
BONO GOBIERNO ALEMAN 3	8.000.000	6.732.000	-	6.732.000
Citigroup	2.059.000	1.746.032	-	1.746.032
HSBC	4.537.000	4.246.178	-	4.246.178
General Electric	1.670.000	1.410.148	-	1.410.148
France Telecom	5.375.000	5.641.600	-	5.641.600
Munich Re Finance	5.375.000	5.753.400	-	5.753.400
Deutsche Bank	3.000.000	3.234.900	-	3.234.900
JP MORGAN	1.000.000	1.100.000	-	1.100.000
HSBC FINANCE CORP	5.000.000	5.130.000	-	5.130.000
GENERAL ELECTRIC	5.000.000	5.180.000	-	5.180.000
UBS AG,	2.000.000	2.055.000	-	2.055.000
BONO REGULAR CÍA "MENGANO"	500.000	NO DISPONIBLE	501.189	501.189
BONO CUPÓN CERO CÍA "FUTANO"	300.000	NO DISPONIBLE	270.320	270.320
CITIGROUP INC 6,875% Vcto:2038	2.000.000	1.993.400	-	1.993.400
CITIGROUP INC 7,875% Vcto:2018	2.000.000	2.190.000	-	2.190.000
VALOR CONTABLE ==>	63.871.707		VALOR MERCADO ==>	61.270.875
DIFERENCIA VALORACIÓN ==>	2.600.833	28% IMPTO SDADES HACIENDA FORAL VIZCAYA 728.233 IMPUESTO DIFERIDOS		

Fuente: Elaboración propia

2.2.- Valoración de provisiones técnicas

Siguiendo las directrices marcadas por la Directiva de Solvencia II, las provisiones técnicas “se valorarán por el importe por el cual podrían transferirse o liquidarse, entre partes interesadas y debidamente informadas que realicen una transacción en condiciones de independencia mutua (valor coherente de mercado)”. Esta valoración se denomina *best estimate* (o la mejor estimación de los pasivos).

Tal y como se establece en el Reglamento de Ordenación y Supervisión de Seguros Privados¹² (ROSSP), “las provisiones técnicas deberán reflejar en el balance de las entidades aseguradoras el importe de las obligaciones asumidas que se derivan de los contratos de seguros y reaseguros. Se deberán constituir y mantener por un importe suficiente para garantizar, atendiendo a criterios prudentes y razonables, todas las obligaciones derivadas de los referidos contratos, así como para mantener la necesaria estabilidad de la entidad aseguradora frente a oscilaciones aleatorias o cíclicas de la siniestralidad o frente a posibles riesgos especiales.

La corrección en la metodología utilizada en el cálculo de las provisiones técnicas y su adecuación a las bases técnicas de la entidad y al comportamiento real de las magnitudes que las definen, serán certificadas por un Actuario de Seguros, sin perjuicio de la responsabilidad de la entidad aseguradora”.

2.2.1.- Principios generales

El cálculo de las provisiones técnicas debería representar el *valor de salida actual*¹³, es decir, el valor por el cual se puede transferir el pasivo de una entidad de seguros.

¹² Artículo 29.1 del ROSSP

¹³ Este concepto proviene de la expresión en lengua inglesa ‘current exit value’

A efectos de su cálculo, por un lado, para la proyección de hipótesis económicas, utilizaremos la información facilitada por los mercados financieros y, por otro lado, para la proyección de los flujos de los riesgos técnicos como, por ejemplo, el riesgo de suscripción, tendremos en cuenta los datos generalmente disponibles en la Entidad sobre riesgos técnicos de seguros. Con esta información conseguimos que el citado cálculo sea coherente (coherencia con el mercado) y, por tanto, refleje su valor de salida actual.

En ciertas circunstancias específicas, el *best estimate* de las provisiones técnicas podrá ser negativo (por ejemplo, en el caso de algunos contratos individuales). En concreto, y como podremos apreciar más adelante, en nuestro caso el *best estimate* del seguro Temporal Anual Renovable resulta negativo debido a que el efecto de los flujos futuros de entrada (primas) que se producen es superior a los flujos de salida.

2.2.2.- Best estimate

Habida cuenta que el modelo interno va a emplear simulación estocástica con miles de escenarios generados a través de la simulación de Montecarlo, el *best estimate* será igual a la media ponderada por la probabilidad de los flujos de caja probables futuros, teniendo en cuenta el valor temporal del dinero utilizando la estructura temporal de tipos de interés sin riesgo pertinente (curva *euro swap*).

La Directiva de Solvencia II establece que “el cálculo del best estimate se basará en información actual y fiable y en hipótesis realistas y se realizará con arreglo a métodos actuariales y técnicas estadísticas adecuadas”.

En el cálculo del best estimate tendremos en cuenta la proyección de flujos de caja que incluye las entradas y salidas de caja totales de todas y cada una de las pólizas de la cartera y durante su período de vigencia.

Lo anterior implica para la Entidad que en el cálculo del best estimate tendrá que valorar, por un lado, todos los posibles flujos de caja de salida futuros resultantes de los compromisos asumidos con todos los tomadores de los

contratos de seguro y, por otro lado, todos los posibles flujos de caja de entrada futuros (primas, rendimiento de las inversiones, etc.).

Como ya se ha indicado, el best estimate consiste en el valor actual esperado de los flujos de caja futuros (media ponderada por la probabilidad de todos los posibles resultados), basados en información actual y fidedigna, que tenga debidamente en cuenta toda la información disponible que refleje las características de la cartera de contratos de seguros y reaseguros subyacente. La información específica de la entidad se empleará en el cálculo únicamente en la medida en que permita a la entidad reflejar adecuadamente las características de su cartera de contratos (por ejemplo, información específica de la entidad respecto a la gestión de siniestros y sus gastos).

En línea con la definición de best estimate, el horizonte de proyección utilizado en el cálculo abarcará toda la vigencia de la cartera. En la práctica, el horizonte de proyección reflejará todos los flujos de caja significativos resultantes de todas las pólizas valoradas. En concreto, en nuestro caso, para la proyección mensual de los flujos de caja, consideraremos las siguientes partidas:

- (+) Primas periódicas
- (+) Rendimiento Financiero
- (-) Mortalidad, Rescates, Rentas u otros pagos de siniestros
- (-) Participación en beneficios financieros
- (-) Comisiones
- (-) Gastos mantenimiento/administración
- (-) Coste/efecto Reaseguro
- (-) Impuestos

Esta cuenta de resultados se calcula a partir de los movimientos o flujos mensuales que se originan a lo largo de la vida de cada una de las pólizas de

nuestra cartera, teniendo en cuenta la edad, prima, capital asegurado, importe de prima, etc. y evolucionarla de acuerdo a unas hipótesis de caída, rescates, fallecimiento, vencimiento, etc, para así obtener el valor esperado de la cartera.

Los distintos elementos que intervienen son:

a) NÚMERO DE POLIZAS EN VIGOR:

En el inicio, el número de pólizas en vigor serán todas las pólizas de la cartera. A lo largo de la evolución temporal de la cartera, bien por rescates o bien por fallecimiento, el número de pólizas en vigor disminuye hasta el vencimiento en que alcanza el valor 0.

Este concepto refleja el número de pólizas vivas. Los resultados, por tanto, responden a una hipótesis de caída anual y a los siniestros estimados. A modo de ejemplo a continuación se muestra los resultados para una póliza que incluye una hipótesis de caída del 5% anual y al fallecimiento estimado en base a la tabla de mortalidad GKM95 (se trata de un asegurado masculino con edad inicial 52 años).

TABLA Nº 6: PROYECCIÓN DE LAS PÓLIZAS EN VIGOR

Fallecimiento	0,00527	0,00583	0,00645	0,00713	0,00788
Rescates	0,05000	0,05000	0,05000	0,05000	0,05000
Supervivencia	0,99473	0,99417	0,99355	0,99287	0,99212
No rescatadas	0,95000	0,95000	0,95000	0,95000	0,95000
Pólizas en vigor	0,94500	0,89252	0,84242	0,79460	0,74892

Fuente: Elaboración Propia

b) PRIMAS:

Dado que supone un ingreso para la Entidad, se trata de la entrada de flujo en la que mensualmente habrá que considerar el importe de la misma. Este ingreso dado que depende de la caída de cartera, tendrá que estar probabilizado por las pólizas en vigor comentado en el punto anterior.

c) RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN:

Se trata del rendimiento que se estima obtener de la inversión del las Provisiones Técnicas de la Entidad. En la mayoría de Entidades el Departamento Financiero/Inversiones es quién facilita este dato.

Al igual que hemos comentado para las primas, los datos de Provisión que se tienen en cuenta son los de Provisión en vigor, es decir, la Provisión matemática de la póliza multiplicada por el número de pólizas en vigor en cada momento.

d) SALIDAS (de flujos):

Existen distintos conceptos por los que las pólizas pueden ser baja en la compañía:

- SINIESTROS:

Las salidas por siniestros se calculan aplicando la probabilidad de siniestro real (que no tiene por qué coincidir con la tabla de mortalidad, morbilidad o tasas que sirve de base para la tarificación) sobre el importe de la prestación.

La prestación por siniestros, como siempre, afectada por el coeficiente de pólizas en vigor.

- RESCATE:

Las salidas por rescate se calculan multiplicando el porcentaje de rescates estimados por el importe del rescate, multiplicado por las pólizas en vigor en cada momento.

- VENCIMIENTO:

Se trata de un flujo que se genera en el último mes de vigencia de la póliza.

En una póliza de supervivencia la reserva matemática alcanza el importe del capital garantizado en el vencimiento. Este valor, multiplicado por el coeficiente de pólizas en vigor en ese momento, es la salida por vencimiento. En una póliza de vida riesgo o un seguro de no vida no generan valor alguno al vencimiento de la misma.

e) GASTOS:

Refleja los gastos de la cartera de pólizas, tanto los ocasionados por remuneración comercial como los gastos de administración reales que origina la póliza a lo largo de su vida.

- COMISION INICIAL:

Existen productos que conllevan un desembolso inicial para la Entidad Aseguradora a favor del distribuidor (agente/mediador/asesor) del producto.

- COMISION ANUAL:

Si existieran comisiones sobre prima o sobre saldo quedarían registradas en esta línea. Las comisiones también se ven afectadas por el número de pólizas en vigor en cada momento.

- GASTO INICIAL:

Son los gastos originados en el inicio de la póliza. Contempla tanto los gastos marginales como los gastos de estructuras que se generan debido a la emisión de las pólizas.

El gasto marginal es aquel que no existiría si no se hiciese la póliza, por ejemplo, ráppel o subvención, gasto que supone la elaboración del condicionado, gasto salarial por el tiempo empleado en dar de alta la póliza, etc.

El gasto de estructura refleja el gasto imputado en las pólizas derivado de la estructura de la Entidad Aseguradora, por ejemplo, alquileres de oficinas, luz, equipos informáticos, gastos de departamentos centrales (Recursos Humanos, Sistemas, Inversiones,...)

- GASTO DE MANTENIMIENTO:

Se trata de los gastos originados a lo largo de la vida de la póliza. Al igual que en el caso anterior existen gastos marginales y gastos de estructura.

En este caso, un ejemplo de los costes marginales sería el tiempo que se emplea en tareas como cálculo de participación en beneficios, de valores de rescate para patrimonio, cálculo mensual de reservas, gasto por transferencias de recibos, por devoluciones, envío de comunicados al tomador, etc.

f) IMPUESTOS:

Al resultado obtenido, se le deben aplicar el impuesto sobre sociedades del 28% (acorde a la Hacienda Foral de Vizcaya).

g) RESULTADO – BEST ESTIMATE

Los flujos se actualizan al tipo de interés libre de riesgo (en nuestro caso, aplicamos la curva *euro swap*).

Actualizamos al inicio los distintos flujos mensuales de todas y cada una de las pólizas, de forma que la suma de todos ellos es el valor actualizado de los flujos futuros de la cartera. A este valor actualizado, se le denomina Best Estimate (BE) y lo representaremos de la siguiente forma para cada una de las pólizas que integran la cartera:

$$BE = \sum_{t=1}^n Flujo_t (1 + i_t)^{-(t)}$$

donde i_t : tipo de interés *euro swap* del plazo t correspondiente

n: duración del contrato / póliza

BE: Best Estimate

2.2.2.1.- Hipótesis

Para poder proyectar todos y cada uno de los flujos de caja anterior, es necesario que incluyamos hipótesis técnicas e hipótesis económico-financieras. Dichas hipótesis las especificaremos más adelante, en concreto en los apartados correspondientes a las provisiones técnicas de Vida y No vida.

2.2.2.2.- Actualización de flujos

Dado que el valor (en este caso del pasivo, por tanto, el Best Estimate) debe reflejar su valor de salida, los flujos de caja se descontarán al tipo de actualización libre de riesgo aplicable al vencimiento en la fecha de valoración empleando la estructura temporal de tipos de interés sin riesgo en vigor en esa fecha. Cuando el mercado financiero no disponga de datos respecto a un vencimiento, lógicamente, el tipo de interés a utilizar se obtendrá por interpolación o extrapolación, según el caso.

A efectos de nuestros cálculos, como decíamos antes, se ha obtenido la estructura temporal de los tipos de interés libre de riesgo para el euro a partir de las tasas para permutas financieras (swaps). Esta estructura temporal de los tipos puede tener un fuerte impacto en el cálculo del *best estimate*, de hecho, acorde a la coyuntura económica actual, esta curva ha sufrido grandes variaciones.

Si no existiese un mercado de *euro swap*, a priori, lo más razonable resultaría emplear los bonos del estado (entendemos que este activo financiero es un activo libre de riesgo) para determinar la estructura temporal de los tipos de

interés sin riesgo. Para ello se recurrirá a un modelo semejante al utilizado por el Banco Central Europeo¹⁴.

2.2.2.3.- Importes recuperables (a cobrar) de contratos de reaseguro y sociedades de cometido especial (SPV – Special Purpose Vehicle)

Un aspecto importante a considerar en la proyección del pasivo o Best Estimate son los contratos de reaseguro y SPV. Por consiguiente, las cantidades recuperables por este motivo minorarán el pasivo neto resultante. En definitiva, se trata de recoger en el cálculo del *best estimate* los flujos probables futuros generados por el Reaseguro y SPV.

El valor de los importes recuperables (a cobrar) se ajustará para que refleje las pérdidas previstas por incumplimiento de contraparte (que viene dado por la probabilidad de *default* de la contraparte) o insolvencia.

Dependiendo de la fecha de la liquidación de los saldos con los reaseguradores, en algunos tipos de reaseguros, las fechas de las recuperaciones pueden diferir notablemente de las fechas de los pagos directos, por lo que este hecho se debería de tener en cuenta al estimar los importes recuperables de contratos de reaseguro y sociedades de cometido especial.

Como acabamos de señalar, el ajuste por incumplimiento de contraparte se basará en una valoración de la probabilidad de que se produzca ese incumplimiento multiplicado por la pérdida media resultante de éste (en caso de sucederse el incumplimiento).

Para determinar la probabilidad de incumplimiento de la contraparte y de la pérdida sufrida podemos considerar como fuentes de información las calificaciones crediticias emitidas por las agencias de calificación crediticia.

¹⁴ Véase el portal web del Banco Central Europeo:
<http://www.ecb.eu/stats/money/yc/html/index.en.html>

Para obtener la información de calificación crediticia, a nuestros efectos, nos basaremos en el rating que otorgan las distintas Agencias de Calificación Crediticia (Standard & Poor's, AM Best, Moody's, etc). A estos datos de las calificaciones crediticias accederemos mediante Bloomberg.

GRÁFICO Nº 6: CLASIFICACIÓN RATINGS DE LAS AGENCIAS DE CALIFICACIÓN CREDITICIA

GRAB Corp RATD

MOODY'S, S&P & COMP
Rating Scale Comparison

MOODY'S		S&P		COMP	
Aaa	Ba1	AAA	BB+	AAA	BB+
Aa1	Ba2	AA+	BB	AA+	BB
Aa2	Ba3	AA	BB-	AA	BB-
Aa3	B1	AA-	B+	AA-	B+
A1	B2	A+	B	A+	B
A2	B3	A	B-	A	B-
A3	Caa1	A-	CCC+	A-	CCC+
Baa1	Caa2	BBB+	CCC	BBB+	CCC
Baa2	Caa3	BBB	CCC-	BBB	CCC-
Baa3		BBB-		BBB-	

If MOODY'S and S&P have a split rating, the COMP is equivalent to the lower rating. If MOODY'S and S&P ratings are split two levels, the COMP is equivalent to the middle rating.

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 69 920410
Hong Kong 852 2977 6000 Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2006 Bloomberg L.P.
6764-302-2 29-Jun-06 11:12:29

Fuente: Bloomberg. Consulta Rating Scale Comparison a 29/07/2020

Como ya hemos indicado anteriormente, los Ratings son adjudicados por Agencias de Calificación, Moody's, S&P, Fich IBCA, que miden la calidad crediticia del emisor y de cada emisión al emitirse y a lo largo de la vida de la misma hasta vencimiento. Existen multitud de grados que surgen de 2 básicos: Inversión y Especulación.

La bajada o subida de Rating de un emisor puede suponer mucho dinero en intereses. Existen 2 tipos de escalas de Rating, a corto plazo y a largo plazo.

Asimismo, existen tablas que muestran la equivalencia entre los distintos Rating otorgados por las Agencias de Calificación, tal y como muestra el gráfico anterior.

El rating siempre es indicativo de la situación de solvencia de una compañía, aunque cualquier movimiento corporativo puede variarlos.

Por otro lado, y debido a su impacto en la proyección de flujos del Best Estimate, cabe destacar que en caso que la Entidad disponga de derivados de crédito 'CDS' (credit default swaps) se tendrán que tener en cuenta en la proyección de importes recuperables de contratos de Reaseguro y SPV, ya que dependiendo de su cotización o diferencial al que cotizan los CDS, los precios de los activos sufren variaciones. Por tanto, nos detendremos a analizarlos brevemente.

El mercado de los CDS sirve también de indicador del riesgo de las compañías y tienen una gran importancia en la proyección de los importes recuperables de contratos de Reaseguro. Por este motivo nos vamos a detener en este punto.

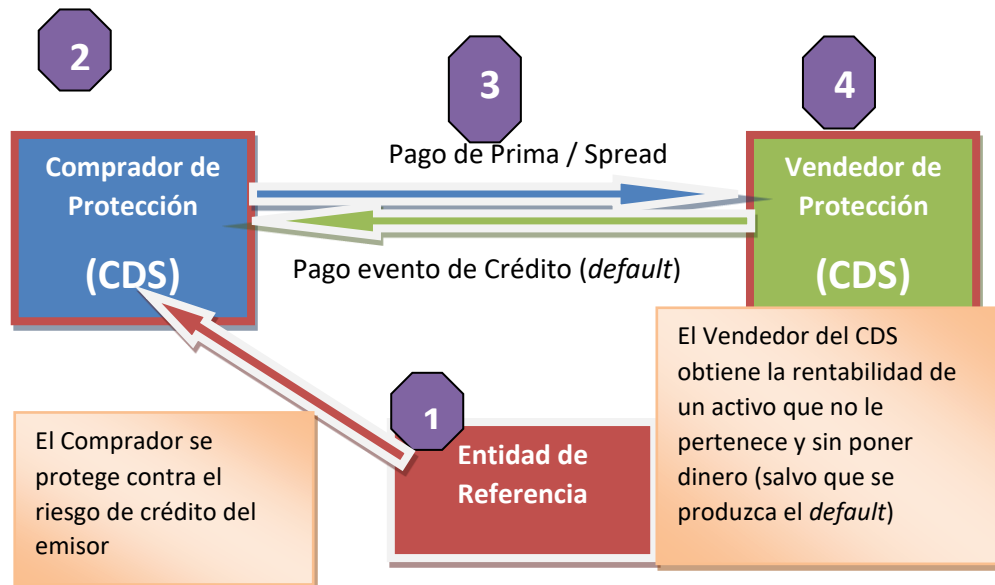
Los CDS son el precio por el que se compra o se vende el riesgo de crédito de una compañía [Jarrow y Turnbull, 1996]. Por tanto, los CDS incrementan la probabilidad de cobro de los citados contratos de reaseguro y SPV. Los Sectores en los que se ofrecen los CDS:

- Financiero: Bancos, Seguros
- Corporativos: Telecom, químicas, petroleras...

Siendo las partes implicadas en los CDS (GRÁFICO Nº 7) los siguientes:

- Entidad de Referencia: Es el emisor sobre el cual se contrata la protección de riesgo de crédito.
- Comprador de Riesgo: Liquida los *spread* acordados a cambio de protegerse del riesgo de *default* o impago por parte del Emisor.
- Vendedor de Riesgo: Cobra el *spread* y asume el riesgo de *default* o impago por parte de la Entidad de Referencia.

GRÁFICO Nº 7: PARTES IMPLICADAS EN LOS CDS



Fuente: Elaboración propia

El activo de referencia de un CDS es el colateral o activo subyacente adquirido por el comprador de protección quién asume el riesgo de incumplimiento del emisor del título de deuda (Entidad de Referencia).

La prima o *spread* representa la diferencia de la rentabilidad de un activo con riesgo de crédito y un activo libre de riesgo de crédito en el que cuanto mayor es el riesgo de crédito, la prima o el spread será más alto.

A continuación, a modo de guía mostraremos un ejemplo del proveedor de datos financieros (GRÁFICO Nº 8) a las que podemos acudir para obtener las cotizaciones de los distintos CDS que se cotizan en el mercado.

GRÁFICO Nº 8: COTIZACIONES CDS SOBERANOS

GRAB

Corp GCDS

90) Acc

91) Ver

92) Esc

Vista banco : GCDS 2.0

Región

Europa

Soberano(Europa

All Grades

CDS 5añ

Precio

Europa Soberano(Europa Occ)

CDS (MSG1)				Fuente prc CBIL				CDS (CMAN)				Currency			
Emisor	5añ	Var	Hora	5añ	↑	Var	Hora	5añ	Hora	31 dic	Precio	Var%	Hora	%YTD	
100) Greece				410.00	+12.3	16:45		407.57	02/05	283.36	1.00	unch	12:00		
101) Portugal				235.00	+10.7	16:45		226.92	02/05	91.66	1.00	unch	12:00		
102) Ireland				164.96	+2.4	16:45		163.88	02/05	157.98	1.00	unch	12:00		
103) Spain				164.67	+3.7	16:45		166.52	02/05	113.50	1.00	unch	12:00		
104) Italy				157.33	+3.9	16:45		152.75	02/05	109.22	1.00	unch	12:00		
105) Austria				99.33	+2.4	16:46		97.27	02/05	84.03	1.00	unch	12:00		
106) United Kingdom				94.33	+2.4	16:46		96.53	02/05	82.51	1.00	unch	12:00		
107) Malta				79.00	N.A.	2/1		N.A.	N.A.	N.A.	1.37	+08	16:47		
108) Belgium				75.50	+3.2	16:47		73.47	02/05	53.86	1.00	unch	12:00		
109) France				62.26	+2.7	15:57		62.64	02/05	32.05	1.00	unch	12:00		
110) Switzerland				59.85	+1.0	15:26		61.57	02/05	54.30	1.00	unch	12:00		
111) Sweden				52.97	-0.8	16:46		52.88	02/05	56.00	1.00	unch	12:00		
112) Germany				47.31	+3.5	16:45		45.06	02/05	26.33	1.00	unch	12:00		
113) Netherlands				44.15	+1.9	16:46		42.88	02/05	31.48	1.00	unch	12:00		
114) Denmark				41.98	+0.1	16:47		40.49	02/05	31.48	1.00	unch	12:00		
115) Finland				34.50	-2.0	16:45		35.31	02/05	28.15	1.00	unch	12:00		
116) Norway				26.50	-0.1	16:46		20.83	02/05	18.02	1.00	unch	12:00		
117) Iceland					N.A.			640.92	02/05	411.90	1.37	+08	16:47		

px. source extracted from Bloomberg msgs. received by your firm

Australia 61 2 9777 8600 Brazil 5511 3048 4500 Europe 44 20 7330 7500 Germany 49 69 9204 1210 Hong Kong 852 2977 6000 Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000 Copyright 2010 Bloomberg Finance L.P. 6406-1206-3 08-Feb-10 16:47:21

Fuente: Bloomberg. Consulta a 29/07/2020. CDS 5Y Governments

El cálculo de la probabilidad de incumplimiento, lógicamente, tendrá en cuenta el hecho de que la probabilidad aumenta a medida que lo hace el horizonte temporal de la valoración.

2.2.2.4.- Primas futuras de contratos en curso

Lo específico de este subepígrafe se debe a que la Directiva de Solvencia II establece que los flujos de caja considerados en el best estimate del pasivo se limitarán a los resultantes de los contratos de seguros en vigor y a otras

obligaciones contraídas con los tomadores. Por consiguiente, no tendrán en cuenta renovaciones futuras previstas no incluidas en los actuales contratos¹⁵.

Esto implica que en los seguros Temporales Anuales Renovables (TAR), salvo que se encuentren en el periodo de renovación tácita, no se consideran primas futuras en el cálculo del Best Estimate.

El mercado español, es muy habitual encontrarnos con este tipo de seguros y es una obviedad que los mismos se renuevan anualmente. Por tanto, consideramos que deberían contemplar una caída de cartera anual pero en ningún caso establecer una caída, prácticamente, del 100% por el hecho que la duración del seguro sea de un año, ya que, a efectos prácticos, estos seguros en la mayoría de casos se renuevan automáticamente todos los años y, por ende, generan flujos futuros de entrada de primas.

2.2.3.- Provisiones técnicas de vida

En la proyección del cálculo de la provisión técnica (*best estimate*) de los seguros de vida, tendremos en cuenta los siguientes supuestos:

a) Siniestralidad

Para determinar la proyección de siniestralidad futura dentro de los flujos proyectados, en primer lugar, debemos saber cómo se ha comportado la misma históricamente. En nuestro caso, nos fijamos en un horizonte temporal de 5 años.

¹⁵ La Directiva de Solvencia II, establece que contratos con renovación tácita cuyo periodo de cancelación haya expirado en la fecha del cierre contable (es decir, contratos renovados *de facto*): incluso aunque el contrato renovado entre en vigor después del cierre contable, la renovación se produjo al vencimiento del contrato por lo que ya es efectiva. Por consiguiente, estas renovaciones ya efectivas se tendrán debidamente en cuenta.

A nuestro entender, no sólo debemos considerar el número de siniestros sino que, además, debemos de ponderarlos por su cuantía. De lo contrario, estaríamos distorsionando los siniestros ‘punta’.

Bajo esta premisa, en la proyección de flujos vamos a considerar la siguiente información histórica en la que hemos obtenido los ratios de siniestralidad de las que tomaremos como referencia el promedio de los últimos 5 años de todas las modalidades de producto que tenemos (Producto1 que hace mención al producto de vida ahorro y las 6 modalidades restantes que hace mención al producto de vida riesgo que se distinguen por tener distintas tarifas entre ellas):

TABLA Nº 7: HISTÓRICO SINIESTRALIDAD REAL SEGUROS VIDA

	2019			2018		
	Primas	Siniestros	%	Primas	Siniestros	%
Producto 1	24.625.410	8.388.671	34,1%	23.290.493	9.390.427	40,3%
Producto 2	582.874	294.656	50,6%	554.971	448.539	80,8%
Producto 3	342.394	75.145	21,9%	325.966	53.991	16,6%
Producto 4	3.049.045	6.157.065	201,9%	2.890.404	4.266.005	147,6%
Producto 5	271.577	122.131	45,0%	257.564	204.843	79,5%
Producto 6	156.876	-	0,0%	148.678	8.491	5,7%
Producto 7	76.472	-	0,0%	78.656	12.995	16,5%
	29.104.649	15.037.668	51,7%	27.546.733	14.385.291	52,2%
	2017			2016		
	Primas	Siniestros	%	Primas	Siniestros	%
Producto 1	22.083.477	8.444.921	38,2%	21.276.420	7.418.320	34,9%
Producto 2	553.741	270.479	48,8%	553.278	106.182	19,2%
Producto 3	331.051	131.882	39,8%	332.140	20.374	6,1%
Producto 4	2.748.060	4.457.050	162,2%	2.654.192	4.823.368	181,7%
Producto 5	260.297	70.597	27,1%	261.084	101.206	38,8%
Producto 6	151.196	-	0,0%	151.872	47.460	31,2%
Producto 7	29.078	-	0,0%	26.505	50.850	191,8%
Total	26.156.900	13.374.929	51,1%	25.255.492	12.567.759	49,8%
	2015			Datos promedio últimos 5 años		
	Primas	Siniestros	%	Primas	Siniestros	ratio siniestralidad
Producto 1	21.048.602	6.965.198	33,1%	22.464.881	8.121.507	36,2%
Producto 2	583.331	200.969	34,5%	565.639	264.165	46,7%
Producto 3	350.936	40.691	11,6%	336.497	64.417	19,1%
Producto 4	2.637.410	3.788.867	143,7%	2.795.822	4.698.471	168,1%
Producto 5	269.993	152.062	56,3%	264.103	130.168	49,3%
Producto 6	157.554	13.583	8,6%	153.235	13.907	9,1%
Producto 7	25.305	-	0,0%	47.203	12.769	27,1%
Total	25.073.131	11.161.371	44,5%	26.627.381	13.305.404	50,0%

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que el resultado obtenido es un ratio de siniestralidad sobre primas del 50%. A nuestros efectos, dado que en tarificación hemos aplicado las tablas PASEM-2010, esto implica que la mortalidad real que debemos proyectar es del 50% de la probabilidad de fallecimiento ($50\%q_x$) correspondientes a dichas tablas de mortalidad. En definitiva, estamos obteniendo un margen técnico del 50%.

b) Supuestos de caída de cartera (lapse rate)

Como ya hemos anticipado anteriormente, debemos de proyectar las pólizas en vigor de la cartera. Con la finalidad de estimar una hipótesis de caída futura de la cartera, nos vamos a fijar en la caída histórica de la misma.

Para ello, analizaremos la caída anual que se produce en los últimos 5 años en las que las caídas vienen derivadas de las bajas solicitadas por el tomador/asegurado, por impago de prima, bajas de pólizas por edad máxima asegurable, etc¹⁶.

Para calcular el porcentaje de caída anual, utilizaremos la siguiente expresión:

$$\% \text{ Caída anual año } t = \text{Nº pólizas anuladas año } t / \text{Pólizas en Vigor año } t-1$$

En el apartado anterior, habíamos mencionado que íbamos a tener en cuenta un producto de vida ahorro (modalidad 1) y otro de vida riesgo que incluya 6 modalidades (modalidades 2,3,4,5,6 y 7):

¹⁶ Estas causas de anulación suelen diferir de unas entidades respecto a otras.

TABLA Nº 8: ANÁLISIS HISTÓRICO DE CAÍDA DE CARTERA ANUAL – VIDA AHORRO

PRODUCTO: MODALIDAD 1						
Año de emisión	Numero pólizas emitidas	Final 2015	Final 2016	Final 2017	Final 2018	Final 2019
2015	1.389	1.266	1.144	1.021	906	807
Baja de póliza petición asegurado		73	76	78	74	65
Impago de prima		49	45	45	40	31
Baja por edad		-	-	-	-	-
Otros		1	1	-	1	3
CAIDAS TOTALES		123	122	123	115	99
% CAIDA ANUAL		8,86%	9,64%	10,75%	11,26%	10,93%
Año de emisión	Numero pólizas emitidas	Final 2015	Final 2016	Final 2017	Final 2018	Final 2019
2016	1.328		1.212	1.094	985	891
Baja de póliza petición asegurado			72	74	70	62
Impago de prima			43	43	38	29
Baja por edad			-	-	-	-
Otros			1	1	1	3
CAIDAS TOTALES			116	118	109	94
% CAIDA ANUAL			8,73%	9,72%	9,99%	9,56%
Año de emisión	Numero pólizas emitidas	Final 2015	Final 2016	Final 2017	Final 2018	Final 2019
2017	1.299			1.187	1.083	994
Baja de póliza petición asegurado				70	67	59
Impago de prima				41	36	28
Baja por edad				-	-	-
Otros				1	1	2
CAIDAS TOTALES				112	104	89
% CAIDA ANUAL				8,62%	8,75%	8,18%
Año de emisión	Numero pólizas emitidas	Final 2015	Final 2016	Final 2017	Final 2018	Final 2019
2018	1.343				1.245	1.141
Baja de póliza petición asegurado					65	66
Impago de prima					32	36
Baja por edad					-	-
Otros					1	2
CAIDAS TOTALES					98	104
% CAIDA ANUAL					7,30%	8,35%

Año de emisión	Numero pólizas emitidas	Final 2015	Final 2016	Final 2017	Final 2018	Final 2019
2019	1.232					1.124
Baja de póliza petición asegurado						74
Impago de prima						33
Baja por edad						-
Otros						1
CAIDAS TOTALES						108
% CAIDA ANUAL						8,77%

Fuente: Elaboracion propia

A continuación calcularemos el promedio de caídas anuales en función del año de emisión de las pólizas y su desviación típica¹⁷, en aras de poder proyectar una simulación estocástica de las caídas de cartera que más adelante expondremos:

TABLA Nº 9: PROMEDIO HISTÓRICO DE CAÍDA DE CARTERA ANUAL – VIDA AHORRO

<u>AÑO</u>	<u>PROMEDIO</u>
2015	10,29%
2016	9,50%
2017	8,52%
2018	7,83%
2019	8,77%
TOTAL	8,98%
Desv. Típica:	0,94%

Fuente: Elaboración propia

¹⁷ Utilizamos las funciones PROMEDIO y DESVEST de Excel para sacar la media y desviación típica respectivamente.

Observando en los cuadros precedentes si tomamos como referencia las pólizas en vigor que quedan en el último año (y que, por tanto, forman parte de la cartera en vigor) la suma de todas estas pólizas hace un total de 4.957. Con la finalidad de proyectar un número ‘redondo’ de pólizas vamos a suponer que tenemos adicionalmente 43 pólizas en vigor de contratos emitidos con anterioridad al año 2015.

TABLA Nº 10: PÓLIZAS EN VIGOR – VIDA AHORRO

Pólizas en vigor emitidas desde el año 2015	4.957
Pólizas en vigor emitidas antes del año 2015	43
TOTAL PÓLIZAS EN VIGOR AÑO 2019 (Cartera actual)	5.000

Fuente: Elaboracion propia

Si realizamos el mismo estudio para el seguro de vida riesgo (incluyendo las 6 modalidades comentadas anteriormente), obtenemos lo siguiente:

TABLA Nº 11: ANÁLISIS HISTÓRICO DE CAÍDA DE CARTERA ANUAL – VIDA RIESGO

PRODUCTO: MODALIDADES 2,3,4,5,6 Y 7						
Año de emisión	Numero pólizas emitidas	Final 2015	Final 2016	Final 2017	Final 2018	Final 2019
2015	2.778	2.496	2.236	1.983	1.741	1.529
Baja de póliza petición asegurado		183	167	164	159	138
Impago de prima		98	90	90	80	68
Baja por edad		-	-	-	-	-
Otros		2	2	-	2	6
CAIDAS TOTALES		283	259	254	241	213
% CAIDA ANUAL		10,17%	10,39%	11,35%	12,16%	12,21%

Año de emisión	Numero pólizas emitidas	Final 2015	Final 2016	Final 2017	Final 2018	Final 2019
2016	2.656		2.390	2.128	1.880	1.665
Baja de póliza petición asegurado			172	169	164	143
Impago de prima			93	93	82	70
Baja por edad			-	-	-	-
Otros			1	1	1	3
CAIDAS TOTALES			266	262	247	216
% CAIDA ANUAL			10,01%	10,98%	11,62%	11,48%

Año de emisión	Numero pólizas emitidas	Final 2015	Final 2016	Final 2017	Final 2018	Final 2019
2017	2.598			2.328	2.073	1.852
Baja de póliza petición asegurado				174	169	147
Impago de prima				95	85	72
Baja por edad				-	-	-
Otros				1	1	2
CAIDAS TOTALES				270	255	221
% CAIDA ANUAL				10,40%	10,94%	10,67%

Año de emisión	Numero pólizas emitidas	Final 2015	Final 2016	Final 2017	Final 2018	Final 2019
2018	2.686				2.405	2.135
Baja de póliza petición asegurado					193	184
Impago de prima					87	84
Baja por edad					-	-
Otros					1	2
CAIDAS TOTALES					281	270
% CAIDA ANUAL					10,48%	11,23%

Año de emisión	Numero pólizas emitidas	Final 2015	Final 2016	Final 2017	Final 2018	Final 2019
2019	2.464					2.205
Baja de póliza petición asegurado						182
Impago de prima						76
Baja por edad						-
Otros						1
CAIDAS TOTALES						259
% CAIDA ANUAL						10,51%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, calculamos la media y volatilidad de este producto:

TABLA Nº 12: PROMEDIO HISTÓRICO DE CAÍDA DE CARTERA— VIDA RIESGO

AÑO	PROMEDIO
2015	11,26%
2016	11,02%
2017	10,67%
2018	10,85%
2019	10,51%
TOTAL	10,86%
Desv. Típica:	0,29%

Fuente: Elaboración propia

Y por último, si tenemos en cuenta las pólizas que quedan en vigor en el último año, tenemos un total de 9.385 pólizas y suponiendo que antes del año 2015 siguen en vigor 615 pólizas, tenemos un total de 10.000 pólizas en vigor:

TABLA Nº 13: PÓLIZAS EN VIGOR – VIDA AHORRO

Pólizas en vigor emitidas desde el año 2015	9.385
Pólizas en vigor emitidas antes del año 2015	615
TOTAL PÓLIZAS EN VIGOR AÑO 2019	10.000

Fuente: Elaboración propia

c) Gastos reales e IPC

Una buena alternativa para la imputación de los gastos reales en la proyección de los flujos es la utilización de la reclasificación de los gastos por destino que se elabora en la contabilidad de las entidades aseguradoras.

En la actualidad, las entidades aseguradoras comunican esta información a la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones mediante la elaboración de la Documentación Estadística Contable (DEC)¹⁸.

La reclasificación de gastos, básicamente recoge la imputación de gastos totales reales de administración, adquisición, prestaciones e inversiones¹⁹.

Dado que nuestro objetivo es realizar la proyección por cada póliza, necesitamos imputar los gastos de forma individualizada. Para derivar los gastos unitarios a utilizar en los cálculos de los flujos probables futuros (los gastos de las cuentas de pérdidas y ganancias) una manera de hacerlo, sería ajustarlos restando las

¹⁸ En concreto, la reclasificación de gastos corresponde con el modelo nº 6 de las DEC

¹⁹ También puede haber otros gastos diferentes a los mencionados

comisiones y los costes financieros que los consideraríamos separadamente en otros componentes de los flujos, así como gastos considerados no recurrentes.

- Los gastos de adquisición se pueden asignar a cada tipo de producto en proporción a las nuevas primas anuales equivalentes ("PAE") ponderadas. Las nuevas PAE se definen como el 100% de las nuevas primas periódicas más 10% de las nuevas primas únicas y aportaciones extraordinarias²⁰.
- Los gastos de administración y gestión de prestaciones ("mantenimiento") proponemos asignarlos a cada tipo de producto en proporción al número de pólizas en vigor ponderadas para el negocio en vigor.
- Los gastos de gestión de inversiones proponemos asignarlo a tipos de productos en proporción a las provisiones matemáticas, sin ponderar por los distintos tipos de productos.

La imputación de gasto que obtengamos (salvo las comisiones) tendrá que proyectarse teniendo en cuenta un incremento anual de los mismos vinculado al IPC estimado. Hemos considerado 13 años de evolución histórica. A modo ilustrativo, mostramos la evolución de los tres primeros años.

En la determinación de la hipótesis de incremento de gastos anuales, hemos extraído la siguiente información:

²⁰ Es práctica habitual del mercado asegurador utilizar el PAE con el objetivo de que no distorsione la ponderación de gastos en función de primas debido al 'peso' de las primas únicas.

TABLA Nº 14: DATOS HISTÓRICOS DE LA EVOLUCIÓN DEL IPC (2007-2019)

	Índice	
	Nacional	País Vasco
31/03/2007	101,282	101,383
30/04/2007	102,681	102,729
31/05/2007	102,963	102,965
30/06/2007	103,152	103,02
31/07/2007	102,402	102,254
31/08/2007	102,542	102,493
30/09/2007	102,879	103,011
31/10/2007	104,212	104,479
30/11/2007	104,959	105,196
31/12/2007	105,399	105,442
31/01/2008	104,747	104,829
29/02/2008	104,91	104,924
31/03/2008	105,841	105,977
30/04/2008	106,98	106,998
31/05/2008	107,702	107,537
30/06/2008	108,322	108,084
31/07/2008	107,802	107,562
31/08/2008	107,571	107,491
30/09/2008	107,549	107,616
31/10/2008	107,918	108,351
30/11/2008	107,46	108
31/12/2008	106,909	107,462
31/01/2009	105,592	106,2
28/02/2009	105,603	106,064
31/03/2009	105,776	106,419
30/04/2009	106,809	107,565
31/05/2009	106,772	107,375
30/06/2009	107,242	107,807
31/07/2009	106,327	106,904
31/08/2009	106,698	107,399
30/09/2009	106,446	107,24
31/10/2009	107,205	108,138
30/11/2009	107,786	108,642
31/12/2009	107,758	108,527

Fuente: Instituto Nacional de Estadística – INE.

Consulta de la Base de datos a 09/01/2020: <https://www.ine.es/varipc/>

A continuación, hemos calculado sus rendimientos logarítmicos, así evitamos rendimientos negativos, para cada una de las mensualidades, en el que el rendimiento de un mes t cualquiera viene dado por la siguiente igualdad:

$$R_{\text{dto}}(t) = \text{LN}(\text{IPC}(t)) / \text{LN}(\text{IPC}(t-1))$$

Estos valores lo hemos obtenido mediante Excel. Para ello hemos utilizado la función 'LN' que devuelve el logaritmo natural (neperiano) de un número.

TABLA Nº 15: RENDIMIENTOS LOGARÍTMICOS HISTÓRICOS DEL IPC

Rendimientos logarítmicos	
Nacional	País Vasco
0,01371839	0,013189029
0,002742605	0,002294672
0,001833928	0,000534019
-0,007297385	-0,00746323
0,001366227	0,00233459
0,00328107	0,005041275
0,012873745	0,014150316
0,007142512	0,006839182
0,004183351	0,002335762
-0,00620523	-0,005830588
0,001554921	0,000905827
0,008835128	0,009985811
0,010703933	0,009588053
0,006726253	0,005024832
0,005740119	0,005073728
-0,004812062	-0,004841277
-0,002145117	-0,000660302
-0,000204537	0,001162212
0,003425122	0,006806622
-0,004252994	-0,00324473
-0,00514068	-0,00499393
-0,012395394	-0,011813188
0,000104169	-0,001281423
0,001636871	0,003341447
0,009718542	0,010711184
-0,000346473	-0,001767936
0,004392243	0,004015211
-0,008568712	-0,008411356
0,003483163	0,004619636
-0,0023646	-0,001481558
0,007105075	0,008338876
0,005404891	0,004649884
-0,000259808	-0,001059083

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, si calculamos la variación anual de estos rendimientos, obtenemos un valor aproximado al 3%.

En concreto, los gastos íntegros que hemos imputado a la cartera en nuestros cálculos de la proyección de flujos, lo detallaremos en los cálculos del Best Estimate de vida en el apartado correspondiente a las “Hipótesis de proyecciones realistas”.

d) Coste de las opciones y garantías

Dado que un único escenario determinista no puede reflejar el best estimate con eficacia, la Directiva de Solvencia II establece que para la determinación de estos costes se emplee la simulación estocástica tanto para los derechos de rescate y garantías de rentabilidad²¹, incluido su valor intrínseco y su valor temporal.

En los seguros de vida con participación en beneficios y garantía de rentabilidad, el valor intrínseco representa el importe en el que la participación en beneficios se encontraría “*in the money*”²² en la fecha de valoración.

El valor temporal de las garantías refleja el potencial de que se modifique el coste en el futuro cuando la garantía se desplace a posiciones “*into*” u “*out of the money*”²³ (costes adicionales relacionados con la variabilidad de la rentabilidad de la inversión afecta a los activos de la entidad). En determinados escenarios económicos que se requieren cantidades superiores al valor intrínseco para hacer frente a los pagos de los tomadores, la media de estas cantidades constituye el valor temporal de la garantía.

²¹ Nos referimos a la Participación en Beneficios Financiera que ofrecen los seguros de Vida Ahorro (Universal Life)

²² Una opción está “*in the Money*” o dentro de dinero. Se produce cuando permite comprar o vender el activo subyacente en condiciones mejores que las de mercado.

²³ Anglicismo cuyo significado es que un título opcional no tiene valor intrínseco, es decir, cotiza “bajo par”.

En cualquier caso, en el momento de proyectar todos y cada uno de los flujos probables futuros que acabamos de comentar en aras de determinar la provisión técnica proponemos distintas alternativas que a nuestro entender las hemos clasificado de mejor a peor. Se trata de métodos que se utilizan en la práctica y que en mayor o menor medida proporcionan resultados aceptables:

2.2.3.1.- Simulación estocástica de activo-pasivo

La simulación estocástica para el cálculo de los costes de las opciones y garantías, consistente con el mercado, se basa en la proyección de precios y rentabilidades (precios de renta fija, tipos de interés fijos y rentabilidad de activos), conjuntamente con un modelo dinámico que incorpore el valor de los pasivos correspondientes.

En virtud del modelo de simulación estocástico, el coste de la opción o garantía tiene que reflejar la media de esas proyecciones estocásticas en el que el número de proyecciones debería garantizar un grado suficiente de convergencia en los resultados.

En las proyecciones estocásticas utilizaremos *model points*²⁴ para replicar las simulaciones posibles que puede adoptar cada cartera. Entendemos que es el mejor método para proyectar flujos, tal y como lo demostraremos más adelante.

2.2.3.2.- Enfoque determinista de activo-pasivo

Se debería aplicar en caso de no usar simulación estocástica. El enfoque determinista o de un solo punto exige la realización de una serie de

²⁴ Hacemos referencia a las pólizas ‘tipo’ (media) de cada cartera/producto. Es práctica habitual en las entidades aseguradoras utilizar los *model points* para realizar distintas valoraciones (profit testing, MCEV, EEV, etc).

proyecciones deterministas de los valores de los activos subyacentes y de los pasivos correspondientes. El criterio para determinar la adecuación del enfoque determinista (y su calibración) es valorar si ofrecerá el mismo nivel de confianza que un método más sofisticado (error de modelo).

2.2.3.3.- Simplificaciones

Se debería aplicar en caso de no usar simulación estocástica o enfoque determinista. La Entidad debería aplicar el principio de proporcionalidad, es decir, la entidad aseguradora podrá utilizar métodos y técnicas simplificados para calcular sus compromisos por contratos de seguros, empleando métodos actuariales y técnicas estadísticas que sean proporcionales a la naturaleza, escala y complejidad de los riesgos asumidos.

Según el principio de proporcionalidad anteriormente citado, la entidad podrá optar por un método simplificado si es proporcional al riesgo asumido por la misma.

2.2.3.4.- Indicadores Proxy

Se debería aplicar en caso de no usar simulación estocástica, enfoque determinista o simplificaciones. Para la valoración de las provisiones técnicas podríamos recurrir a los indicadores proxy cuando la insuficiencia de datos de calidad apropiada, específicos de la entidad, impida aplicar un método actuarial estadístico fiable para el cálculo del best estimate.

En cualquier caso, en la propia Directiva de Solvencia II existe mayor detalle sobre estos métodos.

2.2.4.- Provisiones técnicas del ramo no vida

2.2.4.1.- Best estimate

Los cálculos del best estimate de la provisión de siniestros pendientes y de la provisión de primas, como se puede apreciar más adelante, las realizaremos por separado.

Se utilizarán métodos estadísticos que tendrán en cuenta todos los factores que podrían ejercer un impacto en las previsiones de futuros siniestros. Por lo general, requerirá el uso de datos sobre siniestros por año de ocurrencia/accidente o año de suscripción para la elaboración de triángulos de siniestros (*run-off*)²⁵.

Aplicaremos métodos de "bondad de ajuste" (*Goodness-of-fit*) con la finalidad de contrastar la fiabilidad de nuestras proyecciones. En concreto, aplicaremos los siguientes contrastes: Chi cuadrado, Kolmogorov-Smirnov y Anderson-Darling.

Al determinar el best estimate de las provisiones aplicaremos métodos de simulación estocástica.

2.2.4.2.- Provisiones para primas (obligaciones stand-ready)

Las provisiones para primas sustituyen a las actuales provisiones para primas pendientes de cobro y provisiones para riesgos en curso.

En el cálculo del best estimate correspondiente a la parte de la provisión para primas, proyectaremos todos los pagos por siniestros futuros ocurridos tras la

²⁵ En nuestro modelo utilizamos el método actuarial de cálculo de reservas (*chain-ladder*) en el caso de que se disponga de datos para obtener un triángulo suficientemente bien definido.

fecha de valoración correspondientes a las pólizas en vigor, así como los gastos de administración que se imputan por cada contrato.

Al igual que en el best estimate de los seguros de vida, la provisión para primas se determinará utilizando el método prospectivo por el cual tendremos en cuenta los flujos de caja entrantes y salientes esperados actualizados a la curva de tipos libre de riesgo.

2.2.4.3.- Provisión técnica para siniestros pendientes de declaración

Las provisiones técnicas para siniestros pendientes de declaración están referidas al decalaje existente en el período que transcurre entre la fecha del siniestro y la liquidación de la misma.

Durante dicho período, la aseguradora asume riesgos debido a incertidumbres respecto a, por ejemplo, el número de siniestros que aún no han sido comunicados (reservas IBNR²⁶), magnitud de los siniestros y calendario de pagos que reflejará la gestión de los siniestros y las posibles reaperturas de los mismos.

Al igual que la provisión/Best Estimate para primas, en la determinación de esta provisión, también emplearemos un método de simulación estocástica.

CÁLCULO: Valoración del pasivo

Partimos del supuesto que el pasivo de la entidad únicamente está compuesto por el *Best Estimate* de la cartera de seguros. A nuestros efectos nuestra cartera está compuesta por tres productos:

²⁶ IBNR: *Imput But Not Reported* (Siniestros ocurridos No declarados)

- ◆ Seguro Hogar (No vida) == > El Best Estimate (Liabilities) o mejor estimación del pasivo se divide en dos partes: Best Estimate Prima y Best Estimate de la Reserva
- ◆ Seguro Ahorro (Vida)
- ◆ Seguro Riesgo – Temporal Anual Renovable (Vida)

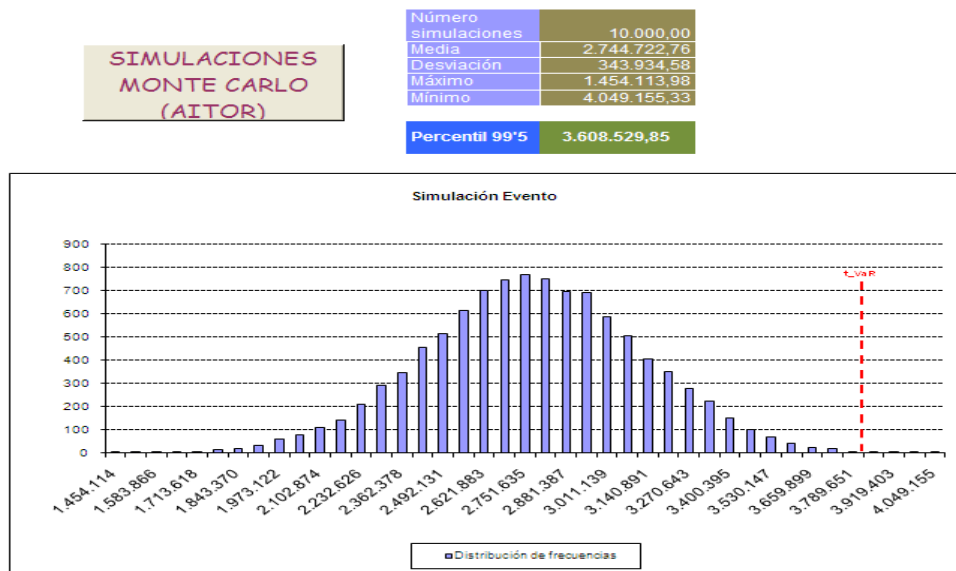
En el cálculo del seguro de hogar hemos aplicado el método Monte Carlo para la parte del **Best Estimate de la prima**. En términos generales, hemos seguido la siguiente metodología (Barañano et al., 2016):

- Paso 1: Introducimos los datos históricos de siniestralidad (esta base de datos la detallamos en el cálculo del módulo de riesgo de prima)
- Paso 2: calculamos los distintos estadísticos de frecuencia de siniestros
- Paso 3: Hacemos lo mismo con los estadísticos de coste o severidad de los siniestros
- Paso 4: Calculamos las frecuencias individuales del número de los siniestros
- Paso 5: Calculamos las frecuencias acumuladas del número de los siniestros
- Paso 6: Calculamos las frecuencias individuales del coste de los siniestros
- Paso 7: Calculamos las frecuencias acumuladas del coste de los siniestros
- Paso 8: Realizamos el test de la Bondad de Ajuste de distribución tanto para el nº de siniestros como para el coste de siniestros. En este caso, utilizaremos los métodos de Kolmogorov–Smirnov, Chi Cuadrado y Anderson-Darling.

- Paso 9: Hacemos un ranking de las distribuciones acorde a los métodos utilizados con la finalidad de establecer que distribución se ajusta mejor a los siniestros de la Entidad.
- Paso 10: Hemos generado una macro que realiza los escenarios que deseamos. En nuestro caso, realizaremos 10.000 simulaciones mediante código visual basic (la codificación que hemos elaborado visual basic figura en los anexos de este trabajo), teniendo en cuenta la distribución de frecuencia que mejor se ajusta tanto el nº de siniestros como el coste de los mismos, acorde al test de Bondad de Ajuste que hemos realizado y que figura en el cálculo del riesgo de prima

Una vez simulados los 10.000 escenarios, obtenemos que el resultado del Best Estimate, que coincide con el percentil 50 o la media de los siniestros, asciende a **2.744.722,76 euros** (el detalle de esta metodología que hemos empleado figura en los cálculos del riesgo de prima):

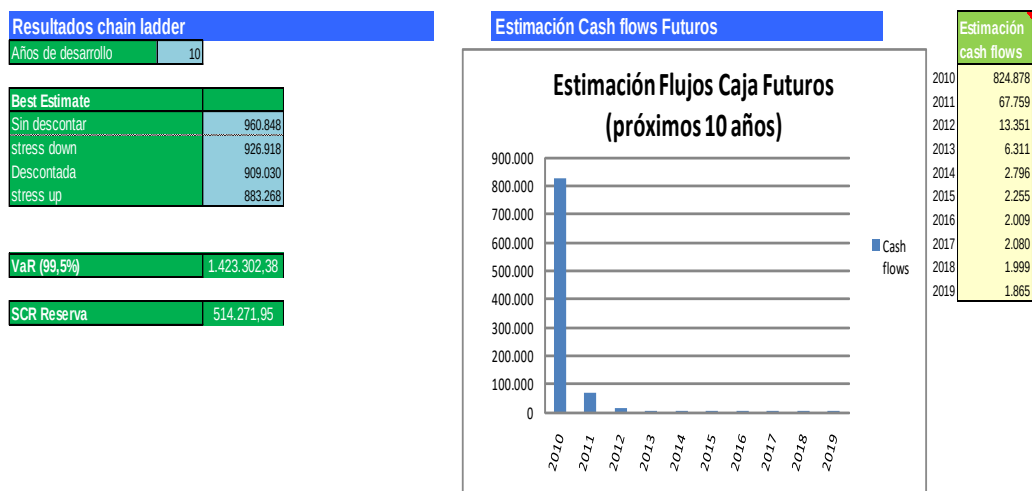
GRÁFICO Nº 9: RESULTADO *BEST ESTIMATE* - PRIMAS DE SEGUROS HOGAR



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al **Best Estimate de la parte de la Reserva de Hogar** hemos utilizado la técnica del remuestreo o *Bootstrapping* (ver anexo Riesgo Reserva para observar la metodología de esta técnica de remuestreo). El resultado asciende a **909.030 euros**.

GRÁFICO Nº 10: RESULTADO *BEST ESTIMATE* RESERVA HOGAR



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al seguro de ahorro (seguro de vida) partimos de los supuestos siguientes:

- El seguro garantiza las siguientes coberturas ocurridas durante la vigencia de la póliza:
 - ♦ En caso de supervivencia del asegurado a la fecha de vencimiento del seguro, este recibirá el pago del fondo capitalizado en ese momento.

- ◆ En caso de fallecimiento del asegurado antes de la fecha de vencimiento del seguro, este recibirá el pago de un porcentaje del fondo capitalizado en ese momento.
- Capitalización del fondo:
 - ◆ El producto garantiza un tipo mínimo (técnico), sobre el cual se especifica una participación en beneficios (PB) sobre el rendimiento de los activos asociados al producto.
 - ◆ La PB se define como el 90% del exceso de rendimiento sobre el tipo técnico, menos un margen de gastos del 1%.

Vamos a proyectar, mediante simulación estocástica (ver el anexo I de este trabajo la programación que hemos elaborado mediante la codificación en visual basic), 10.000 escenarios que reflejen los flujos de este producto teniendo en cuenta las siguientes hipótesis (que están en línea con las que emplean las entidades aseguradoras españolas):

A.1 Características del producto

Suma asegurada al vencimiento (% fondo):	100%
Suma asegurada fallecimiento (% fondo):	105%
Recargos de gestión interna (% fondo):	0,6%
Recargos de gestión externa (% fondo):	0,6%
Tipo de interés técnico garantizado	3%
Valor de Rescate (% fondo)	95%
PB: porcentaje de participación	90%

PB: margen de gastos 1,0%

Tasa de mortalidad técnica (% Pasem 2010) 100%

A.2 Datos de póliza – Model Point

Fecha Nacimiento:	01/01/1970
Prima Anual:	1.200 €
Año de Inicio	2019
Plazo de la póliza:	20
Plazo del pago de primas:	10
Fondo a la fecha:	10.000 €
Número de pólizas en vigor	5.000

A.3 Hipótesis realistas

Tasa de mortalidad realista (% Pasem 2010)	50,00%
Tasa de rescate	8,98%
Gastos unitarios:	
Adquisición (% prima primer año)	10,00%
Mantenimiento (fijo por póliza)	10,00 €
Tasa inflación gastos de mantenimiento	3,00%
Gestión de inversiones (% fondo)	0,10%
Comisiones:	
Adquisición (% prima primer año)	15,00%
Distribución (% fondo)	0,50%

Procedemos a ejecutar la macro²⁷ (código visual basic para Excel) que se ha elaborado seleccionando del formulario la opción de Best Estimate e introduciendo 10.000 simulaciones:

GRÁFICO Nº 11: MACRO – FORMULARIO BEST ESTIMATE Y SCR VIDA

The screenshot shows a VBA form titled "BEST ESTIMATE y SCR VIDA - AITOR BARAÑANO ABASOLO". It contains the following elements:

- Fecha de cálculo de pagos:** A text input field.
- Fichero de datos:** A dropdown menu and a button labeled "Seleccionar Fichero".
- Nº SIMULACIONES:** A text input field.
- Radio buttons:** Two options: "FLUJOS BEST ESTIMATE (MEDIA)" and "FLUJOS SCR (PERCENTIL 99.5%)".
- Buttons:** "CALCULAR" and "CANCELAR".
- Scenario Selection:** A label "SELECCIONAR ESCENARIO DE SUBRIESGO VIDA (SHOCK):" followed by a list of options: "NINGUNO, MORTALIDAD, LONGEVIDAD, INCAPACIDAD, GASTOS, CAIDAS:" and a corresponding dropdown menu.

Fuente: Elaboración propia

Seleccionamos el fichero de datos (correspondiente a la base de datos que hemos desarrollado). Se adjunta parte del mismo.

²⁷ En el ANEXO I se detalla la programación desarrollada en la macro

TABLA Nº 16: BASE DE DATOS CARTERA SEGUROS DE VIDA

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U			
1	POL	FE	TITULO	FN1	SEX	GAR	DURACI	DIFEFECHA	VIT	IMPORTE	FECHA	EF	G	I	COMISION	Ti/1	DURACION 1	Ti/2	DURACION 2	Ti/3	DURACION 3	Ti/4	TABLA1	TABLA2
2	1	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
3	2	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
4	3	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
5	4	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
6	5	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
7	6	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
8	7	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
9	8	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
10	9	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
11	10	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
12	11	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
13	12	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
14	13	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
15	14	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
16	15	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
17	16	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
18	17	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
19	18	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
20	19	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
21	20	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
22	21	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
23	22	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
24	23	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
25	24	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
26	25	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
27	26	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
28	27	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
29	28	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
30	29	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
31	30	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI
32	31	01/06/2009	21/01/1962	H	1	1440	0	01/01/2010		1000	01/06/2009	0,005	0,01	0,03	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0	25/06/2039	0,01	PER2000AGI	PER2000AGI

Fuente: Elaboración propia

Y tras rodar la macro, obtenemos lo siguiente:

TABLA Nº 17: PROYECCIÓN FLUJOS SEGURO VIDA AHORRO (I)

Edad	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
Año póliza	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tasa CKMF95	0,00431	0,00476	0,00527	0,00583	0,00645	0,00713	0,00788	0,00869	0,00957	0,01052	0,01155	0,01266	0,01384	0,01511	0,01646	0,01807	0,02003
Mortalidad técnica	0,00431	0,00476	0,00527	0,00583	0,00645	0,00713	0,00788	0,00869	0,00957	0,01052	0,01155	0,01266	0,01384	0,01511	0,01646	0,01807	0,02003
Indicador de pago de prima	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Prima	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Tasa de rendimiento de inversiones	4,78%	4,55%	4,62%	4,58%	4,34%	4,37%	4,41%	4,48%	4,58%	4,65%	4,65%	4,64%	4,54%	4,49%	4,41%	4,30%	4,22%
Tipo de interés técnico garantizado	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Exceso de rendimiento sobre tipo técnico (PB)	0,60%	0,39%	0,46%	0,42%	0,20%	0,23%	0,27%	0,33%	0,43%	0,49%	0,49%	0,48%	0,39%	0,34%	0,27%	0,17%	0,10%
Total tipo de interés acreditado	3,60%	3,39%	3,46%	3,42%	3,20%	3,23%	3,27%	3,33%	3,43%	3,49%	3,49%	3,48%	3,39%	3,34%	3,27%	3,17%	3,10%
Evolución del Fondo																	
Fondo al inicio	10.000 €	11.477 €	12.961 €	14.486 €	16.038 €	17.586 €	19.168 €	20.788 €	22.454 €	24.174 €	24.704 €	25.244 €	25.793 €	26.329 €	26.861 €	27.385 €	27.888 €
Primas	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	1.200 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Recargo de gestión interna	60 €	69 €	78 €	87 €	96 €	106 €	115 €	125 €	135 €	145 €	148 €	151 €	155 €	158 €	161 €	164 €	167 €
Recargo de gestión externa	60 €	69 €	78 €	87 €	96 €	106 €	115 €	125 €	135 €	145 €	148 €	151 €	155 €	158 €	161 €	164 €	167 €
Recargo por mortalidad	2 €	3 €	4 €	5 €	5 €	7 €	8 €	9 €	11 €	13 €	14 €	16 €	18 €	20 €	22 €	24 €	28 €
Interés técnico	332 €	376 €	420 €	465 €	511 €	557 €	604 €	652 €	701 €	716 €	732 €	748 €	764 €	780 €	796 €	811 €	826 €
Participación en beneficios	67 €	49 €	65 €	65 €	34 €	42 €	55 €	72 €	100 €	117 €	119 €	120 €	99 €	88 €	72 €	45 €	27 €
Fondo al cierre	11.477 €	12.961 €	14.486 €	16.038 €	17.586 €	19.168 €	20.788 €	22.454 €	24.174 €	24.704 €	25.244 €	25.793 €	26.329 €	26.861 €	27.385 €	27.888 €	28.379 €
Suma asegurada por supervivencia	11.477 €	12.961 €	14.486 €	16.038 €	17.586 €	19.168 €	20.788 €	22.454 €	24.174 €	24.704 €	25.244 €	25.793 €	26.329 €	26.861 €	27.385 €	27.888 €	28.379 €
Suma asegurada por fallecimiento	11.275 €	12.830 €	14.410 €	16.025 €	17.652 €	19.295 €	20.977 €	22.702 €	24.480 €	25.661 €	26.223 €	26.795 €	27.364 €	27.925 €	28.479 €	29.018 €	29.540 €
Valor de rescate	10.903 €	12.313 €	13.762 €	15.236 €	16.706 €	18.209 €	19.749 €	21.331 €	22.965 €	23.469 €	23.982 €	24.503 €	25.013 €	25.518 €	26.016 €	26.493 €	26.960 €
Índice de inflación	1,000	1,030	1,061	1,093	1,126	1,159	1,194	1,230	1,267	1,305	1,344	1,384	1,426	1,469	1,513	1,558	1,605
Gastos de adquisición	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Gastos de mantenimiento	10 €	10 €	11 €	11 €	11 €	12 €	12 €	12 €	13 €	13 €	13 €	14 €	14 €	15 €	15 €	16 €	16 €
Gastos de gestión de inversiones	10 €	11 €	13 €	14 €	16 €	18 €	19 €	21 €	22 €	24 €	25 €	25 €	26 €	26 €	27 €	27 €	28 €
Comisión de adquisición	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Comisión de distribución	50 €	57 €	65 €	72 €	80 €	88 €	96 €	104 €	112 €	121 €	124 €	126 €	129 €	132 €	134 €	137 €	139 €

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 18: PROYECCIÓN FLUJOS SEGURO VIDA AHORRO (II)

Edad	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
Año póliza	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tasa GKMFB	0,00431	0,00476	0,00527	0,00583	0,00645	0,00713	0,00788	0,00869	0,00957	0,01052	0,01155	0,01266	0,01384	0,01511	0,01646	0,01807	0,02003
Tasa de mortalidad realista	0,00365	0,00238	0,00263	0,00291	0,00322	0,00356	0,00394	0,00434	0,00479	0,00526	0,00578	0,00633	0,00692	0,00755	0,00823	0,00894	0,01002
Tasa de rescates	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000
Vencimiento	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Nro. de asegurados en vigor (inicio)	5.000.000	4.493.555	4.025.593	3.613.495	3.242.670	2.908.996	2.608.764	2.338.641	2.095.634	1.877.046	1.680.452	1.503.671	1.344.740	1.201.889	1.073.529	958.225	854.610
Nro. de muertes	18.273	10.673	10.599	10.528	10.453	10.369	10.273	10.159	10.028	9.877	9.706	9.516	9.307	9.079	8.835	8.638	8.559
Nro. de rescates	498.173	447.288	401.499	360.297	323.222	289.863	258.849	232.848	208.561	186.717	167.075	148.416	133.543	119.281	106.469	94.957	84.605
Nro. de vencimientos	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nro. de asegurados en vigor (fin)	4.493.555	4.025.593	3.613.495	3.242.670	2.908.996	2.608.764	2.338.641	2.095.634	1.877.046	1.680.452	1.503.671	1.344.740	1.201.889	1.073.529	958.225	854.610	761.446
Flujos a inicio de año																	
Primas	6.000.000 €	5.380.286 €	4.830.712 €	4.336.194 €	3.891.204 €	3.490.785 €	3.130.517 €	2.806.370 €	2.514.781 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Gastos de adquisición	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Gastos de mantenimiento	50.000 €	46.181 €	42.709 €	39.496 €	36.487 €	33.723 €	31.150 €	28.782 €	26.547 €	24.491 €	22.584 €	20.814 €	19.173 €	17.650 €	16.238 €	14.929 €	13.714 €
Gastos de gestión de inversiones	50.000 €	51.456 €	52.175 €	52.346 €	52.006 €	51.157 €	50.004 €	48.617 €	47.055 €	45.376 €	43.514 €	41.514 €	39.359 €	36.985 €	34.345 €	31.445 €	28.333 €
Comisión de adquisición	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Comisión de distribución	250.000 €	257.278 €	260.875 €	261.729 €	260.030 €	255.783 €	250.016 €	243.083 €	235.275 €	226.878 €	217.571 €	199.799 €	173.424 €	158.224 €	144.182 €	131.205 €	119.165 €
Flujos a fin de año																	
Prestación de vencimiento	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Prestación de fallecimiento	206.028 €	136.932 €	152.734 €	168.712 €	184.516 €	200.077 €	215.502 €	230.633 €	245.471 €	253.454 €	254.528 €	254.977 €	254.676 €	253.533 €	251.818 €	251.240 €	252.841 €
Prestación de rescate	5.431.421 €	5.507.389 €	5.525.394 €	5.489.512 €	5.398.889 €	5.278.181 €	5.131.763 €	4.966.909 €	4.789.647 €	4.582.053 €	4.340.809 €	3.991.175 €	3.540.281 €	3.043.834 €	2.789.075 €	2.515.708 €	2.280.920 €
Flujos de fondos netos																	
Flujos netos inicio de año	-5.650.000 €	-5.025.352 €	-4.474.954 €	-3.982.633 €	-3.542.672 €	-3.150.132 €	-2.789.345 €	-2.465.907 €	-2.205.885 €	-206.745 €	271.669 €	248.570 €	227.282 €	207.519 €	189.256 €	172.374 €	156.712 €
Flujos netos fin de año	5.637.448 €	5.644.301 €	5.678.128 €	5.658.224 €	5.584.385 €	5.478.238 €	5.347.265 €	5.197.542 €	5.035.119 €	4.835.507 €	4.581.337 €	3.916.152 €	3.594.959 €	3.297.367 €	3.021.483 €	2.766.949 €	2.533.781 €
Otras cifras realistas																	
Fondo al inicio	50.000.000 €	51.455.584 €	52.175.074 €	52.345.834 €	52.005.907 €	51.156.653 €	50.003.633 €	48.616.698 €	47.054.931 €	45.375.600 €	43.514.183 €	37.959.239 €	34.684.813 €	31.644.772 €	28.836.326 €	26.240.920 €	23.833.022 €
Fondo al cierre	51.455.584 €	52.175.074 €	52.345.834 €	52.005.907 €	51.156.653 €	50.003.633 €	48.616.698 €	47.054.931 €	45.375.600 €	43.514.183 €	37.959.239 €	34.684.813 €	31.644.772 €	28.836.326 €	26.240.920 €	23.833.022 €	21.608.719 €
Valor de rescate al inicio	47.500.000 €	48.982.786 €	49.566.320 €	49.728.542 €	49.405.611 €	48.598.820 €	47.503.452 €	46.185.863 €	44.702.184 €	43.106.820 €	39.438.474 €	36.061.277 €	32.950.572 €	30.082.533 €	27.394.510 €	24.928.874 €	22.641.370 €
VA flujos de rescates	58.212.316 €	54.555.788 €	50.388.966 €	46.553.845 €	42.788.722 €	39.002.079 €	35.287.106 €	31.654.364 €	28.078.805 €	24.557.887 €	21.305.589 €	18.274.680 €	15.441.288 €	12.791.233 €	10.306.900 €	7.976.321 €	5.784.085 €
VA flujos de gastos	1.000.203 €	927.651 €	849.192 €	780.852 €	714.282 €	649.640 €	587.540 €	527.749 €	470.163 €	414.482 €	360.469 €	309.946 €	262.550 €	218.021 €	176.106 €	136.617 €	99.318 €

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 19: RESULTADO BEST ESTIMATE SEGURO VIDA AHORRO

Flujos netos inicio de año	-5.650.000 €	-5.025.352 €	-4.474.954 €	-3.982.633 €	-3.542.872 €	-3.150.132 €	-2.799.345 €	-2.485.907 €	-2.205.886 €	-2.000.745 €	-1.869.699 €	-1.794.570 €	-1.762.282 €	-1.762.282 €	-1.794.570 €	-1.869.699 €	-2.000.745 €	-2.205.886 €	-2.485.907 €	-2.799.345 €	-3.150.132 €	-3.542.872 €	-3.982.633 €	-4.474.954 €	-5.025.352 €	-5.650.000 €
Flujos netos fin de año	5.657.446 €	5.644.301 €	5.678.126 €	5.658.224 €	5.584.385 €	5.478.238 €	5.347.265 €	5.197.542 €	5.035.110 €	4.855.507 €	4.661.337 €	4.458.152 €	4.244.958 €	4.021.764 €	3.789.570 €	3.547.376 €	3.295.182 €	3.032.988 €	2.760.794 €	2.488.600 €	2.216.406 €	1.944.212 €	1.672.018 €	1.399.824 €	1.127.630 €	855.436 €
Tasa de descuento (Forward)	3,040%	2,311%	3,519%	3,663%	3,816%	4,034%	4,219%	4,395%	4,519%	4,600%	4,581%	4,530%	4,470%	4,374%	4,262%	4,155%	4,053%	3,965%	3,891%	3,831%	3,784%	3,750%	3,728%	3,717%	3,717%	3,717%
Factor de descuento	0,9704	0,9774	0,9660	0,9647	0,9632	0,9612	0,9595	0,9579	0,9568	0,9560	0,9552	0,9547	0,9542	0,9538	0,9534	0,9531	0,9528	0,9526	0,9524	0,9522	0,9520	0,9518	0,9516	0,9514	0,9512	0,9510
Mejor Estimación	40.677.655 €	42.102.739 €	42.572.715 €	43.025.056 €	43.461.400 €	43.880.708 €	44.284.397 €	44.674.460 €	45.051.994 €	45.416.994 €	45.770.550 €	46.112.652 €	46.443.290 €	46.762.452 €	47.070.130 €	47.366.322 €	47.651.020 €	47.924.222 €	48.185.920 €	48.436.110 €	48.674.780 €	48.901.920 €	49.117.520 €	49.321.570 €	49.514.060 €	49.695.080 €

Fuente: Elaboración propia

El **Best Estimate** de la cartera de **Seguros de Ahorro**, que representa la media o percentil 50 de las proyecciones asciende a **40.677.655 euros**.

Hacemos lo mismo para 10.000 pólizas del seguro de Riesgo, Temporal Anual Renovable == > Duración 1 año.

Temporal Anual Renovable (TAR) - Definición					
El seguro garantiza una suma asegurada en caso de fallecimiento del asegurado.					
La póliza es renovable a opción del asegurado hasta los 65 años sin necesidad de re-suscribir la póliza.					
A.1 Características del producto					
Recargos de gestión interna (% prima total)	15,0%				
Recargos de gestión externa (% prima total)	20,0%				
Tasa de interés técnico	2,0%				
Frecuencia de pago de primas	1				
A.2 Datos de póliza					

Edad actual (años)	45				
Edad a fecha efecto (años)	44				
Sexo	Masculino				
Plazo (años)	21				
Suma asegurada inicial	50.000 €				
Tasa de crecimiento de suma asegurada	2,0%				

<u>A.3 Hipótesis realistas</u>	
Tasa de mortalidad realista (% Pasem 2010)	50,00%
Tasa de caídas:	10,86%
Gastos unitarios:	
Adquisición (% prima primer año)	25,00%
Mantenimiento (fijo por póliza)	15,00 €
Tasa inflación gastos de mantenimiento	3,00%
Gestión de inversiones (% fondo)	0,10%
Comisiones:	
Adquisición (% prima primer año)	25,00%
Distribución (% resto primas)	15,00%

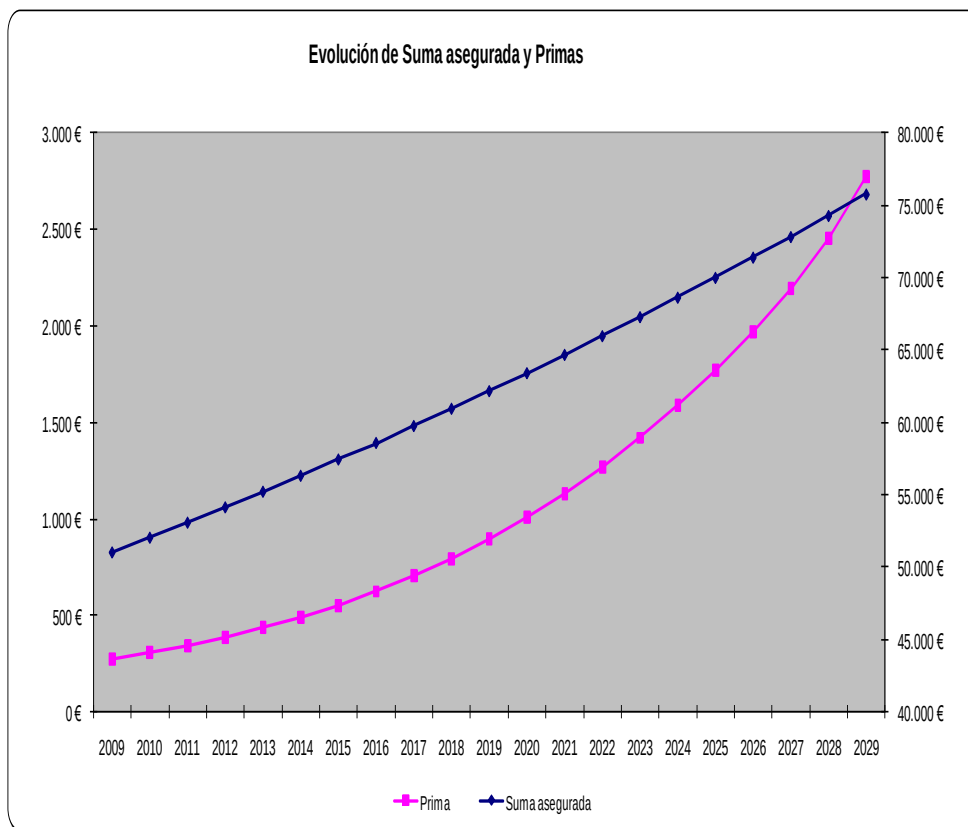
TABLA Nº 20: PROYECCIÓN FLUJOS SEGURO VIDA RIESGO (TEMPORAL ANUAL RENOVABLE)

Edad	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
Año póliza	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Tasa GKMF95	0,00295	0,00323	0,00355	0,00391	0,00431	0,00476	0,00527	0,00583	0,00645	0,00713	0,00788	0,00869	0,00957	0,01052	0,01155	0,01266	0,01384	0,01511
Mortalidad técnica	0,00355	0,00388	0,00426	0,00469	0,00517	0,00571	0,00632	0,00699	0,00774	0,00855	0,00945	0,01043	0,01148	0,01263	0,01386	0,01519	0,01661	0,01813
Suma asegurada	51.000 €	52.020 €	53.060 €	54.122 €	55.204 €	56.308 €	57.434 €	58.583 €	59.755 €	60.950 €	62.189 €	63.412 €	64.680 €	65.974 €	67.293 €	68.639 €	70.012 €	71.412 €
Prima	275 €	307 €	344 €	386 €	435 €	490 €	553 €	624 €	704 €	794 €	895 €	1.007 €	1.131 €	1.269 €	1.421 €	1.588 €	1.771 €	1.972 €
Regargos de gestión interna	41 €	46 €	52 €	58 €	65 €	74 €	83 €	94 €	106 €	119 €	134 €	151 €	170 €	190 €	213 €	238 €	266 €	296 €
Regargos de gestión externa	55 €	61 €	69 €	77 €	87 €	98 €	111 €	125 €	141 €	159 €	179 €	201 €	226 €	254 €	284 €	318 €	354 €	394 €
Prima Pura	179 €	200 €	224 €	251 €	283 €	319 €	359 €	406 €	458 €	516 €	582 €	655 €	735 €	825 €	924 €	1.032 €	1.151 €	1.282 €
Índice de inflación	1,000	1,030	1,061	1,093	1,126	1,159	1,194	1,230	1,267	1,305	1,344	1,384	1,426	1,469	1,513	1,558	1,605	1,653
Gastos de adquisición	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Gastos de mantenimiento	15 €	15 €	16 €	16 €	17 €	17 €	18 €	18 €	19 €	20 €	20 €	21 €	21 €	22 €	23 €	23 €	24 €	25 €
Comisión de adquisición	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Comisión de distribución	41 €	46 €	52 €	58 €	65 €	74 €	83 €	94 €	106 €	119 €	134 €	151 €	170 €	190 €	213 €	238 €	266 €	296 €

Fuente: Elaboración propia

A modo ilustrativo, a continuación mostramos la evolución que reflejan los resultados de estos flujos en relación a la suma asegurada y primas que se producen en los distintos años en el que se aprecia un crecimiento proporcionalmente superior en las primas que en los capitales debido al incremento que se produce por la edad en las tablas de mortalidad, y por ende, en las primas:

GRÁFICO Nº 12: EVOLUCION DE SUMAS ASEGURADAS Y PRIMAS DEL SEGURO TAR



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que el plazo de este seguro es de un año, únicamente se consideran los flujos del primer año.

TABLA Nº 22: RESULTADO *BEST ESTIMATE* SEGURO VIDA RIESGO (TEMPORAL ANUAL RENOVABLE)

Edad	46
Año póliza	2
Tasa GKMF95	0,00295
Tasa de mortalidad realista	0,00177
Tasa de caídas (no renovación)	0,10000
Vencimiento en aniversario-póliza	1,00000
<i>Nro. de asegurados en vigor (inicio)</i>	<i>10.000</i>
Nro. de muertes	18
Nro. de caídas (no renovaciones)	998
Nro. de vencimientos	8.984
<i>Nro. de asegurados en vigor (fin)</i>	<i>0</i>
Flujos a inicio de año	
Primas	2.754.364 €
Regargos de gestión interna	413.155 €
Regargos de gestión externa	550.873 €
Prima Pura	1.790.337 €
Gastos de adquisición	0 €
Gastos de mantenimiento	150.000 €
Comisión de adquisición	0 €
Comisión de mantenimiento	413.155 €
Flujos a fin de año	
Prestación por fallecimiento	904.076 €
Flujos de caja netos	
Flujos netos inicio de año	-2.191.210 €
Flujos netos fin de año	904.076 €
MEJOR ESTIMACIÓN	-1.287.134 €



Fuente: Elaboración propia

El **Best Estimate** de los **seguros de riesgo** de la cartera asciende a **1.287.134 euros**. Este resultado resulta un importe negativo debido a que la prima que estimamos ingresar durante el año es superior a los flujos de pasivo que genera la póliza. En definitiva, la entidad obtiene un margen técnico sustancial que se

traduce que las primas que recauda son superiores a la siniestralidad y gastos que incurre por este tipo de productos.

El hecho que obtengamos un pasivo negativo se debe, principalmente, a que la prima que se cobra (hipótesis de tarificación) es superior a la siniestralidad (hipótesis realistas).

Una vez obtenido todos los Best Estimate de nuestra cartera, se adjunta un cuadro resumen de los resultados:

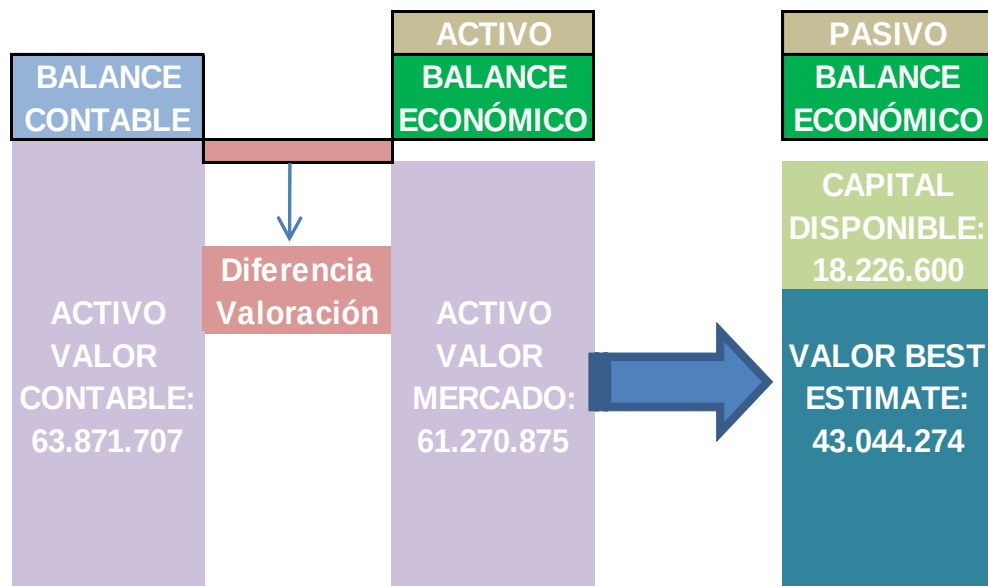
TABLA Nº 23: RESULTADO *BEST ESTIMATE* POR PRODUCTO

PRODUCTOS	BEST ESTIMATE
HOGAR BEL PRIMA	2.744.723
HOGAR BEL RESERVA	909.030
SEGURO AHORRO	40.677.655
SEGURO RIESGO	- 1.287.134
PASIVOS ==>	43.044.274

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, el paso de Balance Contable a Balance Económico resultaría el siguiente:

GRÁFICO Nº 13: RESULTADO BALANCE ECONÓMICO

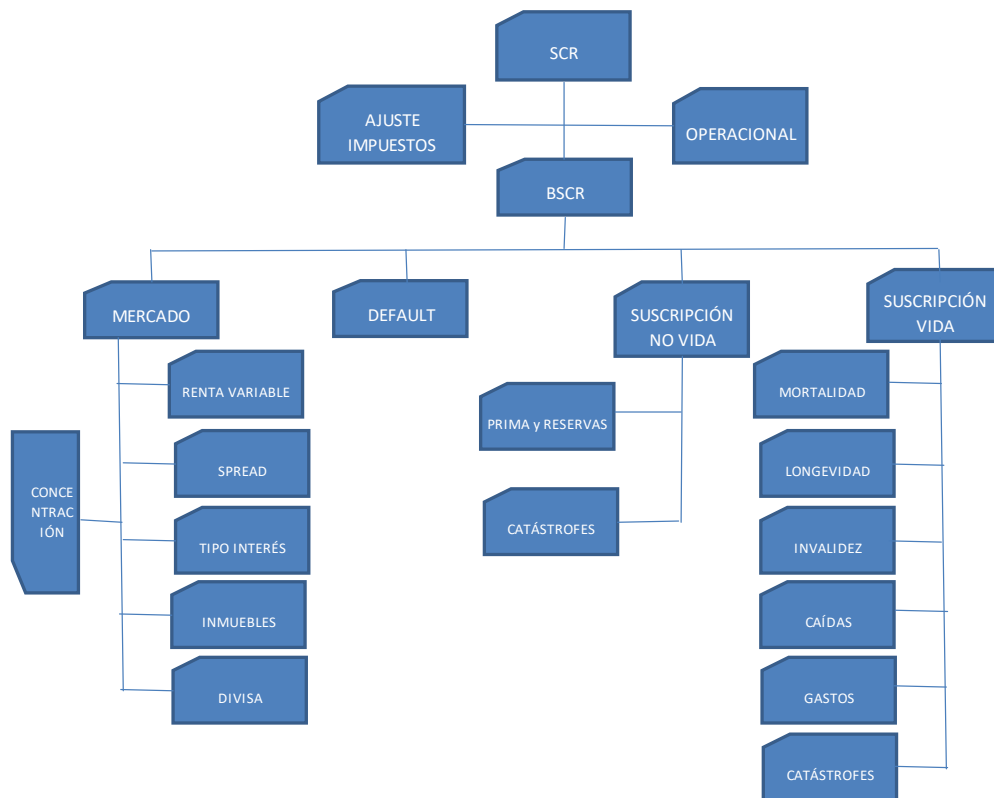


Fuente: Elaboración propia

El capital disponible o fondos propios (a valor de mercado) asciende a 18.226.600 euros. Este importe debería ser superior al requerimiento de capital (SCR) de la Entidad. En caso contrario, la Entidad no dispondría de capital suficiente para asumir los riesgos inherentes en su balance acorde las métricas de riesgo impuestas por la Compañía (Intervalo de Confianza del 99,5% a un año).

Para saber si la Entidad dispone de capital suficiente procederemos a cuantificar el SCR. Para ello, comenzaremos a calcular cada uno de los subriesgos y riesgos que lo componen:

GRÁFICO Nº 14: MAPA DE RIESGOS DE LA ENTIDAD



Fuente: Elaboración propia

Un aspecto importante a tener en cuenta en la valoración de activo y pasivo es el excedente financiero, ya que representa la diferencia entre el valor razonable de los activos y el coste (best estimate) de los pasivos cuyos cálculos ya los hemos cuantificado.

La medida VAR DEL EXCEDENTE es la medida que se emplea para el control de riesgos. Como tal, representa una medida probabilística del riesgo de los activos

frente a los pasivos que se calcula a partir de la exposición de activos frente a pasivos, el vector de volatilidades y la matriz de correlaciones.

Se trata de una medida *ex_ante*, esto es, nos habla del posible riesgo (desviación de activos frente a pasivos) antes de que la desviación se produzca.

Matemáticamente el VaR del Excedente se entiende como el Value at Risk del *Portfolio*, es decir, se trata de aplicar la medida de riesgo VaR, que en principio es una medida absoluta, sobre una cartera que es relativa (que representa la diferencia de pesos de activos y pasivos).

Al aplicar el VaR sobre la cartera relativa, la medida de riesgo obtenida es ya relativa y *ex-ante* dado que tiene carácter predictivo de las pérdidas máximas a incurrir. Se puede plantear de la siguiente manera:

$$\text{VaR Excedente} = (V_a - V_p) \cdot MV (V_a - V_p)$$

donde:

V_a = Valor de los activos (pesos de los activos en la cartera)

V_p = Valor de los pasivos (pesos de los pasivos)

MV = Matriz de varianzas – covarianzas entre todos los activos

La lectura de esta medida es: “existe un determinado porcentaje de probabilidades (X%) de que en un año perdamos más de (X euros) de nuestro excedente financiero”.

A nuestros efectos, el VaR del Excedente es la pérdida máxima probable de excedente que se puede producir de hoy a un año para el 99,5% de los casos.

Capítulo 3:

FONDOS PROPIOS

CAPÍTULO3: FONDOS PROPIOS

Nuestro objetivo en este capítulo es la determinación de los fondos propios o capital disponible de la Entidad. La diferencia entre activo y pasivo del enfoque de Balance Económico respecto al Balance Contable que hemos valorado en el Capítulo 2, compone nuestro valor de mercado del capital disponible o Fondos Propios a valor de mercado. Dichos fondos propios, representa el capital disponible para hacer frente al Requerimiento de Capital de Solvencia (SCR)

3.1.- Introducción

Una vez presentados la forma en la que podríamos determinar el valor económico (valor de mercado) del activo y del pasivo (valor consistente con datos de mercado). La diferencia entre ambas partidas representan los fondos propios o el capital económico disponible para el requerimiento del capital de solvencia. Por tanto, la entidad debería de disponer de unos fondos propios superiores al SCR. En caso contrario, tendrá problemas de capital.

En el caso de la Entidad objeto de este trabajo, anteriormente habíamos determinado que el capital disponible o fondos propios (a valor de mercado) asciende a 18.226.600 euros.

3.2.- Principios

Los Fondos Propios que hemos determinado deberíamos clasificarlos atendiendo a cuánto y cuándo absorben las pérdidas en comparación con el capital social desembolsado con la finalidad de ver la disponibilidad, inmediatez o liquidez que tiene la Entidad para ‘tirar’ de su capital disponible.

Existe un amplio abanico de instrumentos de capital elegibles²⁸ en los fondos propios. Estos incluyen instrumentos de títulos con características similares a las de la deuda, así como instrumentos de deuda con características similares a las del capital [Chorafas y Butterworth-Heinemann, 2004].

No todos los elementos de capital absorben pérdidas en un mismo grado de absorción [FSA, 2004], aunque a nuestros efectos consideraremos que el exceso, en su total integridad, de activos sobre pasivos constituye un elemento de nivel 1, donde la especificación de cualquier elemento del exceso de los activos sobre los pasivos podrá estar sujeta a absorción de pérdidas restringida. Es decir, el resultado que hemos obtenido anteriormente lo emplearemos íntegramente para hacer frente al Requerimiento de Capital de Solvencia/pérdida inesperada.

3.3.- Clasificación de los fondos propios en niveles y lista de elementos de capital

A efectos de nuestro caso empírico hemos considerado el caso más sencillo. No obstante, para cada nivel se ha de tener en cuenta la calidad de los fondos propios a efectos de absorción de pérdidas inesperadas.

Una lista de niveles podría ser aquella que considere estas características [FSA, 2006]:

- 1) subordinación de la cantidad total en caso de liquidación
- 2) absorción total de pérdidas bajo el principio de continuidad de explotación
- 3) de duración suficiente o indefinida (perpetuidad)

²⁸ Nos referimos a la parte de capital que se puede disponer para hacer frente a pérdidas inesperadas/SCR

- 4) libre de requisitos o incentivos de reembolso del importe nominal
- 5) ausencia de cargas fijas obligatorias
- 6) ausencia de gravámenes

Siguiendo estos criterios, el primer nivel (o *TIER 1* o escalón 1), que resulta el nivel más exigible y, en caso de liquidación, el último en pagarse que debería computar a efectos de evaluar la solvencia de la entidad:

- Capital
- Reservas
- Acciones preferentes.

El segundo escalón (*TIER 2*) lo componen:

- La denominada “deuda subordinada” (*LOWER TIER 2*).
- Deuda perpetua (*UPPER TIER 2*).

El resto del endeudamiento (deuda senior) no computa para el cálculo de la solvencia.

La normativa establece los siguientes límites mínimos que debe cumplir los distintos niveles de fondos propios para cubrir el SCR:

- Nivel I: $\geq 50\%$ del SCR
- Nivel II + Nivel III: $< 50\%$ del SCR
- Nivel III: $< 15\%$ del SCR

Capítulo 4:

REQUERIMIENTO DE CAPITAL DE SOLVENCIA: SCR

CAPÍTULO 4 – REQUERIMIENTO DE CAPITAL DE SOLVENCIA: SCR

Nuestro objetivo en este capítulo será cuantificar los distintos riesgos de la entidad. Para ello, estableceremos una metodología de cálculo mediante la medida del VaR (Value at Risk) acorde a los riesgos inherentes en la entidad.

El SCR resultante debería ser menor que los Fondos Propios que hemos determinado en el Capítulo 3. En caso contrario, la entidad tendría que tomar alguna medida, bien modificando la estructura de activo-pasivo en aras de disminuir el SCR, o bien, incrementando los Fondos Propios mediante una ampliación de capital.

Tal y como habíamos anticipado, la medida de riesgo que vamos a utilizar para nuestros cálculos es el VaR:

4.1.- Introducción al VaR

Las medidas de riesgo que vamos a utilizar para la cuantificación del riesgo son el VaR calibrado a un nivel de confianza del 99,5% y un horizonte temporal de un año, es decir, probabilidad de ruina prácticamente nula (1 cada 200 años). El resultado obtenido del VaR, dado que la entidad aseguradora debe disponer de unos Fondos Propios o capital disponible suficiente para absorber dicho riesgo/impacto, SCR. En tanto en cuanto los Fondos Propios de la entidad sean superiores al SCR la compañía disfrutará de un Excedente de Capital. Los problemas de la entidad comenzarán en el momento que los Fondos Propios sean inferiores al SCR.

El VaR es una medida estadística que resume el riesgo de proporcionar pérdidas derivadas de volatilidades normales de mercado. Esto implica que pérdidas de importes superiores al VaR se producen sólo en volatilidades anormales de mercado, y en consecuencia existe una baja probabilidad de producirse.

Dado que tiene una probabilidad pequeña de producirse, al igual que hemos señalado anteriormente, de forma recurrente, estamos hablando de una pérdida inesperada, es decir, una pérdida que se desvía de la media²⁹.

A efectos prácticos, si el VaR a 1 día y para un intervalo de confianza del 95% de una acción de Telefónica representa un valor de 0,49 euros. Significa que en un 95% de los casos, durante un día, no perderíamos más de 0,49 euros con cada acción de Telefónica.

Como hemos dicho en el párrafo inicial, en realidad el VaR no es un cálculo, sino una medida. Representa las pérdidas potenciales en situaciones normales, es decir, representa el límite de pérdidas potenciales que se pueden producir durante un periodo de tiempo determinado (acorde al ejemplo expuesto sobre Telefónica, en un día) que se incluye en un porcentaje determinado de las ocasiones (en el ejemplo que hemos puesto de Telefónica, el 95% de las ocasiones). Este porcentaje, estadísticamente, corresponde con el intervalo de confianza.

La forma de medición de este concepto puede variar, y de hecho varía. Además de que el VaR puede referirse a un día o a una semana, o tener distintos intervalos de confianza, la forma en la que se calcula estadísticamente este dato varía.

Podemos calcular el VaR estimando las pérdidas de distintas formas, como son, el VaR paramétrico o VaR No paramétrico con datos históricos. En nuestro caso, debido a la multitud de ventajas que ofrece respecto a las otras, en la mayoría de los casos emplearemos las simulaciones de evoluciones futuras – Simulación Estocástica. Acorde a los datos obtenidos en dichas simulaciones, se obtiene el punto en el que se dividen las pérdidas entre el intervalo de confianza utilizado y el resto de los casos.

Ya hemos indicado que a los distintos riesgos que hemos detectado, les podemos asignar distintas medidas de riesgo, Dichas medidas pueden ser

²⁹ Representa la pérdida/valor esperado – percentil 50

absolutas (como por ejemplo el VaR) o relativas (como por ejemplo el “Tracking Error” o el “riesgo del excedente”).

Para la mayoría de los riesgos, podemos distinguir dos grandes grupos de medidas: matemáticas y probabilísticas.

- La medida de riesgos matemática más habitual de gestión de los activos es la duración modificada o sensibilidad.
- La medida de riesgos probabilística más habitual de gestión, que es la que en todo momento se va a aplicar en nuestros cálculos, es el *Value at Risk* (VaR).

La agregación (suma) de los riesgos individuales no es, por definición, igual al riesgo total sino que tendremos en cuenta la correlación existente entre ellos que, salvo que haya una correlación perfecta entre ellos, el resultado agregado será menor. En otras palabras, ‘la diversificación reduce/mitiga riesgos’.

Las medidas matemáticas del riesgo están basadas en la sensibilidad o duración modificada que representa la sensibilidad del precio de un activo de renta fija a cambios en los tipos de interés. Dicha sensibilidad tiene impacto en el precio de los activos y sus variaciones serán superiores conforme el vencimiento del activo sea mayor. Como se podrá apreciar más adelante, emplearemos esta medida para determinar el riesgo de spread. Por ello, haremos un ‘pequeño alto’ aquí.

La ventaja de estas medidas es que son homogéneas, lo cual permite comparar objetivamente los riesgos.

La duración de Macaulay (Frederick Macaulay, 1938) es una medida de riesgo de los activos de renta fija y representa la media ponderada de los flujos de un activo hasta su vencimiento, donde los pesos son el valor presente de cada flujo en porcentaje respecto al precio del bono y el ponderador es el tiempo en años del flujo. La duración de Macaulay se expresa en años.

La duración modificada es una aproximación al riesgo de los bonos. Representa el cambio porcentual que se produce en el precio de un bono ante una variación del tipo de interés de mercado (que coincide con el tanto interno de

reantabilidad) en 100 puntos básicos. La duración modificada se expresa en porcentaje del precio.

Las fórmulas que utilizamos habitualmente en nuestros cálculos son las siguientes:

✓ Duración:

$$D = \frac{\sum_{s=1}^n s \cdot C_s \cdot (1+t)^{-s}}{\sum_{s=1}^n C_s \cdot (1+t)^{-s}}$$

✓ Duración modificada:

$$D_{\text{mod}} = \frac{\sum_{s=1}^n s \cdot C_s \cdot (1+t)^{-(s+1)}}{\sum_{s=1}^n C_s \cdot (1+t)^{-s}} = \frac{(1+t)^{-1} \cdot \sum_{s=1}^n s \cdot C_s \cdot (1+t)^{-s}}{\sum_{s=1}^n C_s \cdot (1+t)^{-s}} = \frac{D}{(1+t)}$$

Siendo

- ▶ D = duración de Macaulay
- ▶ D_{mod} = duración modificada
- ▶ C_s = Flujo del periodo S
- ▶ t = tipo de interés de mercado (supuesto constante)

Las medidas probabilísticas de riesgo parten de la hipótesis de que la distribución de probabilidad de los rendimientos de los activos financieros es una variable aleatoria y que, por tanto, se puede caracterizar a partir de una función de distribución de probabilidades. Una función de distribución de probabilidades asocia a un determinado porcentaje de probabilidad, un número.

La función de distribución de probabilidades habitualmente asociada a los rendimientos de los activos financieros es la distribución Normal³⁰.

La literatura financiera coincide en que las limitaciones de la Normal asociada a los rendimientos de los activos financieros [McNeill y Embrechts, 2005] suelen ser las dos siguientes:

- Leptocurtosis: en los mercados financieros las colas son más densas que las de la normal, es decir, la probabilidad asociada a “crashes” y a grandes subidas de precio son más habituales que lo que dice la Normal
- Apuntamiento: en los mercados financieros, en la zona central de la función de densidad, se dan habitualmente menos casos que en la Normal.

La función normal de distribución de probabilidades queda caracterizada por su momento respecto al origen (la media) y su momento respecto a la media (desviación típica).

Si lo asociamos a los mercados financieros hablamos de rentabilidad esperada y volatilidad, respectivamente. Por tanto, la medida de riesgo probabilística absoluta volatilidad, es la desviación típica de las rentabilidades de los activos.

A la volatilidad se le conoce también por: sigma, desviación típica, etc. Uno de ellos es el VaR (Value at Risk o Valor en Riesgo) que no es más que la volatilidad traducida a unidades monetarias. El VaR es una medida probabilística de riesgos absoluta.

La ventaja de una medida probabilística como al VaR frente a una matemática, es que es posible hablar de una medida probabilística agregada para toda la cartera, esto es, agregar en una misma cifra todas las fuentes de riesgo.

³⁰ Trabajos académicos como los de los premios Nobel Harry Markowitz, William Sharpe o Black y Scholes avalan su utilización, a pesar de sus limitaciones.

Esta homogeneidad de medida para todas las clases de activo y pasivo nos permite hablar de cualquier tipo de volatilidad: renta variable, renta fija, divisas o opciones, provisiones/siniestros y, por tanto, nos permite obtener la volatilidad agregada de la cartera.

Si queremos tener en cuenta el riesgo relativo, es decir, obtener rentabilidades diferentes a la referencia de gestión, ya sea un pasivo o un benchmark, la medida probabilística relativa será la desviación típica de las diferencias de rentabilidad de la cartera frente a la referencia. A esta medida se le denomina “Tracking Error” (a partir de ahora TE). Al igual que la volatilidad, el TE permite la homogeneización en una misma cifra de las distintas fuentes de riesgo.

Por tanto, VaR y volatilidad son sinónimos, al igual que lo son el TE y riesgo relativo a benchmark).

Resulta interesante para cualquier Entidad que mediante las distintas variables financieras que pueden ser objeto de perturbación, en aras de poder analizar el resultado obtenido después de la perturbación aplicada al tomar éstas nuevos valores o escenarios.

Las variables financieras perturbadas se agrupan habitualmente en tres tipos:

- rentabilidades esperadas
- riesgos asumidos
- plazo para conseguir las rentabilidades

La literatura financiera denomina genéricamente Pruebas de Tensión a todos los análisis de perturbación o generación de nuevos escenarios de variables financieras [Morton, 2003].

No obstante, la Directiva de Solvencia II, a través del ORSA, obliga de forma anual a las Entidades realizar dichas pruebas de tensión. En este sentido, a continuación citaremos algunas de las pruebas de tensión que consideramos interesantes en el análisis de riesgos, para ello, vamos a dar un nombre

específico a cada análisis de escenarios en función de la variable financiera perturbada:

1. Análisis QUE PASA SI o WHAT IF: se basan en la generación de nuevos escenarios de rentabilidad esperada.

En términos prácticos, se trataría de modificar la curva de tipos de interés sin riesgo, por ejemplo, en 100 puntos básicos hacia arriba de forma paralela. En este caso perturbamos la rentabilidad esperada de la renta fija por movimientos de tipos de interés generando un nuevo escenario.

El resultado es un nuevo valor para la inversión y, por tanto una ganancia o pérdida potencial, que viene dada al comparar el nuevo escenario de valoración con la situación inicial.

2. Análisis STRESS TEST o TEST DE TENSIÓN: se trata de generar nuevos escenarios para los riesgos asumidos: volatilidades y correlaciones.

A efectos prácticos, se trata por ejemplo, de incrementar un 20% las volatilidades de una matriz de riesgo de mercado para una cartera. En este caso perturbamos las volatilidades generando un nuevo escenario de riesgo superior al actual.

El resultado es la obtención de un nuevo valor para la posible pérdida esperada mediante, por ejemplo, un nuevo valor para el VaR.

3. Análisis de VALORACIÓN A ESCENARIO FUTURO: se basan fundamentalmente en la proyección a futuro (“forward”) de las rentabilidades.

Un caso práctico se trataría, por ejemplo, el proyectar a varios años de forma conjunta una cartera de inversiones de renta fija y una cartera de prestaciones es una prueba de valoración a escenarios futuro sobre un ALM³¹. Son pruebas complicadas donde es necesario establecer hipótesis

³¹ Acrónimo de Assets Liabilities Management. Se refiere a las carteras inmunizadas como, por ejemplo, a las que se aplica el Cash Flow Matching.

de reinversión debido a los flujos que se van percibiendo durante el horizonte temporal de la inversión. Las hipótesis de reinversión no son más que escenarios futuros para las rentabilidades esperadas.

A veces se consideran estas pruebas como variaciones complejas de los WHAT IF. Nosotros hemos preferido separarlas en una categoría específica.

El resultado de esto es un nuevo valor para la inversión y, por tanto, una ganancia o pérdida, al comparar el nuevo escenario de valoración con la situación inicial. En nuestro ejemplo al comparar el nivel de excedente inicial con el nivel del excedente dentro de varios años.

A todas estas pruebas de tensión se les llama coloquialmente, análisis de escenarios:

Worst Case Scenario

Este escenario consiste en llevar las pruebas de WHAT IF y STRESS TEST a escenarios extremos. En estos casos, hablamos del WORST CASE SCENARIO o ESCENARIOS DE CRISIS o ESCENARIOS EXTREMOS. Es decir, qué pasa en una situación extrema.

El cálculo de capital requerido por riesgo de mercado y de crédito que proponemos está basado en ESCENARIOS EXTREMOS. Son todos WHAT IF EXTREMOS, es decir pruebas basadas en la perturbación de rentabilidades esperadas (sin proyectar a futuro).

En nuestro caso los distintos WHAT IF extremos son la mejor aproximación a la pérdida esperada probabilística (VaR) para un nivel de confianza del 99,5% a un año.

En definitiva, proponemos WHAT IF extremos (con distintas metodologías) para el riesgo de tipo de interés, riesgo de bolsa, riesgo divisa, riesgo de inmuebles, riesgo de spread, riesgo de concentración y riesgo de contraparte.

Los posibles escenarios o valores que puede tomar una variable perturbada son infinitos.

En este trabajo hemos intentado establecer unos escenarios razonables para cada tipo de producto.

Los ESCENARIOS que utilizamos son tanto pruebas WHAT IF para distintas rentabilidades esperadas como pruebas de STRESS TEST para variables de riesgo:

Escenarios para TIPOS DE INTERÉS SIN RIESGO

1. Subidas de tipos de interés sin riesgo
2. Bajadas de tipos de interés sin riesgo

Escenarios para SPREADS DE CRÉDITO

3. Incremento de los “spreads” de crédito

Escenarios de RATING

4. Deterioro del RATING

Escenarios de CONCENTRACIÓN

5. Incremento de la concentración de SECTORES
6. Incremento de la concentración de EMISORES
7. Incremento de la concentración PAÍS

Escenarios para la RENTA VARIABLE

8. Caída de la BOLSA BLUE CHIP³²
9. Caída de BOLSA ALTO RIESGO (*smallcap*³³, sectorial, emergente)
10. Caída de BOLSA NO COTIZADA

Escenarios para DIVISA

11. Depreciación de divisas frente al EUR

Escenarios para OTROS ACTIVOS

12. Depreciación de INMUEBLES (inversión directa)
13. Depreciación de INMUEBLES (inversión en FONDOS INMOBILIARIOS)
14. Depreciación de la inversión en RESTO DE ACTIVOS (CAPITAL RIESGO HEDGE FUNDS Y SIMILARES)

Escenarios de VOLATILIDAD Y CORRELACIÓN

15. Incremento de la VOLATILIDAD
16. Incremento de la CORRELACIÓN

³² El término **blue chip** se refiere a empresas estables con alto nivel de liquidez.

³³ Es término **Smallcap** se refiere a empresas cotizadas de pequeña capitalización

4.2.- Agregación del SCR

Para determinar el SCR, dado que tenemos que ir agregando todos los módulos de riesgos y subriesgos que hemos identificado en nuestro '*mapa de riesgos*' y los vamos a correlacionar entre sí (mediante matrices de correlaciones), comenzaremos a describir la metodología de cálculo de los distintos módulos de riesgo, y en su caso, los respectivos subriesgos, para después agregarlos con la finalidad de componer el SCR.

La agregación de todos y cada uno de los riesgos NO se realiza mediante la suma de los mismos. Los riesgos se agregan acorde a la CORRELACIÓN que existe entre ellos.

Calibración

El cálculo del SCR tiene la finalidad de reflejar una medida del riesgo de **VaR** (calibrado a un nivel de confianza del 99,5%) y un horizonte temporal de un año.

Para la agregación de los distintos módulos de riesgo individuales (y sus correspondientes subriesgos) en un SCR global, se establecen técnicas de correlación lineal. La aplicación de coeficientes de correlación persigue el objetivo de reflejar las potenciales dependencias de los riesgos en situaciones de tensión (en las colas de las distribuciones).

Por lo tanto, la metodología que vamos a seguir para el cálculo del SCR será el siguiente:

- En primer lugar, calcularemos los módulos de riesgo (mercado, default, suscripción vida y suscripción no vida) y sus correspondientes subriesgos.
- En segundo lugar, agregaremos estos módulos de riesgo mediante una matriz de correlaciones en aras de obtener el SCR Básico o BSCR.
- Por último, al BSCR le añadiremos el importe resultante del riesgo operativo y el ajuste de los impuestos diferidos para obtener el SCR.

4.3.- Módulo de riesgo de Mercado

Descripción

El riesgo de mercado viene dado por la volatilidad de los precios de mercado de los activos financieros. Ya hemos comentado en multitud de ocasiones que uno de nuestros propósitos es la valoración económica del Balance de situación de la Entidad con el propósito de que si ésta tiene una pérdida inesperada y se tiene que “deshacer” de algún instrumento financiero para hacer frente a dicha pérdida, evidentemente el precio/valor que va a percibir será aquel que valore el mercado en cada momento.

Este riesgo se mide mediante el impacto en los precios de los activos financieros ante variaciones en las variables financieras como los tipos de interés, los precios de los bienes inmuebles, renta variable o los tipos de cambio.

Como ya hemos citado, existen distintos tipos de riesgos: riesgo de mercado, riesgo de crédito y contraparte, riesgo operacional, riesgo legal, riesgo de liquidez, riesgo de suscripción o póliza etc... El riesgo final de una determinada posición en un determinado activo es una combinación de éstos, en función del tipo de activo (y pasivo asociado).

A efectos prácticos exponemos el siguiente ejemplo: Un inversor que adquiere OBLIGACIONES DE IBERDROLA está expuesto al riesgo de subidas y bajadas de los tipos de interés, al riesgo de que IBERDROLA no pague los flujos previstos (cupones y principal), al riesgo de que las agencias de calificación degraden la calidad crediticia de los bonos de IBERDROLA, al riesgo de contraparte que se traduce en que el inversor no encuentre contrapartida en el mercado para vender las OBLIGACIONES, etc.

Dicho esto, por tanto, el riesgo de mercado es el que viene dado por la incertidumbre de las fluctuaciones de los precios del activo en el mercado. El riesgo de crédito es el generado por la incertidumbre en el pago de los flujos probables del activo.

Si pretendemos medir los riesgos de mercado y de crédito de un producto financiero tendremos que descomponerlo para analizar su exposición a las

diferentes fuentes de riesgo, es decir, trataremos de hallar el valor del subyacente expuesto a cada tipo de riesgo.

Lo anterior, desde un punto de vista práctico, cogiendo como ejemplo un bono, nuestro cometido sería descomponer sus flujos monetarios probables³⁴ para analizar su exposición a los diferentes plazos de la curva de tipos de interés. Puede ser necesario que, en virtud de la naturaleza del bono, tengamos que estimar también los flujos probables en el caso que se trate de un bono flotante o bono que incluya opcionalidad³⁵. Por último, los distintos flujos valorados tendrán que ser descontados.

La desagregación es una labor básica no sólo para la medición del riesgo sino para su diversificación, para su gestión y para su control. Casi todo en finanzas modernas, máxime teniendo en cuenta el desarrollo de la “ingeniería financiera”, en mayor o menor medida, pasa por la desagregación de la información [Canto y Delfiner, 2009].

Una vez que hemos desagregado adecuadamente el instrumento financiero habremos realizado la mayor parte de la labor, por consiguiente, medir el riesgo de un activo financiero es una labor automática.

Las medidas de riesgo que se pueden generar a partir de la desagregación serán:

- Medidas de riesgo de mercado y de crédito que pueden ser matemáticas y probabilísticas
- Medidas absolutas o relativas a un benchmark o a unas prestaciones (pasivo)

³⁴ Denominamos flujos probables debido a que su liquidación está expuesta al posible impago del emisor.

³⁵ El ejemplo más habitual de los bonos con opcionalidad son los bonos callable por los cuales dan opción de cancelación anticipada del bono (por tanto, modifican el mapping de flujos)

- Medidas estándares de mercado e internas (propuesta por la propia Entidad)

Por ejemplo, la duración modificada, que como se puede apreciar más adelante la tendremos en cuenta para calcular el riesgo de spread, es una medida de riesgo de mercado, matemática, absoluta y, habitualmente, estándar. El VaR es una medida de riesgo de mercado, probabilística, absoluta y, habitualmente, interna.

Todas estas medidas de riesgo requieren la desagregación que acabamos de comentar. Cuando en Reuters o Bloomberg encontramos la duración modificada de un activo determinado es porque internamente en Bloomberg se han mapeado/desagregado los flujos del bono, es decir, los cupones y el principal.

La desagregación también es requisito indispensable para encontrar un precio justo de los activos poco líquidos que no tienen profundidad de mercado y, por tanto, sin precio de mercado. En estos casos, encontrar este precio de los activos financieros se denomina “contraste de valoración” o “mark-to-model” (en contraposición a “mark-to-market”, que es el precio observado en mercado líquido –precio de mercado-).

En la valoración de activos del presente trabajo, ya hemos propuesto y utilizado la valoración *mark to model* por el cual, no es posible poner precio justo de forma profesional a un activo financiero si no desagregamos previamente sus exposiciones a fuentes de riesgo [Coopers y Lybrand, 1987].

Hemos afirmado que desagregar es requisito imprescindible para medir riesgos financieros pero, además de esto, desagregar también es importante para llevar a cabo “pruebas de riesgo” o “pruebas de tensión”³⁶ o para proyecciones del valor del activo y del pasivo a escenarios futuros. Si no desagregamos, la calidad de estas pruebas se reduce o, en otras palabras, a mayor desagregación, mayor información y, por ende, mayor calidad de los resultados obtenidos.

³⁶ Se refiere a las pruebas: ¿qué pasa si?, stress testing, etc...

Dependiendo del grado de simplicidad de los activos, los procesos de desagregación pueden ser tremendamente complejos o muy simples. Evidentemente, será más complicada la desagregación de una estructura, la de un derivado o la de determinados activos complejos de renta fija que cualquier activo simple.

La información necesaria para la desagregación de estos activos es habitualmente analítica:

- Mecanismos de generación de flujos,
- Periodicidad,
- Cantidad (fijo o variable),
- Probabilidad de ocurrencia,
- Nivel de apalancamiento o cobertura,
- Subyacentes, etc).

Esta información analítica se ha completar con información descriptiva:

- Divisa,
- Sector,
- Emisor,
- Mercado,
- Liquidez, etc

Por su parte, la desagregación de las fuentes de riesgo de una acción bursátil o un fondo de inversión puede parecer poco obvia. En estos casos, la exposición que analizamos tienen que ver con sus atributos descriptivos (y no analíticos). Para acciones:

- Blue-chip³⁷ o un smallcap
- Índice al que pertenece la acción
- Sector al que pertenece (energía, financiero, etc)
- País en el que esté domiciliada la empresa
- Divisa, etc.

Para un fondo de inversión:

- Categoría a la que pertenece (Renta Fija, Mixta, Variable)
- Divisa
- Benchmark
- Clases de activos en los que opera
- Sectores en los que opera
- Gestora, etc.

Toda esta información que acabamos de citar nos va a ofrecer una ventaja fundamental para poder mitigar los distintos riesgos de concentración³⁸ que puede tener una Entidad.

Antes habíamos citado la ‘ingeniería financiera’, pues bien, como resultado de esta aplicación, los productos financieros cada vez son más complejos.

Un activo básicamente es complejo porque la desagregación en sus componentes es compleja, lo que traduce en la complejidad de medir su riesgo

³⁷ Se refiere a empresas estables con alto nivel de liquidez. El término procede de los casinos de los Estados Unidos en los que las fichas azules eran las de mayor cuantía.

³⁸ Nos referimos a los riesgos de concentración en divisas, sector, país, emisor, etc.

y encontrar su precio justo (en ausencia de profundidad de mercado o de oferta y demanda líquidas).

Cada vez se comercializan más instrumentos financieros sofisticados:

- SPV's,
- CDS's,
- - estructuras de renta fija,
- estructuras de renta variable,
- estructuras de crédito
- estructuras mixtas (combinación de las anteriores)
- derivados de crédito,
- opciones exóticas,
- Bonos con características especiales: ligados a la inflación, convertibles, preferentes, titulización hipotecaria, etc.
- SPV's,
- CDS's,
- ABS's,
- FRN's,
- CLN's,
- ETF's...

Estas últimas siglas son los nombres de los distintos nuevos productos, los cuales, hace 20 años apenas existían.

Bloomberg, Reuters y otros “vendors” de información financiera almacenan para muchos activos, en algunos casos, todos o, en otros casos, gran parte de la información analítica y descriptiva.

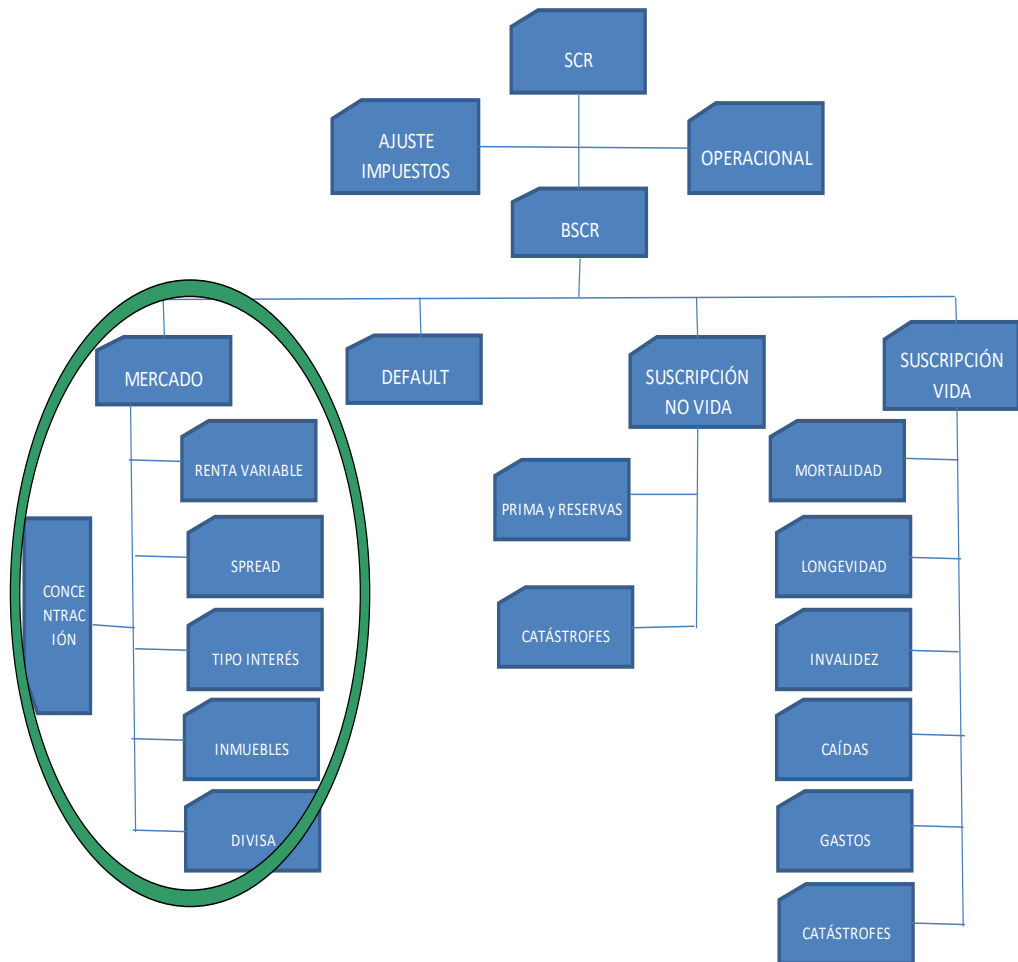
Es posible acceder de forma automática a dicha información mediante el “nombre” del activo. El “nombre” del activo de uso más universal es su ISIN³⁹.

Por tanto, significa que es posible generar un mecanismo automático que nos posibilita el acceso a la información relevante a partir del ISIN que tenga el activo en cuestión.

Si no hay ISIN no es posible automatizar el acceso a la información. Muchos activos financieros complejos tienen ISIN pero la información completa para su desagregación no figura en las bases datos de Bloomberg o Reuters, en muchos casos, debido al exceso de datos que hay que contemplar como, por ejemplo, una SPV que incluya 300 colaterales.

Esto no significa que el acceso a la información relevante para la desagregación no sea posible. Para estos casos, como el ejemplo que hemos puesto de la SPV que incluye 300 colaterales, no accederemos a la información de forma no pública y no industrializable: su acceso será manual, a partir de las condiciones recogidas en su *TERM SHEET* u “Hoja de Condiciones” o características de la emisión lo cual complica la valoración debido al tiempo de dedicación que tenemos que emplear para entender e interpretar la hoja de condiciones.

³⁹ Acrónimo de *International Securities Identification Number*, que es un código internacional alfanumérico de identificación del activo

Cálculo Riesgo de Mercado (agregación de subriesgos)

Recordando lo comentado anteriormente respecto a este riesgo, donde establecíamos que el riesgo de mercado lo obtenemos mediante la agregación de los subriesgos (tipo interés, spread, renta variable, Inmuebles, Divisa y Concentración) que componen este riesgo.

Datos necesarios para el cálculo

El riesgo de mercado se calcula una vez obtenido los resultados de todos y cada uno de los riesgos que lo componen:

Mkt_{int}	=	Gasto de capital del riesgo de tipos de interés
$Mkteq$	=	Gasto de capital por el riesgo de renta variable
$Mktprop$	=	Gasto de capital por el riesgo patrimonial
$Mktsp$	=	Gasto de capital por el riesgo de spread
$Mktconc$	=	Gasto de capital por concentraciones de riesgo
$Mktx$	=	Gasto de capital por el riesgo cambiario

Dichos subriesgos ya los hemos cuantificado (el detalle de los cálculos de cada uno de estos subriesgos se especifica más adelante):

TABLA Nº 24: DESGLOSE SCR INDIVIDUALIZADO DE LOS SUBRIESGOS DEL MÓDULO DE RIESGO DE MERCADO

SUBRIESGO	SCR INDIVIDUAL
TIPO INTERES	1.959.037
BOLSA	670.478
INMUEBLES	199.599
SPREAD	2.686.691
DIVISA	68.674
CONCENTRACIÓN	2.556.634

Fuente: Elaboración propia

La agregación de los citados subriesgos, como ya hemos mencionado, se realiza mediante la aplicación de correlaciones existentes entre los distintos riesgos. Debido a la dificultad de obtener información histórica de la interdependencia entre los distintos subriesgos que componen el módulo de riesgo de mercado, con la finalidad de obtener el SCR de Mercado, lo calcularemos acudiendo a la matriz de correlaciones establecidas en las especificaciones técnicas del QIS⁴⁰:

TABLA Nº 25: MATRIZ DE CORRELACIONES DEL RIESGO DE MERCADO

<i>CorrMkt</i>	<i>Mkt_{int}</i>	<i>Mkt_{eq}</i>	<i>Mkt_{prop}</i>	<i>Mkt_{sp}</i>	<i>Mkt_{conc}</i>	<i>Mkt_{fx}</i>
<i>Mkt_{int}</i>	1					
<i>Mkt_{eq}</i>	0	1				
<i>Mkt_{prop}</i>	0.5	0.75	1			
<i>Mkt_{sp}</i>	0.25	0.25	0.25	1		
<i>Mkt_{conc}</i>	0	0	0	0	1	
<i>Mkt_{fx}</i>	0.25	0.25	0.25	0.25	0	1

Fuente: Especificaciones técnicas QIS

A continuación, aplicamos la función matricial denominada ‘MMUL’ de Excel para el cálculo / agregación del riesgo de mercado. Dicha función matricial devuelve la matriz producto de dos matrices. El resultado es una matriz con el

⁴⁰http://www.icea.es/es-ES/informaciondelseguro/solvenciaii/Documents/Borrador_traducido_espa%C3%B1ol_Especificaciones_T%C3%A9cnicas_QIS_Unespa.pdf

mismo número de filas que matriz1 y el mismo número de columnas que matriz2.

TABLA Nº 26: CÁLCULO SCR DEL MÓDULO DE RIESGO DE MERCADO

Cálculo del riesgo de mercado	MKTint	MKTeq	MKTprop	MKTsp	MKTconc	MKTfx
SCR de los subriesgos del SCRmkt	1.959.037	670.478	199.599	2.686.691	2.556.634	68.674
correlación con MKTint	100%	0%	50%	25%	0%	25%
correlación con MKTeq	0%	100%	75%	25%	0%	25%
correlación con MKTprop	50%	75%	100%	25%	0%	25%
correlación con MKTsp	25%	25%	25%	100%	0%	25%
correlación con MKTconc	0%	0%	0%	0%	100%	0%
correlación con MKTfx	25%	25%	25%	25%	0%	100%

donde;

SCRmkt	$\text{RAIZ}(\text{MMULT}(\text{MMULT}(C2:H2*1, \$C\$3:\$H\$8*1); \text{TRANSPONER}(C2:H2*1)))$
SCRmkt	4.721.986

Fuente: Elaboración propia

Una vez aplicado dicha función, determinamos que el riesgo de mercado de nuestra cartera asciende a **4.721.986 euros**.

A continuación iremos detallando cómo hemos obtenido los resultados o el Requisito de capital de Solvencia ‘SCR’ de los distintos subriesgos que componen el módulo de riesgo de mercado acorde a un intervalo de confianza del 99,5% a un año.

4.3.1.- Riesgo de tipo de interés Mkt_{int}

Descripción

El riesgo de tipo de interés viene dado por todos los activos y pasivos cuyo valor neto sea sensible a las variaciones de la estructura temporal de los tipos de interés.

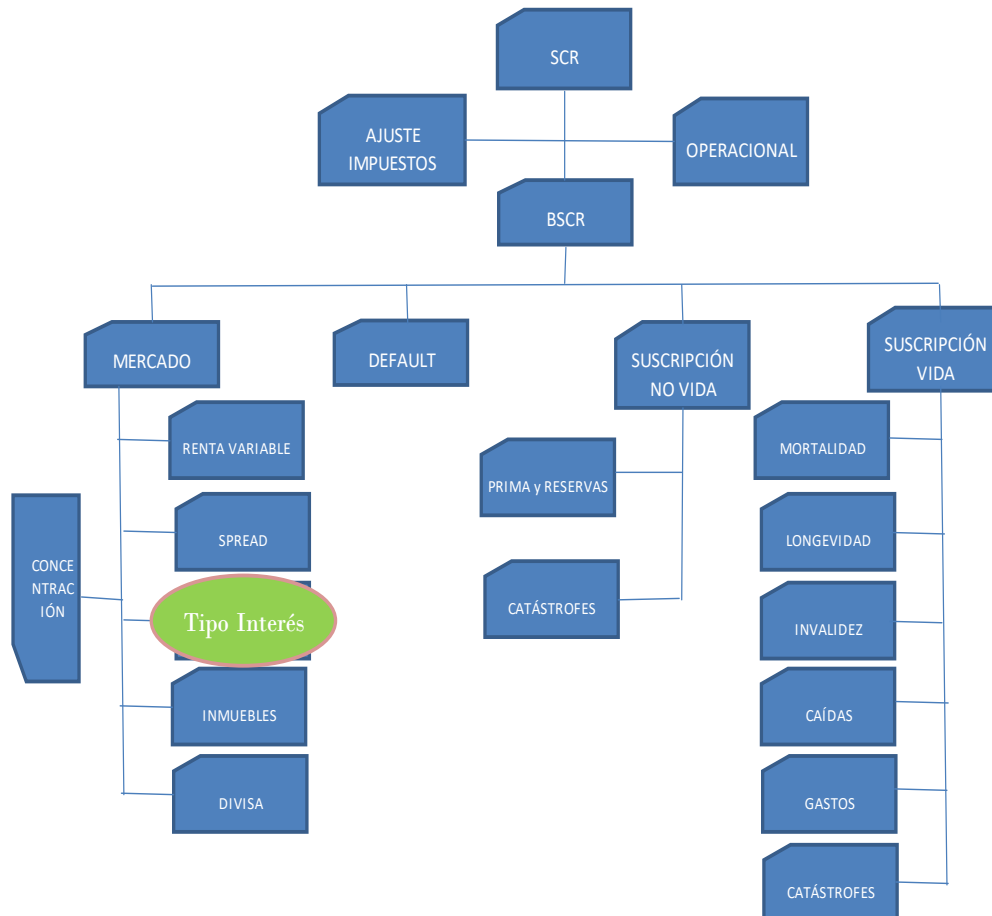
Los activos que sean sensibles a las variaciones de los tipos de interés incluirán inversiones en renta fija, pasivos de seguros e instrumentos de financiación (préstamos) así como derivados de tipos de interés. Los flujos de caja de pasivos recibidos en el futuro serán sensibles a una variación de la tasa de descuento de dichos flujos de caja [Meneu, Navarro y Barreira, 1992].

El valor de los activos y pasivos sensibles a las variaciones de los tipos de interés puede determinarse a través de la estructura temporal de tipos de interés (“tipos cero”). Obviamente, dicha estructura temporal puede variar a lo largo de un año.

Datos

Para el análisis es necesario introducir los siguientes datos:

NAV = Valor actualizado neto de los activos menos los pasivos

Cálculo Riesgo de Mercado - Subriesgo Tipo Interés

En este módulo de riesgo tratamos de ver cómo varía el activo y pasivo de la cartera de activos y pasivos de la compañía ante una modificación alcista y bajista de tipos de interés. El peor de estos dos escenarios será lo que computaremos como gasto de capital o SCR a efectos de riesgo de tipo de interés.

En primer lugar, necesitamos tener el desglose de los flujos probables o nominales con sus correspondientes vencimientos. Para ello, sumamos los flujos probables de activo y pasivo que ya habíamos calculado en la valoración del balance económico. En la tabla siguiente se detalla la composición de nuestra cartera:

TABLA Nº 27: FLUJOS DE ACTIVO Y PASIVO DE LA CARTERA

t	Vencimiento	NOMINAL	
		ACTIVO	PASIVO
1D	0,00	3.573.082,82	-753.068
30D	0,08	2.029.531,16	-729.353
60D	0,17	12.725.885,37	-2.050.063
180D	0,50	8.233.345,08	-4.504.988
1Y	1,00	10.096.810,73	-8.288.648
2Y	2,00	10.627.218,95	-10.743.003
3Y	3,00	10.671.556,92	-10.369.924
4Y	4,00	11.145.184,42	-9.930.973
5Y	5,00	9.056.108,87	-9.505.382
6Y	6,00	9.961.663,10	-9.076.266
7Y	7,00	7.550.489,73	-8.591.283
8Y	8,00	6.911.132,65	-8.154.393
9Y	9,00	6.568.530,92	-7.768.805
10Y	10,00	6.597.697,01	-7.349.102
11Y	11,00	5.481.786,68	-6.849.377
12Y	12,00	4.867.349,49	-6.404.863
13Y	13,00	4.456.152,52	-6.009.633
14Y	14,00	3.989.830,26	-5.533.688
15Y	15,00	3.568.633,14	-5.081.038
16Y	16,00	3.194.353,58	-4.670.791
17Y	17,00	2.813.091,69	-4.226.705
18Y	18,00	2.471.911,99	-3.810.521
19Y	19,00	2.176.522,62	-3.428.135
20Y	20,00	2.726.682,03	-4.379.154
22Y	22,00	3.675.179,84	-5.614.486
25Y	25,00	2.544.325,09	-4.003.041
27Y	27,00	3.390.472,91	-2.659.934
30Y	30,00	6.912.349,62	-2.511.849
35Y	35,00	44.122,70	-1.498.678
40Y	40,00	-	-751.371
50Y	50,00	-	-290.941

Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, descontamos dichos nominales a la curva *euro swap*:

TABLA Nº 28: DESCUENTO DE FLUJOS DE ACTIVO Y PASIVO DE LA CARTERA

TOTALES	168.061.002	-165.539.454	128.532.030	-118.309.648
DIFERENCIA ACTIVO - PASIVO:	2.521.548		10.222.382	
EUROSWAP	NOMINAL		NOMINAL DESCONTADO	
CURVA	ACTIVO	PASIVO	ACTIVO	PASIVO
2,54	3.573.082,82	-753.068	3.572.833	-753.015
2,54	2.029.531,16	-729.353	2.025.287	-727.828
2,54	12.725.885,37	-2.050.063	12.672.714	-2.041.497
2,54	8.233.345,08	-4.504.988	8.130.574	-4.448.755
2,54	10.096.810,73	-8.288.648	9.846.320	-8.083.016
2,68	10.627.218,95	-10.743.003	10.079.548	-10.189.365
2,95	10.671.556,92	-10.369.924	9.779.004	-9.502.599
3,13	11.145.184,42	-9.930.973	9.853.516	-8.780.025
3,26	9.056.108,87	-9.505.382	7.713.468	-8.096.133
3,39	9.961.663,10	-9.076.266	8.154.465	-7.429.692
3,51	7.550.489,73	-8.591.283	5.931.767	-6.749.428
3,60	6.911.132,65	-8.154.393	5.208.080	-6.144.974
3,72	6.568.530,92	-7.768.805	4.727.591	-5.591.469
3,80	6.597.697,01	-7.349.102	4.545.789	-5.063.505
3,87	5.481.786,68	-6.849.377	3.608.917	-4.509.266
3,94	4.867.349,49	-6.404.863	3.061.859	-4.029.049
3,96	4.456.152,52	-6.009.633	2.688.884	-3.626.269
3,98	3.989.830,26	-5.533.688	2.309.329	-3.202.920
4,00	3.568.633,14	-5.081.038	1.981.311	-2.821.001
3,98	3.194.353,58	-4.670.791	1.710.386	-2.500.931
3,96	2.813.091,69	-4.226.705	1.452.632	-2.182.597
3,95	2.471.911,99	-3.810.521	1.231.020	-1.897.652
3,94	2.176.522,62	-3.428.135	1.045.336	-1.646.458
3,92	2.726.682,03	-4.379.154	1.262.954	-2.028.352
3,92	3.675.179,84	-5.614.486	1.576.185	-2.407.900
3,92	2.544.325,09	-4.003.041	972.219	-1.529.613
3,92	3.390.472,91	-2.659.934	1.199.574	-941.104
3,92	6.912.349,62	-2.511.849	2.178.991	-791.814
3,92	44.122,70	-1.498.678	11.474	-389.741
3,92	-	-751.371	0	-161.198
3,92	-	-290.941	0	-42.480

Fuente: Elaboración propia

El gasto de capital por el riesgo de tipo de interés viene determinado como resultado de un escenario predefinido:

$$Mkt_{int}^{Up} = \Delta NAV$$

$$Mkt_{int}^{Down} = \Delta NAV$$

donde ΔNAV representa las variaciones del valor neto de los activos y pasivos debido a la variación de los tipos de interés utilizando estructuras temporales modificadas⁴¹ al alza y a la baja.

En definitiva, vamos a calcular el valor neto actualizado bajo los tres siguientes escenarios:

- Escenario central

$$NAV = \sum_{t=1}^n Flujo_t (1 + i_t)^{-t}$$

- Escenario 'up' o alcista (de la curva de tipos de interés) en la que respecto al escenario central únicamente se modifica la variación al alza de la estructura de los tipos de interés:

$$NAV = \sum_{t=1}^n Flujo_t (1 + i_t^{up})^{-t}$$

- Escenario 'down' o bajista en la que respecto al escenario central únicamente se modifica la variación a la baja de la estructura de los tipos de interés:

$$NAV = \sum_{t=1}^n Flujo_t (1 + i_t^{down})^{-t}$$

Estas estructuras temporales de los nuevos tipos de interés o intereses 'estresados' lo obtendremos multiplicando la curva actual de tipos de interés por $(1+i^{up})$ y $(1+i^{down})$, donde representa la tensión alcista $i^{up}(t)$ y la descendente $i^{down}(t)$ de cada uno de los plazos de vencimiento t .

⁴¹ A los efectos de las especificaciones, la expresión ΔNAV se utiliza con la convención de que valores positivos de ΔNAV significan que se producen pérdidas.

Para obtener dichas tensiones alcista y descendente en primer lugar obtenemos la curva *Euro Swap* a la fecha de cálculo correspondiente.

En nuestro caso, toda esta información lo extraeremos del *vendor Bloomberg*.

TABLA Nº 29: *TICKER'S BLOOMBERG DE LA CURVA EURO SWAP*

Bloomberg Ticker	Name
I05303M Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 3 Month
I05306M Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 6 Month
I05301Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 1 Year
I05302Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 2 Year
I05303Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 3 Year
I05304Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 4 Year
I05305Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 5 Year
I05306Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 6 Year
I05307Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 7 Year
I05308Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 8 Year
I05309Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 9 Year
I05310Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 10 Year
I05315Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 15 Year
I05320Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 20 Year
I05330Y Index	EUR Swap Annual (IYC 53) Zero Coupon Yield 30 Year

Fuente: Elaboración propia

Extraemos la curva *euro swap* de años anteriores con la finalidad de calcular la volatilidad observada (desviaciones estándar).

TABLA Nº 30: CURVA *EURO SWAP* ANUAL

Currency : EUR																
Source : Bloomberg																
Date	3M	6M	1Y	2Y	3Y	4Y	5Y	6Y	7Y	8Y	9Y	10Y	15Y	20Y	30Y	
01/01/2001	4,855	4,833	4,719	4,709	4,798	4,916	5,036	5,169	5,293	5,408	5,508	5,588	5,921	6,087	6,082	
01/02/2001	4,712	4,606	4,576	4,605	4,7	4,795	4,893	5,015	5,128	5,232	5,313	5,384	5,72	5,916	5,952	
01/03/2001	4,756	4,632	4,616	4,615	4,688	4,787	4,89	5,002	5,121	5,224	5,304	5,372	5,701	5,905	5,965	
01/04/2001	4,561	4,426	4,359	4,375	4,479	4,601	4,728	4,86	5	5,111	5,21	5,296	5,66	5,885	5,972	
01/05/2001	4,802	4,743	4,79	4,805	4,896	5,017	5,112	5,207	5,305	5,396	5,479	5,554	5,877	6,06	6,149	
01/06/2001	4,513	4,417	4,431	4,518	4,677	4,839	4,995	5,138	5,275	5,399	5,5	5,578	5,918	6,113	6,178	
01/07/2001	4,441	4,375	4,391	4,476	4,648	4,802	4,965	5,138	5,302	5,429	5,541	5,633	6,007	6,208	6,282	
01/08/2001	4,429	4,326	4,261	4,336	4,482	4,631	4,787	4,944	5,097	5,224	5,329	5,417	5,789	5,974	6,001	
01/09/2001	4,253	4,123	4,021	4,083	4,254	4,444	4,608	4,781	4,94	5,086	5,201	5,291	5,673	5,869	5,916	
01/10/2001	3,656	3,546	3,499	3,689	3,977	4,227	4,459	4,673	4,851	5,014	5,15	5,264	5,721	5,953	6,022	
01/11/2001	3,512	3,342	3,206	3,283	3,518	3,757	3,979	4,184	4,349	4,49	4,603	4,698	5,052	5,2	5,249	
01/12/2001	3,36	3,242	3,259	3,627	3,94	4,154	4,351	4,537	4,687	4,815	4,907	4,99	5,321	5,481	5,478	
01/01/2002	3,3	3,251	3,415	3,91	4,256	4,496	4,718	4,906	5,067	5,194	5,292	5,368	5,614	5,698	5,642	
01/02/2002	3,375	3,415	3,64	4,095	4,385	4,577	4,737	4,881	4,997	5,083	5,157	5,213	5,407	5,486	5,414	
01/03/2002	3,367	3,413	3,694	4,137	4,438	4,665	4,836	4,979	5,099	5,2	5,282	5,342	5,573	5,687	5,623	
01/04/2002	3,448	3,592	4,007	4,51	4,795	4,987	5,134	5,256	5,347	5,435	5,518	5,558	5,772	5,862	5,809	
01/05/2002	3,385	3,491	3,789	4,24	4,512	4,801	4,905	5,116	5,232	5,321	5,394	5,453	5,679	5,789	5,731	
01/06/2002	3,485	3,635	4,041	4,445	4,697	4,895	5,045	5,17	5,272	5,359	5,427	5,485	5,689	5,795	5,746	
01/07/2002	3,438	3,522	3,776	4,136	4,401	4,608	4,772	4,919	5,049	5,155	5,241	5,31	5,514	5,581	5,459	
01/08/2002	3,371	3,398	3,492	3,752	4,05	4,282	4,472	4,635	4,776	4,886	4,976	5,047	5,277	5,379	5,275	
01/09/2002	3,358	3,361	3,423	3,348	3,796	4,121	4,301	4,466	4,615	4,74	4,836	4,911	5,153	5,272	5,189	
01/10/2002	3,279	3,164	3,087	3,272	3,533	3,761	3,969	4,157	4,331	4,471	4,591	4,688	5,022	5,186	5,152	
01/11/2002	3,236	3,133	3,095	3,302	3,593	3,875	4,128	4,34	4,523	4,672	4,801	4,902	5,253	5,416	5,387	
01/12/2002	3,047	2,988	3,011	3,281	3,57	3,835	4,052	4,251	4,42	4,566	4,69	4,794	5,136	5,288	5,268	
01/01/2003	2,835	2,795	2,714	2,879	3,167	3,461	3,708	3,921	4,106	4,265	4,402	4,517	4,906	5,083	5,07	
01/02/2003	2,784	2,68	2,642	2,784	3,039	3,295	3,542	3,759	3,955	4,121	4,264	4,377	4,753	4,921	4,921	
01/03/2003	2,41	2,308	2,363	2,486	2,732	3,002	3,246	3,485	3,71	3,908	4,074	4,218	4,701	4,922	4,982	
01/04/2003	2,395	2,301	2,386	2,569	2,883	3,185	3,436	3,657	3,861	4,048	4,208	4,335	4,794	5,055	5,129	
01/05/2003	2,475	2,376	2,363	2,559	2,876	3,183	3,44	3,671	3,87	4,049	4,195	4,322	4,795	5,047	5,153	
01/06/2003	2,245	2,151	2,142	2,263	2,514	2,789	3,039	3,267	3,478	3,668	3,832	3,971	4,474	4,761	4,939	
01/07/2003	2,085	2,026	2,047	2,236	2,522	2,837	3,115	3,352	3,575	3,758	3,933	4,062	4,601	4,936	5,149	
01/08/2003	2,1	2,125	2,36	2,848	3,249	3,484	3,722	3,905	4,068	4,219	4,327	4,446	4,868	5,101	5,289	
01/09/2003	2,125	2,176	2,375	2,827	3,198	3,495	3,729	3,921	4,091	4,234	4,354	4,457	4,855	5,1	5,261	
01/10/2003	2,07	2,055	2,145	2,447	2,721	3,124	3,379	3,603	3,808	3,984	4,135	4,259	4,758	5,042	5,248	
01/11/2003	2,125	2,186	2,413	2,864	3,241	3,544	3,786	3,988	4,162	4,31	4,433	4,532	4,924	5,178	5,304	
01/12/2003	2,13	2,15	2,556	3,036	3,446	3,75	3,983	4,183	4,339	4,482	4,6	4,691	5,056	5,269	5,394	
01/01/2004	2,105	2,156	2,333	2,767	3,156	3,473	3,727	3,942	4,125	4,283	4,41	4,52	4,915	5,144	5,29	
01/02/2004	2,065	2,106	2,296	2,74	3,087	3,401	3,659	3,882	4,078	4,241	4,381	4,498	4,941	5,187	5,311	
01/03/2004	2,025	2	2,112	2,445	2,81	3,129	3,409	3,646	3,847	4,034	4,187	4,313	4,772	5,057	5,226	
01/04/2004	1,995	1,907	2,044	2,368	2,7	3,02	3,289	3,532	3,744	3,933	4,092	4,226	4,708	4,988	5,149	
01/05/2004	2,045	2,075	2,245	2,641	3,002	3,293	3,569	3,801	3,981	4,166	4,314	4,438	4,873	5,13	5,276	
01/06/2004	2,065	2,125	2,374	2,831	3,211	3,514	3,777	3,996	4,191	4,349	4,489	4,606	5,007	5,243	5,363	
01/07/2004	2,063	2,155	2,405	2,859	3,228	3,531	3,775	3,981	4,153	4,305	4,43	4,537	4,913	5,123	5,238	
01/08/2004	2,094	2,155	2,394	2,814	3,159	3,444	3,679	3,877	4,097	4,205	4,333	4,439	4,811	5,023	5,14	
01/09/2004	2,094	2,127	2,307	2,639	2,965	3,241	3,478	3,688	3,865	4,024	4,159	4,271	4,673	4,9	5,036	
01/10/2004	2,125	2,188	2,397	2,726	3,017	3,263	3,48	3,684	3,867	4,021	4,148	4,255	4,641	4,846	4,998	
01/11/2004	2,125	2,158	2,329	2,584	2,851	3,096	3,316	3,516	3,697	3,857	3,992	4,104	4,509	4,758	4,912	
01/12/2004	2,126	2,188	2,282	2,488	2,729	2,96	3,166	3,357	3,53	3,682	3,817	3,931	4,32	4,566	4,716	
01/01/2005	2,126	2,189	2,274	2,621	2,836	3,019	3,182	3,341	3,489	3,622	3,736	3,836	4,194	4,428	4,581	
01/02/2005	2,095	2,158	2,319	2,557	2,757	2,931	3,087	3,229	3,362	3,483	3,591	3,683	3,996	4,184	4,291	
01/03/2005	2,105	2,174	2,38	2,664	2,891	3,093	3,263	3,419	3,56	3,689	3,8	3,894	4,204	4,373	4,475	
01/04/2005	2,125	2,175	2,352	2,612	2,823	3	3,159	3,309	3,451	3,578	3,69	3,787	4,119	4,295	4,405	
01/05/2005	2,11	2,135	2,22	2,4	2,596	2,779	2,943	3,1	3,247	3,382	3,503	3,606	3,962	4,156	4,29	
01/06/2005	2,085	2,095	2,14	2,251	2,414	2,591	2,751	2,91	3,056	3,188	3,309	3,408	3,781	3,985	4,113	
01/07/2005	2,085	2,075	2,123	2,219	2,37	2,525	2,682	2,831	2,97	3,098	3,211	3,312	3,668	3,864	3,976	
01/08/2005	2,126	2,156	2,222	2,426	2,583	2,728	2,869	3,005	3,134	3,256	3,366	3,463	3,799	3,978	4,092	
01/09/2005	2,133	2,155	2,197	2,283	2,409	2,53	2,653	2,781	2,896	3,019	3,126	3,216	3,551	3,734	3,844	
01/10/2005	2,176	2,209	2,323	2,528	2,656	2,754	2,853	2,95	3,048	3,143	3,234	3,315	3,619	3,786	3,869	
01/11/2005	2,264	2,382	2,552	2,823	2,947	3,053	3,157	3,246	3,334	3,415	3,498	3,57	3,844	3,988	4,065	
01/12/2005	2,476	2,598	2,757	2,905	3,013	3,105	3,189	3,268	3,346	3,425	3,497	3,565	3,82	3,977	4,052	
01/01/2006	2,49	2,638	2,846	3,032	3,123	3,175	3,224	3,276	3,321	3,378	3,427	3,478	3,696	3,814	3,855	

Tras volcar los datos, en nuestro caso, utilizaremos Excel para calcular la media y la desviación estándar.

TABLA Nº 31: CÁLCULO DE LA MEDIA Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR CON EXCEL

Volatilidad observada:		diferencia de tasas			
Vencimiento	1	2	3	4	
Promedio	=PROMEDIO(R59:R129)	=PROMEDIO(S59:S129)	=PROMEDIO(T59:T129)	=PROMEDIO(U59:U129)	
Desv. Estándar	=DESVEST(R59:R129)*RAZ(12)	=DESVEST(S59:S129)*RAZ(12)	=DESVEST(T59:T129)*RAZ(12)	=DESVEST(U59:U129)*RAZ(12)	
Vencimiento	5	6	7	8	
Promedio	=PROMEDIO(V59:V129)	=PROMEDIO(W59:W129)	=PROMEDIO(X59:X129)	=PROMEDIO(Y59:Y129)	
Desv. Estándar	=DESVEST(V59:V129)*RAZ(12)	=DESVEST(W59:W129)*RAZ(12)	=DESVEST(X59:X129)*RAZ(12)	=DESVEST(Y59:Y129)*RAZ(12)	
Vencimiento	9	10	15	20	30
Promedio	=PROMEDIO(Z59:Z129)	=PROMEDIO(AA59:AA129)	=PROMEDIO(AB59:AB129)	=PROMEDIO(AC59:AC129)	=PROMEDIO(AD59:AD129)
Desv. Estándar	=DESVEST(Z59:Z129)*RAZ(12)	=DESVEST(AA59:AA129)*RAZ(12)	=DESVEST(AB59:AB129)*RAZ(12)	=DESVEST(AC59:AC129)*RAZ(12)	=DESVEST(AD59:AD129)*RAZ(12)

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculada la volatilidad la multiplicamos por 2,5758 (volatilidad de la distribución Normal correspondiente al percentil 99,5%). Utilizando Excel lo obtenemos mediante la siguiente función:

=DISTR.NORM.ESTAND.INV(0,995)		2,5758

Una vez que tensionamos la curva euro swap acorde a las volatilidades observadas y ajustadas a una distribución normal de percentil 99,5% obtenemos las siguientes variaciones relativas.

TABLA Nº 32: CURVA EURO SWAP INCLUYENDO *STRESS* ALCISTA Y BAJISTA

Plazo	Curva Inicial	Curva Subida Tipos $S^{up}(t)$	Curva Bajada Tipos $S^{down}(t)$
1	2,54%	4,94%	1,25%
2	2,68%	4,75%	1,42%
3	2,95%	4,99%	1,65%
4	3,13%	5,07%	1,81%
5	3,26%	5,09%	1,96%
6	3,39%	5,16%	2,10%
7	3,51%	5,23%	2,21%
8	3,60%	5,26%	2,34%
9	3,72%	5,36%	2,46%
10	3,80%	5,39%	2,50%
11	3,87%	5,50%	2,56%
12	3,94%	5,59%	2,60%
13	3,96%	5,63%	2,62%
14	3,98%	5,66%	2,63%
15	4,00%	5,68%	2,64%
16	3,98%	5,61%	2,67%
17	3,96%	5,55%	2,66%
18	3,95%	5,49%	2,69%
19	3,94%	5,43%	2,72%
20+	3,92%	5,37%	2,71%

Fuente: Elaboración propia

El gasto de capital del riesgo de tipo de interés se deriva del tipo de *shock* que produce el gasto de capital más elevado [Ferruz, Portillo y Sarto, 2005]:

- Si $nMkt_{int}^{Up} > nMkt_{int}^{Down}$ entonces $nMkt_{int} = \max(nMkt_{int}^{Up}, 0)$; y
 $Mkt_{int} = Mkt_{int}^{Up}$ si $nMkt_{int} > 0$
- Si $nMkt_{int}^{Up} \leq nMkt_{int}^{Down}$ entonces $nMkt_{int} = \max(nMkt_{int}^{Down}, 0)$; y
 $Mkt_{int} = Mkt_{int}^{Down}$ si $nMkt_{int} > 0$

Calculamos la sensibilidad de la cartera aplicando la curva alcista:

TABLA Nº 33: DESCUENTO DE FLUJOS DE ACTIVO Y PASIVO DE LA CARTERA CON CURVA ALCISTA

TOTALES	116.686.306	-104.599.222
ACTIVO - PASIVO:		12.087.084
UP	NOMINAL DESCONTADO	
CURVA	ACTIVO	PASIVO
4,94	3.572.605	-752.967
4,94	2.021.400	-726.431
4,94	12.624.118	-2.033.669
4,94	8.037.396	-4.397.772
4,94	9.621.934	-7.898.813
4,75	9.686.184	-9.791.716
4,99	9.220.408	-8.959.792
5,07	9.146.027	-8.149.613
5,09	7.066.064	-7.416.611
5,16	7.367.317	-6.712.507
5,23	5.285.984	-6.014.627
5,26	4.587.580	-5.412.850
5,36	4.105.933	-4.856.215
5,39	3.903.170	-4.347.698
5,50	3.041.855	-3.800.733
5,59	2.533.386	-3.333.639
5,63	2.187.319	-2.949.851
5,66	1.846.928	-2.561.594
5,68	1.557.906	-2.218.154
5,61	1.333.081	-1.949.234
5,55	1.123.046	-1.687.390
5,49	944.698	-1.456.278
5,43	796.848	-1.255.076
5,37	956.985	-1.536.954
5,37	1.161.653	-1.774.630
5,37	687.323	-1.081.380
5,37	824.851	-647.122
5,37	1.437.248	-522.275
5,37	7.061	-239.846
5,37	0	-92.554
5,37	0	-21.232

Fuente: Elaboración propia

Hacemos lo mismo utilizando esta vez la curva bajista:

TABLA Nº 34: ACTUALIZACIÓN DE FLUJOS DE ACTIVO Y PASIVO DE LA CARTERA CON CURVA BAJISTA

TOTALES	139.541.136	-131.277.791
ACTIVO - PASIVO:	8.263.345	
DOWN	NOMINAL DESCONTADO	
CURVA	ACTIVO	PASIVO
1,25	3.572.960	-753.042
1,25	2.027.437	-728.601
1,25	12.699.637	-2.045.834
1,25	8.182.503	-4.477.169
1,25	9.972.498	-8.186.597
1,42	10.331.546	-10.444.108
1,65	10.158.961	-9.871.817
1,81	10.371.922	-9.241.953
1,96	8.219.751	-8.627.532
2,10	8.792.058	-8.010.615
2,21	6.479.434	-7.372.588
2,34	5.743.679	-6.776.923
2,46	5.279.810	-6.244.595
2,50	5.151.599	-5.738.310
2,56	4.152.708	-5.188.721
2,60	3.577.345	-4.707.368
2,62	3.185.749	-4.296.347
2,63	2.774.527	-3.848.125
2,64	2.413.901	-3.436.924
2,67	2.096.302	-3.065.218
2,66	1.801.552	-2.706.854
2,69	1.534.197	-2.365.007
2,72	1.308.232	-2.060.533
2,71	1.598.215	-2.566.794
2,71	2.042.112	-3.119.686
2,71	1.304.889	-2.053.010
2,71	1.648.395	-1.293.219
2,71	3.101.894	-1.127.184
2,71	17.325	-588.450
2,71	0	-258.140
2,71	0	-76.526

Fuente: Elaboración propia

La variación de la cartera de ambos escenarios es la siguiente:

<u>VARIACIÓN</u>	
<u>CARTERA</u>	<u>ESCENARIO</u>
1.864.702	UP
-1.959.037	DOWN
	PEOR DIFERENCIA

El Requerimiento de Capital por riesgo de tipo de interés es el resultado del peor escenario, en nuestro caso, el escenario bajista de tipos de interés. El importe asciende a **1.959.037 euros**.

4.3.2.- Riesgo de renta variable Mkt_{eq}

Descripción

Se define como la volatilidad de los precios de mercado en los activos de renta variable. Distinguimos los dos siguientes riesgos:

- Riesgo sistemático: se refiere a la sensibilidad de la rentabilidad de los títulos de renta variable respecto a la rentabilidad de las carteras de mercado que no se puede reducir a través de la diversificación de los títulos. Por tanto, se denomina riesgo no diversificable [Meneu, Jordá y Barreira, 1994].
- Riesgo idiosincrásico: Este surge debido a una diversificación inadecuada.

Por tanto, en este submódulo de riesgo de renta variable únicamente valoraremos el riesgo sistemático, mientras para el idiosincrásico de la renta variable tenemos un submódulo específico para medirlo. Se trata del submódulo de riesgo de concentración.

En definitiva, los escenarios de *shock* supuestos⁴² para cada uno de los índices reflejan el riesgo sistemático inherente a esta cartera de mercado.

Datos

Es necesario introducir los siguientes datos:

$$NAV = \text{Valor neto de los activos menos los pasivos}$$

⁴² Una fuente de información interesante que recomendamos para el riesgo de renta variable, son los rendimientos obtenidos por el índice MSCI (Morgan Stanley Capital Investment).

Cálculo Riesgo de Mercado - Subriesgo Renta Variable



El gasto de capital $Mkt_{eq,i}$ se determina como el efecto inmediato sobre el valor neto de los activos y pasivos esperado en caso de producirse un escenario de tensión de renta variable $shock_i$ teniendo en cuenta todas las exposiciones de la entidad, directas e indirectas, a los precios de los títulos de renta variable. Debe suponerse que la cartera de renta variable presenta el mismo grado de exposición al riesgo sistemático que el propio índice (que se toma como *proxy* del riesgo). Se supone, por tanto, que el valor de beta es 1 [El Karoui y Geman, 1991].

En un segundo paso, el gasto de capital del riesgo de renta variable se obtiene a partir de la combinación de los gastos de capital de cada uno de los índices utilizando una matriz de correlación como se indica a continuación:

$$Mkt_{eq} = \sqrt{\sum_{rxc} CorrIndex^{rxc} \bullet Mkt_r \bullet Mkt_c}$$

donde

$CorrIndex^{rxc}$ = Cada una de las celdas de la matriz de correlaciones $CorrIndex$

Mkt_r, Mkt_c = Gastos de capital asociados al riesgo de renta variable para cada uno de los índices de acuerdo con las filas y columnas de la matriz de correlaciones $CorrIndex$

Partimos de la base que nuestra cartera va a estar compuesta por:

- acciones que cotizan en el IBEX 35
- activo indexado a distintos índices bursátiles
- Fondo de renta variable y participación en distintas sociedades en las que no se dispone de información histórica de la volatilidad de los activos.

La valoración del riesgo de renta variable que se muestra a continuación fue publicado en la revista científica *Análisis Financiero* (nº 117. ISSN: 0210-2358), bajo el título “Simulación Estocástica en la determinación del valor en riesgo de los activos financieros” (Barañano et al., 2016).

– a) Acciones Compañía IBEX (valoración método Monte Carlo)

Respecto de la valoración de activos, la utilización del método Monte Carlo permite obtener el valor final que tendría un activo financiero, o una cartera de ellos, después de replicar miles de veces la trayectoria que puede seguir en el tiempo. Este ejercicio irá desde el caso más simple, en el que se valora un único activo básico -un bono o una acción-, hasta el más complejo, en el que se valora una cartera compuesta por varios activos y/o derivados.

En todos los casos, la premisa básica es la asunción de alguna hipótesis sobre el comportamiento estocástico de los precios. De todas formas, antes de realizar cualquier simulación se debería realizar una Bondad de Ajuste.

Tradicionalmente, la teoría financiera supone que los precios siguen una distribución lognormal, o bien que los rendimientos siguen una normal, en cuyo caso el valor del activo en cualquier instante del tiempo se puede expresar como:

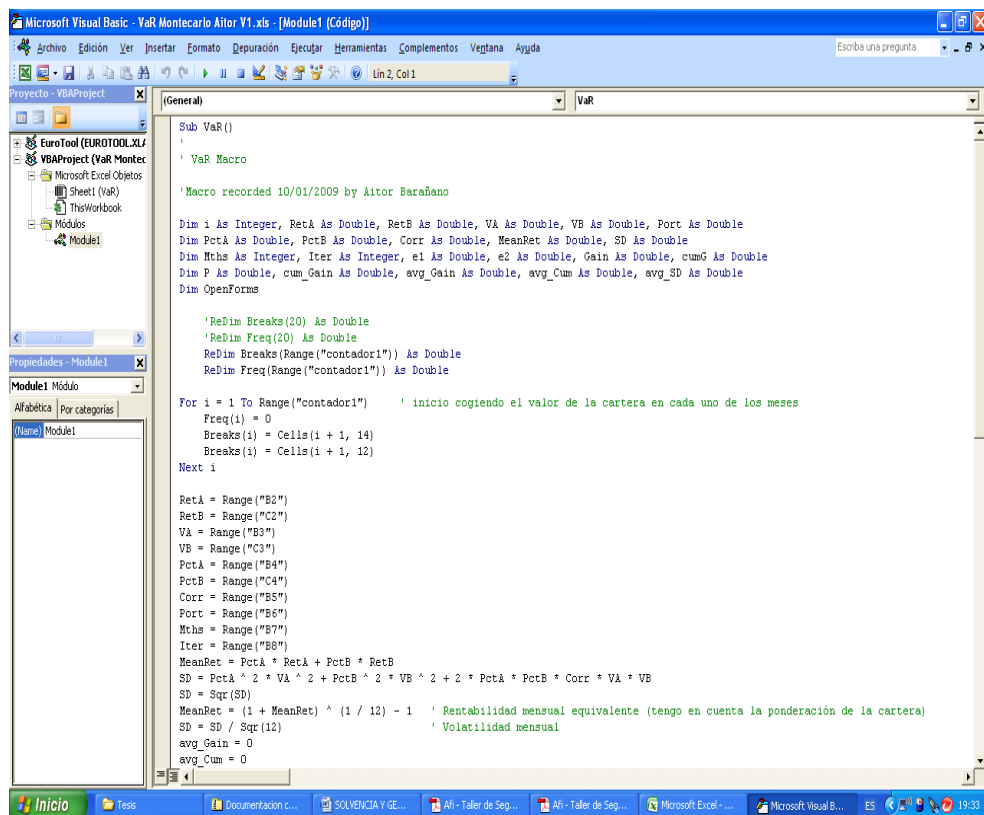
$$P_t = P_0 e^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t}\xi} \quad / \quad \xi \approx N(0,1) \quad \Delta t = t - t_0$$

siendo μ el rendimiento medio.

Así, si tenemos una cartera de renta variable que está compuesta de acciones de una única compañía, siendo el valor actual del portfolio de 1.000.000 euros, con un rendimiento y volatilidad medios anuales del 8% y 18% respectivamente, y se deseara saber cuál es la pérdida probable que se puede sufrir, no habría más que generar miles de números aleatorios que siguiesen una normal estándar, sustituir cada uno de ellos en la expresión anterior y obtener para cada uno de ellos el precio al cabo del año.

Para hacer simulaciones, se ha diseñado, mediante programación en visual Basic, una macro para Excel que genera una multitud de simulaciones. Se adjunta parte de la codificación empleada en Visual Basic:

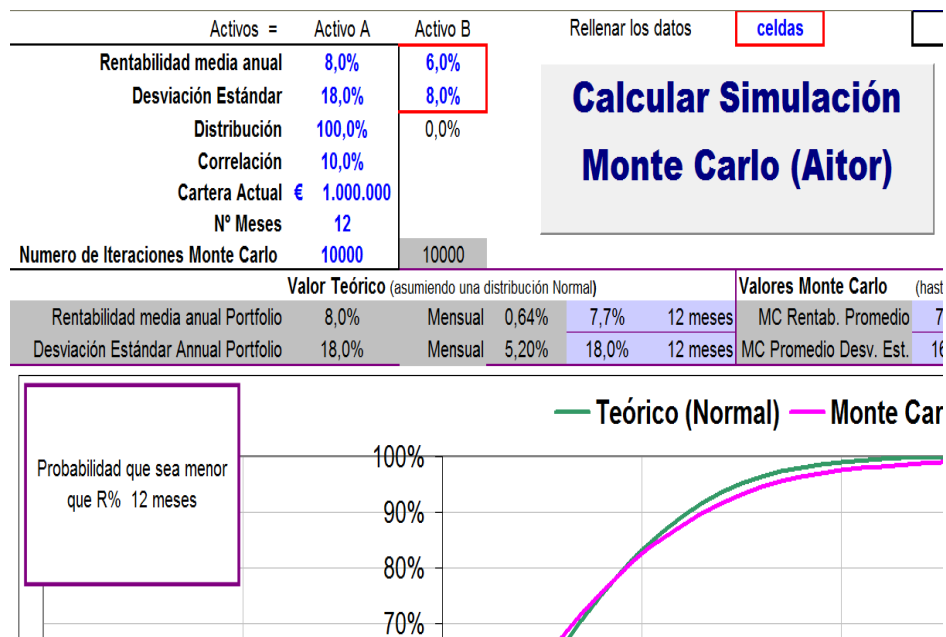
GRÁFICO Nº 15: SIMULACIÓN MONTECARLO MEDIANTE VISUAL BASIC



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la hoja de cálculo introducimos los datos de rentabilidad y volatilidad del activo:

TABLA Nº 35: DATOS DE ENTRADA PARA LA SIMULACIÓN MONTECARLO – SUBRIESGO RENTA VARIABLE



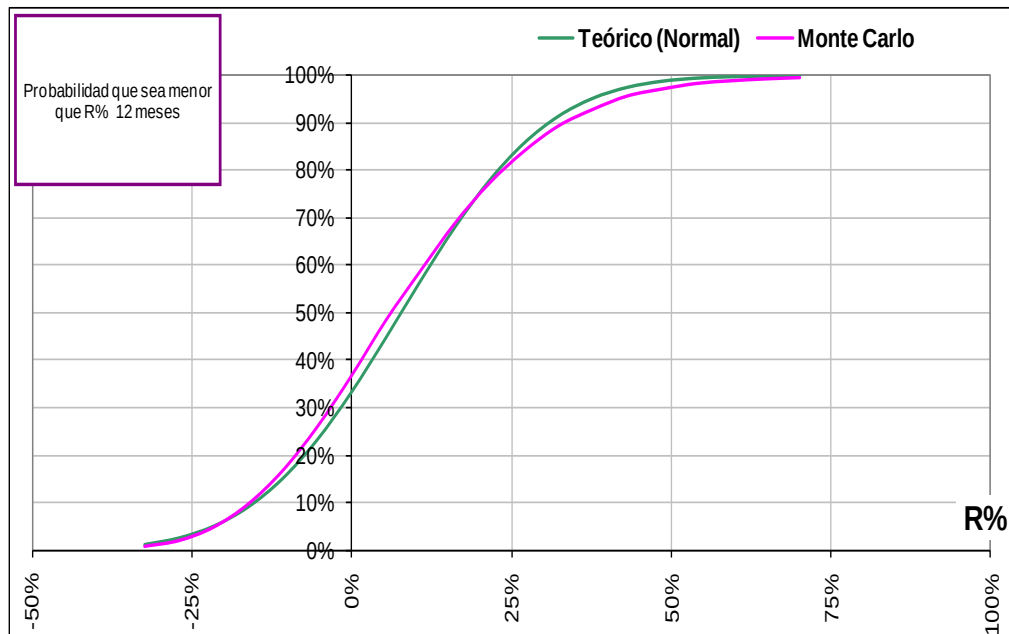
Fuente: Elaboración propia

Introducimos los datos comentados:

Rentabilidad media anual	8,0%
Desviación Estándar	18,0%
Distribución	100,0%
Correlación	10,0%
Cartera Actual €	1.000.000
Nº Meses	12
Numero de Iteraciones Monte Carlo	10000

Tras realizar 10.000 réplicas, mediante el gráfico siguiente recogemos los distintos porcentajes de rentabilidades esperadas así como su probabilidad de ocurrencia:

GRÁFICO Nº 16: RENTABILIDAD ESPERADA CON SIMULACIÓN MONTECARLO

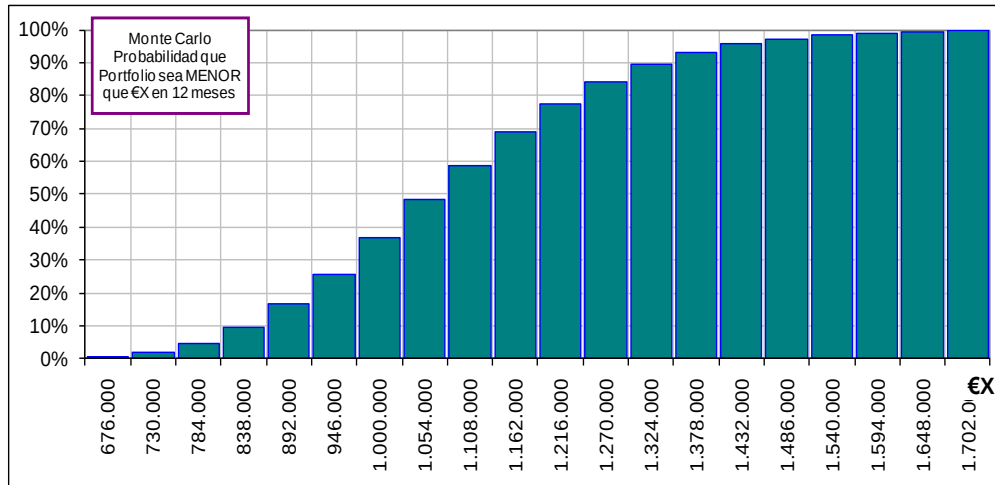


Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se puede apreciar que existe una probabilidad de pérdida entorno al 35%. Adicionalmente, que la simulación Monte Carlo se ajusta con la Teórico Normal.

Por otro lado, teniendo en cuenta las rentabilidades y probabilidades mencionadas anteriormente, obtenemos el siguiente gráfico:

GRÁFICO Nº 17: VALOR CARTERA ESPERADA CON SIMULACIÓN MONTECARLO



Fuente: Elaboración propia

Dado que nuestro objetivo es calcular el VaR con un Intervalo de Confianza del 99,5%, el valor esperado de la cartera sería de 676.000 euros. Por consiguiente, teniendo en cuenta que tenemos una cartera actual valorada en 1.000.000 euros **la pérdida esperada a un año y con un Intervalo de Confianza del 99,5% ascendería a 324.000 euros.**

– b) Cálculo Riesgo Renta Variable – Indexados (valoración método Monte Carlo):

Supongamos que tenemos otra cartera compuesta por cuatro activos Indexados. El valor actual de dicha cartera asciende a 1.000.000 euros y el porcentaje de asignación de la cartera a cada uno de los activos es equitativa, es decir, asignamos un 25% de la cartera a cada uno de los cuatro activos que componen nuestra cartera.

Antes de realizar las simulaciones, obtenemos los datos históricos de la evolución de los distintos índices en aras de obtener rentabilidades medias, desviaciones típicas, y en su caso, reflejar la correlación existente entre ellos.

Activos =	S&P 500	GOLD/SILVER INDX	RUSSELL 2000	NASDAQ
Promedio Revalorización índices:	0,207%	1,355%	0,697%	0,373%
Desviación Estándar	3,9%	9,1%	5,5%	7,9%
Distribución	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%

Fuente: Elaboración propia

Siendo el resultado de la matriz de correlaciones entre los distintos activos el siguiente:

TABLA Nº 38: RESULTADOS MATRIZ DE CORRELACIONES DE LOS ÍNDICES MEDIANTE COEFICIENTE DE PEARSON

Matriz Correlación	107 registros			
	S&P 500	GOLD/SILVER	RUSSELL 2000	NASDAQ
S&P 500	100%	14%	70%	80%
GOLD/SILVER INDX	14%	100%	28%	10%
RUSSELL 2000	70%	70%	100%	83%
NASDAQ	80%	10%	83%	100%

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se ha comentado anteriormente, esta matriz se ha obtenido mediante el Coeficiente de Pearson. Para ello se ha utilizado la función “Pearson” que lo facilita Excel:

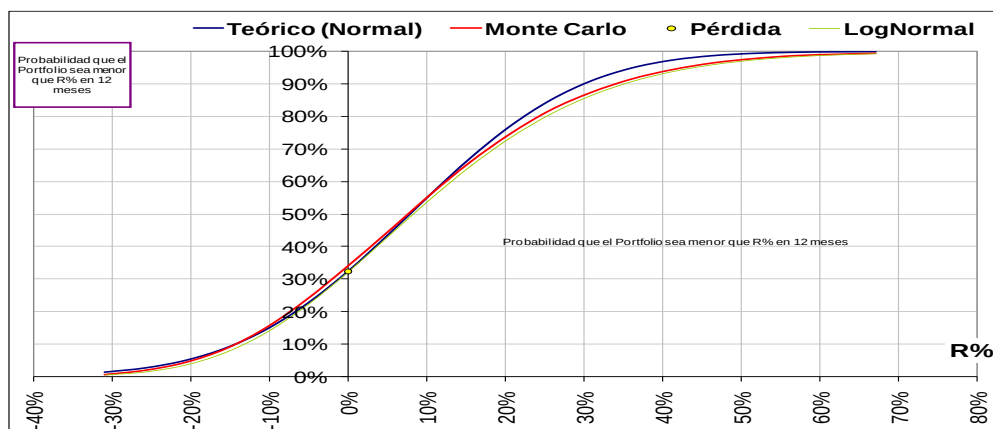
TABLA Nº 39: FORMULACIÓN COEFICIENTE DE PEARSON EN EXCEL

Matriz	=" "&TEXTQ(AC2;"0")&" registros"			
Correlación	=B1	=C1	=D1	=E1
=B1	=PEARSON(Y\$2:Y\$3000;Y\$2:Y\$3000)	=PEARSON(Y\$2:Y\$3000;Z\$2:Z\$3000)	=PEARSON(Y\$2:Y\$3000;AA\$2:AA\$3000)	=PEARSON(Y\$2:Y\$3000;AB\$2:AB\$3000)
=C1	=H4	=PEARSON(Z\$2:Z\$3000;Z\$2:Z\$3000)	=PEARSON(Z\$2:Z\$3000;AA\$2:AA\$3000)	=PEARSON(Z\$2:Z\$3000;AB\$2:AB\$3000)
=D1	=I4	=I4	=PEARSON(AA\$2:AA\$3000;AA\$2:AA\$3000)	=PEARSON(AA\$2:AA\$3000;AB\$2:AB\$3000)
=E1	=J4	=J5	=J6	=PEARSON(AB\$2:AB\$3000;AB\$2:AB\$3000)

Fuente: Elaboración propia

Realizamos, teniendo en cuenta estas correlaciones, 10.000 simulaciones Monte Carlo y vemos, por un lado, que la distribución se ajusta a una LogNormal, y por otro lado, la probabilidad de que la cartera tenga pérdidas asciende al 32%:

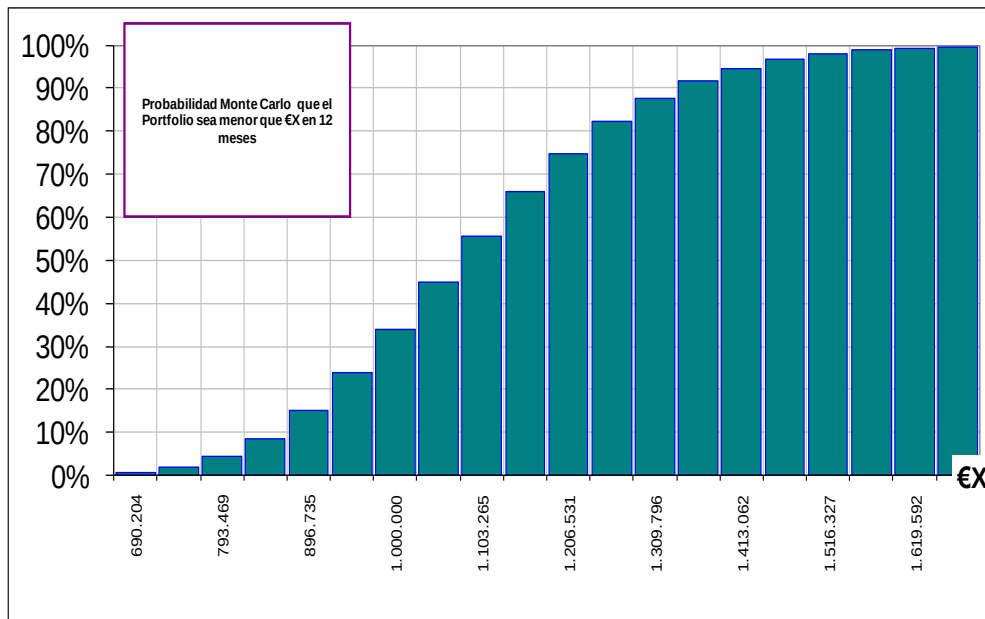
GRÁFICO Nº 18: RENTABILIDAD ESPERADA DE LOS ÍNDICES MEDIANTE SIMULACIÓN MONTECARLO



Fuente: Elaboración propia

Por último, reflejamos los distintos valores esperados de la cartera para distintas probabilidades de ocurrencia, acorde a los 10.000 escenarios simulados:

GRÁFICO Nº 19: VALOR CARTERA ESPERADA DE LOS ÍNDICES MEDIANTE SIMULACIÓN MONTECARLO



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se puede apreciar que el valor de la cartera esperado para el Intervalo de Confianza (99,5%) asciende a 690.204 euros. Por tanto, **el VaR o la pérdida esperada a 1 año y con un Intervalo de Confianza del 99,5% asciende a 309.796 euros.**

- c) **Fondo de renta variable y participación en distintas sociedades en las que no se dispone de información histórica de la volatilidad de los activos (valoración método aproximación).**

Al igual que se establecen en las especificaciones técnicas del QIS, para la determinación del gasto de capital del riesgo de renta variable se utilizarán los siguientes índices:

- el índice de renta variable “Global” comprende los títulos que cotizan en bolsa en los países de la EEA y la OCDE, y
- el índice de renta variable de “Otros” incluye los títulos que cotizan en bolsa solamente en mercados emergentes, así como aquellos que no cotizan en bolsa, fondos de cobertura y otras inversiones alternativas, y por consiguiente, mayor volatilidad

También establecíamos que consideraríamos las mismas volatilidades que las establecidas en las especificaciones técnicas del QIS para los distintos índices (consideramos que se trata de una buena aproximación de la volatilidad histórica a un año con percentil 99,5%):

	GLOBAL	OTROS
% Volatilidad	32	45

Tal y como acabamos de señalar, asumimos que estas aproximaciones son aceptables para nuestro objetivo. A modo justificativo, hemos extraído los datos de evolución (durante 13 años, si bien a modo ilustrativo, mostramos la evolución de los tres primeros años) de dos de los índices más representativos: Ibex y Eurostoxx.

TABLA Nº 40: EVOLUCIÓN DE LOS ÍNDICES IBEX Y EUROSTOXX EN EXCEL (2007-2019)

FECHA	IBEX	EUROSTOXX
31/03/2007	14641,7	4167,73
30/04/2007	14374,6	4401,28
31/05/2007	15329,4	4501,62
30/06/2007	14892	4456,17
31/07/2007	14802,4	4303,64
31/08/2007	14479,8	4269,92
30/09/2007	14576,5	4378,52
31/10/2007	15890,5	4475,19
30/11/2007	15759,9	4380,31
31/12/2007	15182,3	4397,92
31/01/2008	13229	3742,93
29/02/2008	13170,4	3745,35
31/03/2008	13269	3593,99
30/04/2008	13798,3	3784,65
31/05/2008	13600,9	3776,15
30/06/2008	12046,2	3315,38
31/07/2008	11881,3	3367,29
31/08/2008	11707,3	3366,31
30/09/2008	10987,5	3006,14
31/10/2008	9116	2504,96
30/11/2008	8910,6	2407,29

31/12/2008	9195,8	2415,41
31/01/2009	8450,4	2261,84
28/02/2009	7620,9	1986,82
31/03/2009	7815	2036,98
30/04/2009	9038	2386,75
31/05/2009	9424,3	2481,64
30/06/2009	9787,8	2443,22
31/07/2009	10855,1	2645,51
31/08/2009	11365,1	2784,66
30/09/2009	11756,1	2906,44
31/10/2009	11414,8	2815,8
30/11/2009	11644,7	2804,57
31/12/2009	11940	2973,2

FUENTE: www.cotizalia.com/indices

A continuación hemos calculado la volatilidad y al calcular el percentil 99,5%, hemos observado que se ajusta bien a los shocks propuestos (en este caso el 32%):

TABLA Nº 41: CÁLCULO RENDIMIENTOS IBEX Y EUROSTOXX

FECHA	IBEX	EUROSTOXX
31/03/2007		
30/04/2007	-0,01841086	0,054523885
31/05/2007	0,06430979	0,022541924
30/06/2007	-0,0289484	-0,010147679
31/07/2007	-0,00603483	-0,034828476
31/08/2007	-0,02203476	-0,007866085
30/09/2007	0,00665607	0,025115676
31/10/2007	0,0863108	0,021838041
30/11/2007	-0,00825271	-0,021429311
31/12/2007	-0,03733846	0,004012204
31/01/2008	-0,13771889	-0,161262975
29/02/2008	-0,0044395	0,000646343
31/03/2008	0,0074586	-0,041252065
30/04/2008	0,03911491	0,051690406
31/05/2008	-0,01440943	-0,00224844
30/06/2008	-0,12138671	-0,130132725
31/07/2008	-0,01378352	0,015536019
31/08/2008	-0,01475316	-0,000291078
30/09/2008	-0,06345432	-0,113160325
31/10/2008	-0,18672715	-0,182384097
30/11/2008	-0,02278953	-0,039771133

31/12/2008	0,03150528	0,003367411
31/01/2009	-0,08453308	-0,065690404
28/02/2009	-0,1033193	-0,129643271
31/03/2009	0,02515049	0,024932948
30/04/2009	0,14539295	0,158464289
31/05/2009	0,04185355	0,038987024
30/06/2009	0,03784525	-0,015602791
31/07/2009	0,1034983	0,079547022
31/08/2009	0,04591224	0,05126192
30/09/2009	0,033825	0,042803181
31/10/2009	-0,0294615	-0,031682552
30/11/2009	0,01994038	-0,003996184
31/12/2009	0,02504297	0,058388584

Fuente: Elaboración propia

Considerando que la evolución de los índices los hemos obtenido con datos mensuales, en aras de extrapolarlo anualmente, la volatilidad vendrá dada por la siguiente función de Excel:

=DESVEST(B5:B49)*RAIZ(12)

Ahora, dado que lo tenemos que asociar al intervalo de confianza del 99,5%, multiplicaremos la volatilidad resultante por 2,5758, ya que si recordamos, al aplicar el percentil del 99,5% a la inversa de la distribución normal, obtenemos dicho resultado. Se adjunta la fórmula en excel:

=DISTR.NORM.ESTAND.INV(0,995) = 2,5758

Así, si aplicamos esta volatilidad (fondo de renta variable XXX que pertenece al índice que hemos denominado 'Global' y las participaciones en las sociedades que pertenecen al índice denominado 'Otros') a nuestra cartera de renta variable cuyos activos de los que no disponemos de la información histórica de volatilidad, tenemos lo siguiente:

TABLA Nº 42: DESGLOSE INFORMACIÓN FONDOS Y PARTICIPACIONES EN SOCIEDADES

	VALOR MERCADO	%	SCR INDIV.	GLOBAL	OTROS
FONDO RV XXX	75.544	32	24.174	24.174	--
PARTICIPACIÓN DE LA SDAD XXX	35.051,40	45	15.773,13		15.773,13
PARTICIPACIÓN DE LA SDAD YYY	540,91	45	243,4095		243,4095
PARTICIPACIÓN SDAD ZZZ	1.202,02	45	540,909		540,909
				24.174	16.557

Fuente: Elaboración propia

Si a estos valores le añadimos los resultados de los activos (acciones IBEX y activos indexados) obtenidos anteriormente mediante el método de valoración Monte Carlo:

TABLA Nº 43: DESGLOSE INFORMACIÓN FONDOS Y PARTICIPACIONES EN SOCIEDADES INCLUYENDO LA RENTA VARIABLE VALORADO MEDIANTE SIMULACIÓN MONTECARLO

	VALOR MERCADO	%	SCR INDIV.	GLOBAL	OTROS
FONDO RV XXX	75.544	32	24.174	24.174	--
ACCIONES COMPAÑÍA IBEX	1.000.000	Montecarlo	324.000	324.000	
INDEXADOS	1.000.000	Montecarlo	309.796	309.796	
PARTICIPACIÓN DE LA SDAD XXX	35.051,40	45	15.773,13		15.773,13
PARTICIPACIÓN DE LA SDAD YYY	540,91	45	243,4095		243,4095
PARTICIPACIÓN SDAD ZZZ	1.202,02	45	540,909		540,909
				657.970	16.557

Fuente: Elaboración propia

Por tanto el SCR de cada índice de forma individualizada sería:

TABLA Nº 44: DESGLOSE SCR INDIVIDUALIZADO DE LA RENTA VARIABLE

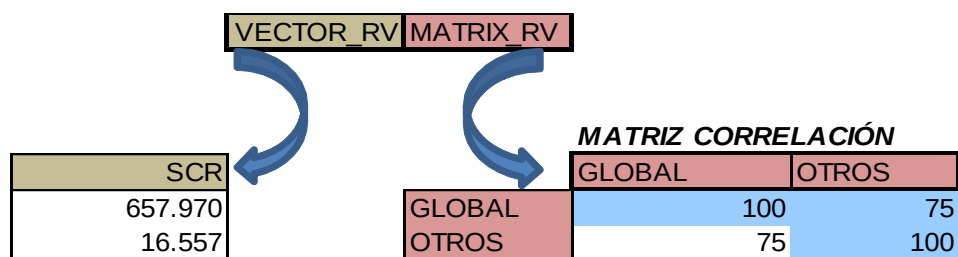
	EXPOSICIÓN	% SHOCK	SCR
GLOBAL	75.544	32	657.970
OTROS	36.794	45	16.557
			674.528

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la matriz de correlaciones entre ambos índices (al igual que las especificaciones técnicas del QIS, supuesto de correlación del 75% entre ambos índices) obtenemos el SCR final correspondiente a la renta variable de nuestra cartera. En nuestro caso, lo calcularemos en Excel mediante la siguiente función matricial:

$\{=ABS(RAIZ(MMULT(MMULT(TRANSPONER(VECTOR\_RV);MATRIX\_RV);VECTOR\_RV))/10)\}$; dónde:

TABLA Nº 45: VECTOR Y MATRIZ UTILIZADAS EN EL CÁLCULO DEL SCR INDIVIDUALIZADO DE LA RENTA VARIABLE



Fuente: Elaboración propia

Una vez aplicado esta función obtenemos que el SCR Final correspondiente a Renta Variable de nuestra cartera ascienda a **670.478 euros**:

MATRIZ CORRELACIÓN

	GLOBAL	OTROS
GLOBAL	100	75
OTROS	75	100

SCR FINAL **670.478**

4.3.3.- Riesgo patrimonial Mkt_{prop}

Descripción

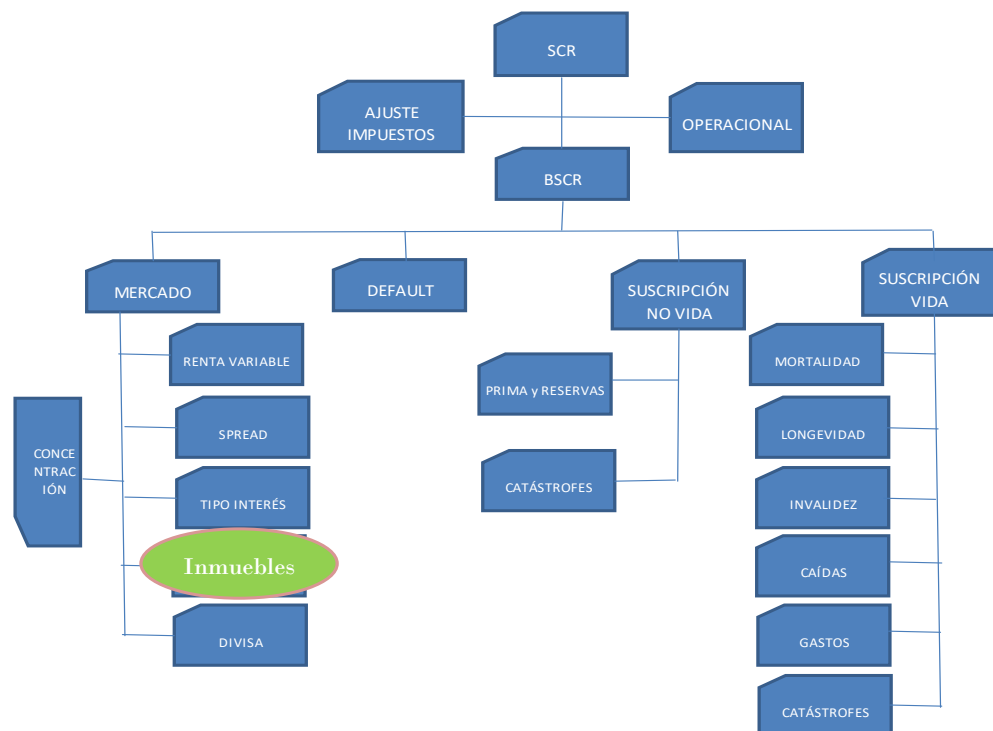
El riesgo patrimonial o inmuebles surge debido a la volatilidad de los precios de mercado de inmuebles.

Datos

Es necesario introducir los siguientes datos:

$$NAV = \text{Valor neto de los activos menos los pasivos}$$

Cálculo Riesgo de Mercado - Subriesgo de Inmuebles



En este caso se propone modelo interno que va a ser testado en una cartera de inmuebles de una entidad aseguradora, siguiendo la metodología publicada en la Revista *Economic Research* (Barañano et al. 2020). El objetivo de este test es investigar el capital de solvencia requerido para esta cartera aplicándolo frente a la fórmula estándar. Las hipótesis sobre las que se basa son las siguientes:

- i) los inmuebles/oficinas de la entidad aseguradora se ubica en un bloque de viviendas de una población española, que su composición no cambia a lo largo del tiempo.
- ii) la base de datos históricos empleado ha sido la evolución anual del Índice de Precios de Vivienda –IPV-. Este índice mide la evolución de los precios de compraventa de las viviendas de precio libre, tanto nuevas como de segunda mano, a lo largo del tiempo. La fuente de información utilizada procede de las bases de datos sobre viviendas escrituradas que proporciona el Consejo General del Notariado, de donde se obtienen los precios de transacción de las viviendas, así como las ponderaciones que se asignan a cada conjunto de viviendas con características comunes. (INE, 2018). Estos datos se han obtenido del Instituto Nacional de Estadística

TABLA Nº 46: VARIACIÓN PORCENTUAL ANUAL DEL ÍNDICE DE PRECIO DE VIVIENDA (IPV) EN ESPAÑA

AÑO / TRIM.	T1	T2	T3	T4
2017	5,3	5,6	6,7	7,2
2016	6,3	3,9	4	4,5
2015	1,5	4	4,5	4,2
2014	-1,6	0,8	0,3	1,8
2013	-14,3	-12	-7,9	-7,8
2012	-12,6	-14,4	-15,2	-12,8

2011	-4,1	-6,8	-7,4	-11,2
2010	-2,9	-0,9	-2,2	-1,9
2009	-7,6	-7,7	-7	-4,3
2008	2,8	-0,3	-3	-5,4
2007	13,1	11,6	9,2	5,7

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE 2018)
Consulta de la Base de datos a 25/02/2018:
<https://www.ine.es/consul/serie.do?d=true&s=IPV949>

A partir de los datos históricos, se obtienen los estadísticos clásicos (media, varianza, etc.) de las variaciones experimentadas por el índice de precios a la vivienda.

TABLA Nº 47: ESTADÍSTICOS DEL IPV

Media	Desviación Típica	Varianza	α –Gamma
-1,552273	7,395111	54,687669	0,04406

β- Gamma	Media Lognormal	Desv. Típica Lognormal	λ-Exponencial
-35,230709	1,515018	0,944659	-0,644217

Media	Desviación Típica	α -Gamma	β - Gamma	Media Log-normal
-1,552273	7,395111	47,215223	73.951,11	1,515018
Min	-15,2	α -Beta	α -Gamma	Desv. Típica Log-normal
Max	13,1	1,309944	0,000033	0,944659
Diferencia entre tramos	5	Media-Beta	β - Gamma	λ -Exponencial
Nº de tramos	6	0,416272	-47.640,54	-0,644217
Variación Interanual	Frecuencia acumulada	Frecuencia Individual	Frecuencia acumulada (%)	Frecuencia %
-10,48	7	7	0,225806	0,225806
-5,77	14	7	0,451613	0,225806
-1,05	22	8	0,709677	0,258065
3,67	28	6	0,903226	0,193548
8,38	29	1	0,935484	0,032258
13,1	31	2	1	0,064516

Fuente: Elaboración propia

Respecto al VaR paramétrico, el valor en riesgo viene calculado como

$$[[SCR]]\_ESTATE^{PVaR} = \alpha \cdot \sigma_x$$

$$SCR_{Inmueble} = \alpha \cdot \sigma_x$$

donde

$\alpha = F_x^{-1}(0,995) = 2,576$ siendo F la distribución de la función acumulativa de una variable aleatoria normal y σ_x es la variación del valor de los inmuebles. Resulta, por tanto:

$$[[SCR]]\_ESTATE^{PVaR} = \text{€ } 190.498,06$$

Este es un capital requerido sensiblemente menor. Sin embargo, aunque es un método simple de implementar y la distribución de sigue una distribución normal, el número de datos es insuficiente como para garantizar una solidez estadística. Por ello se procede a valorarlo a través de Monte Carlo.

Para una simulación de 10.000 escenarios, se obtiene que el valor de la cartera de inmuebles con un Intervalo de Confianza de 99,5% durante un ejercicio económico, asciende a 800.400,07 €. La programación empleada para realizar la simulación estocástica ha sido la misma que la empleada para determinar el riesgo de renta variable (ver anexo III).

Teniendo en cuenta que el valor de mercado de los inmuebles asciende a un millón de euros, la pérdida inesperada o el valor en riesgo de la inversión en inmuebles sería la diferencia:

$$SCR_{Inmueble} = 199.599,93$$

En lo que respecta a la fórmula estándar, se obtiene un valor en riesgo (capital requerido de solvencia con un Intervalo de Confianza de 99,5% durante un ejercicio económico de 250.000 euros. Este valor se obtiene de aplicar un shock del 25% sobre el valor de mercado de los inmuebles.

En términos relativos, esto implica que el consumo de capital mediante modelo interno sería del 19,96% frente al 25% que establece la fórmula estándar.

4.3.4.- Riesgo cambiario Mkt_{fx}

Descripción

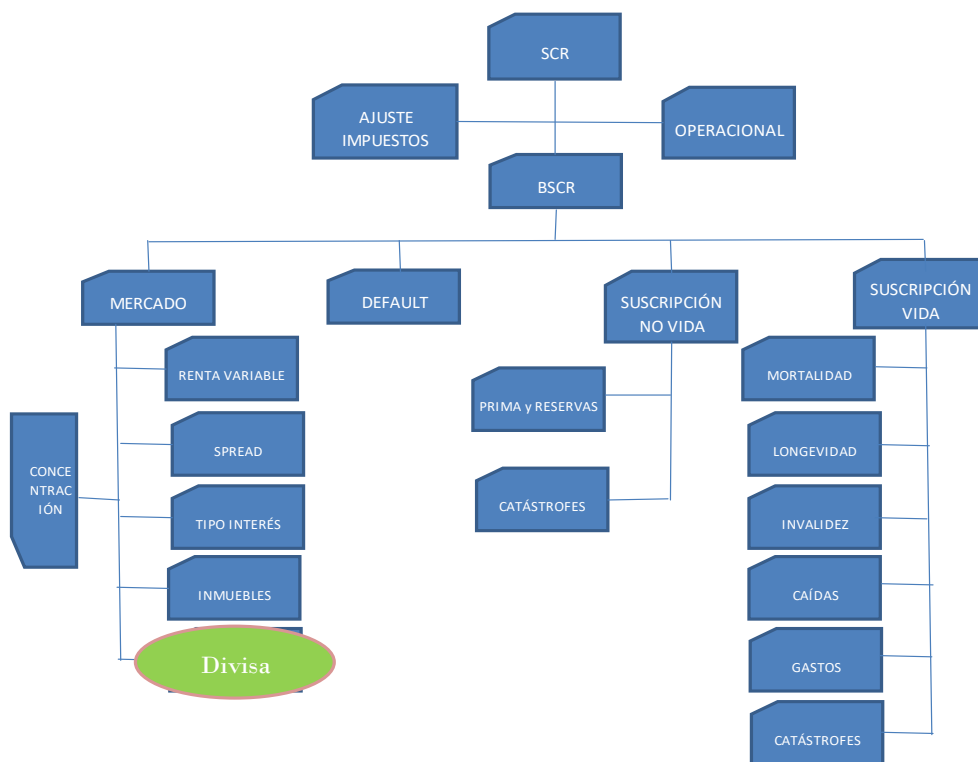
El riesgo cambiario surge de la volatilidad de los tipos de cambio de divisas.

Datos

Es necesario introducir los siguientes datos:

NAV = Valor neto de los activos menos los pasivos

Cálculo Riesgo de Mercado - Subriesgo de Divisas (Cambiario)



El gasto de capital por el riesgo cambiario lo vamos a determinar como resultado de dos escenarios predefinidos:

$$Mkt_{fx}^{Up} = \Delta NAV$$

$$Mkt_{fx}^{Down} = \Delta NAV$$

donde los *shocks* alcista y descendente fx^{43} son, respectivamente, el efecto inmediato esperado sobre el valor neto de los activos y pasivos (NAV) en caso de producirse una variación /shock (incremento o disminución) en el valor de todas las demás divisas frente a la divisa local (moneda euro) en la que la entidad prepara sus cuentas legales locales, teniendo en cuenta todas las posiciones cambiarias de la Entidad Aseguradora.

Tal y como se realiza en la práctica habitual de los mercados financieros, la magnitud del *shock* aplicada en el cálculo de la divisa de un Estado Miembro del mecanismo europeo de tipos de cambio (ERM II) frente al euro deberá reflejar el conjunto de fluctuaciones máximas del ERM II.⁴⁴

El gasto de capital del riesgo cambiario se deriva del tipo de *shock* que produce el gasto de capital más elevado:

$$\text{Si } Mkt_{fx}^{Up} > Mkt_{fx}^{Down} \text{ entonces } Mkt_{fx} = Mkt_{fx}^{Up}$$

$$\text{Si } Mkt_{fx}^{Up} \leq Mkt_{fx}^{Down} \text{ entonces } Mkt_{fx} = Mkt_{fx}^{Down}$$

A nuestros efectos, el cálculo lo realizaremos mediante aproximación basada en aplicar un shock que representa un intervalo de confianza del 99,5% en un

⁴³ fx hace referencia al término anglosajón forex que representa divisas

⁴⁴ Exchange Rate Mechanism II; véase:
<http://www.ecb.int/ecb/legal/107663/1350/html/index.es.html>

periodo de un año. El shock resultante lo aplicaremos sobre el valor de mercado del riesgo expuesto.

Para aplicar un shock propio nos fijaremos en la evolución histórica (hemos tenido en cuenta 13 años. A modo ilustrativo, mostramos los tres primeros años) de los distintos tipos de cambio. Para ello, en nuestro caso, accederemos a la información facilitada a tal efecto mediante Bloomberg:

TABLA Nº 48: EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS TIPOS DE CAMBIO (2007-2019)

TIPOS DE CAMBIO	EUR/USD	EUR/GBP
31/03/2007	1,3354	0,67866
30/04/2007	1,3648	0,68255
31/05/2007	1,3453	0,67949
30/06/2007	1,3541	0,67405
31/07/2007	1,3684	0,67368
31/08/2007	1,3629	0,676
30/09/2007	1,4267	0,6969
31/10/2007	1,4487	0,6966
30/11/2007	1,4633	0,71135
31/12/2007	1,4589	0,73495
31/01/2008	1,4861	0,74773
29/02/2008	1,5179	0,76333
31/03/2008	1,5788	0,79606
30/04/2008	1,5622	0,78655
31/05/2008	1,5554	0,7846
30/06/2008	1,5755	0,79075

31/07/2008	1,5603	0,78643
31/08/2008	1,4673	0,8058
30/09/2008	1,4092	0,79134
31/10/2008	1,2726	0,79215
30/11/2008	1,2691	0,82515
31/12/2008	1,3971	0,95483
31/01/2009	1,2813	0,88123
28/02/2009	1,2669	0,88509
31/03/2009	1,325	0,9256
30/04/2009	1,323	0,89433
31/05/2009	1,4158	0,87465
30/06/2009	1,4033	0,85241
31/07/2009	1,4257	0,85283
31/08/2009	1,4334	0,88013
30/09/2009	1,464	0,9159
31/10/2009	1,4719	0,89442
30/11/2009	1,5005	0,91251
31/12/2009	1,4321	0,88689

Fuente: Bloomberg. Consulta a 29/07/2020 Forex. EUR/USD y EUR/GBP

Calculamos las variaciones de los distintos tipos de cambio acorde a la información que hemos obtenido respecto a la evolución histórica de la tabla anterior.

TABLA Nº 49: VARIACIÓN HISTÓRICA DE LOS TIPOS DE CAMBIO

Fecha	tipo de cambio	
Histórica	EUR/USD	EUR/GBP
31/03/2007		
30/04/2007	0,02177703	0,00571552
31/05/2007	-0,01439086	-0,00449327
30/06/2007	0,00651999	-0,00803822
31/07/2007	0,01050515	-0,00054907
31/08/2007	-0,00402739	0,00343786
30/09/2007	0,0457493	0,03044885
31/10/2007	0,01530252	-0,00043057
30/11/2007	0,01002756	0,02095322
31/12/2007	-0,00301143	0,0326379
31/01/2008	0,01847251	0,01723948
29/02/2008	0,02117256	0,02064849
31/03/2008	0,03933726	0,04198412
30/04/2008	-0,01056998	-0,01201827
31/05/2008	-0,00436234	-0,00248226
30/06/2008	0,01283993	0,00780783
31/07/2008	-0,00969457	-0,00547815
31/08/2008	-0,06145413	0,02433186
30/09/2008	-0,04040181	-0,01810786

31/10/2008	-0,10196012	0,00102306
30/11/2008	-0,00275406	0,04081442
31/12/2008	0,09609067	0,14596813
31/01/2009	-0,08652347	-0,08021466
28/02/2009	-0,01130222	0,00437068
31/03/2009	0,04483949	0,04475284
30/04/2009	-0,00151057	-0,03436734
31/05/2009	0,06779286	-0,02225103
30/06/2009	-0,00886814	-0,02575617
31/07/2009	0,01583632	0,0004926
31/08/2009	0,00538632	0,03150939
30/09/2009	0,02112317	0,03983756
31/10/2009	0,00538167	-0,02373172
30/11/2009	0,0192443	0,02002358
31/12/2009	-0,04665649	-0,02847808

Fuente: Elaboración propia

Partimos del supuesto que la Entidad dispone de un Asset Swap que invierte en dólares americanos y partiendo del supuesto que la variación histórica que hemos obtenido acorde al percentil 99,5% a un año es de aproximadamente el 20%.

Para la valoración del gasto de capital debido al tipo de cambio necesitaríamos desglosar el valor de la exposición de cada uno de los subyacentes que integran el Asset Swap para, acto seguido, aplicar el shock o perturbación del 20%:

TABLA Nº 50: DESGLOSE INFORMACIÓN DE DIVISAS

DIVISA	ACTIVOS DE LA CARTERA	VALOR MERCADO	RIESGO DIVISA	SHOCK
USD	Asset Swap	343.369	USD	20,00%
GBP	--	--	--	20,00%
JPY	--	--	--	20,00%

SUBYACENTE	EXPOSICIÓN	SHOCK	SCR
SUBYACENTE 1	90.123,09	20,00%	18.024,62
SUBYACENTE 2	135.882,05	20,00%	27.176,41
SUBYACENTE 3	117.363,67	20,00%	23.472,73

SCR	68.673,76 €

Fuente: Elaboración propia

Este módulo, tal y como se detalla en el cuadro adjunto ofrece un resultado de consumo de capital que asciende a 68.673,76 euros.

4.3.5.- Riesgo de spread Mkt_{sp}

Descripción

El riesgo de spread es la parte del riesgo derivado por la volatilidad de los diferenciales/spreads de crédito en la estructura temporal de tipos de interés sin riesgo (curva libre de riesgo).

Refleja el cambio en el valor debido a un desplazamiento de la curva de rendimiento con respecto a la estructura temporal de tipos de interés sin riesgo [Fabozzi, Modigliani y Ferri, 1996].

Se traduce en la pérdida (o ganancia) probable debido a los movimientos de los *spreads* de crédito de los bonos frente a los activos sin riesgo. El riesgo inherente del riesgo de CREDITO-SPREAD es la volatilidad propia del “spread” para distintos plazos, niveles de rating, sectores, etc... Los factores que se ponderan para el riesgo de crédito-spread son la exposición, la duración, el rating, y el sector⁴⁵.

El spread de un activo refleja, básicamente, la prima de riesgo (que se traduce en premio de rentabilidad) que exige el mercado financiero para instrumentos financieros más arriesgados que los instrumentos considerados libres de riesgo, que en condiciones normales de mercado coincide con los instrumentos emitidos por el Estado o por el Banco Central.

Los spreads suelen variar durante la vigencia del instrumento financiero, en respuesta a:

- Cambios esperados en la clasificación de riesgo
- Variaciones en la volatilidad de mercado
- Cambios en oferta y demanda

⁴⁵ Para el riesgo de diferencial o ‘spread’, se han utilizado series de Moody’s en las que se toman como referencia los títulos del Tesoro de los EE.UU.

- Cambios en las condiciones de la liquidez del instrumento financiero.

Para ratings menores que AAA, tanto soberanos como corporativos, el spread debería reflejar la prima de riesgo del instrumento financiero para la determinación de su valor de mercado.

Para cada período (mensualidad) obtendremos el flujo de caja probable y lo descontaremos a su valor actual utilizando la curva de valoración libre de riesgo correspondiente más un spread de riesgo en función del riesgo de cada emisión.

$$r = r_{rf} + P. Riesgo$$

Este spread de riesgo lo estableceremos en función de unas static pools⁴⁶ proporcionadas por las agencias de calificación crediticia existentes en el mercado, donde para cada rating y año de evolución viene asignada una probabilidad de default.

El motivo por el que abogamos por emplear este método se debe a que las static pools están elaboradas por las agencias de calificación crediticia que son, sin lugar a duda, las que determinan el devenir de los spreads de los emisores corporativos y gubernamentales.

⁴⁶ Las static pools son de acceso público. Se pueden descargar gratuitamente en las websites de las agencias de calificación crediticia para su actualización. Es recomendable, máxime en la coyuntura económica actual que incluye una alta volatilidad. Entendemos que es recomendable llevar a cabo esta actualización en periodos los más breves posible y de forma regular.

TABLA Nº 51: STATIC POOLS PUBLICADO POR MOODY'S

EXHIBIT 37
Average Cumulative Issuer-Weighted Global Default Rates by Alphanumeric Rating, 1998-2009

RATING	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aaa	0	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
Aa1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aa2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aa3	0.055	0.135	0.172	0.214	0.26	0.305	0.378	0.378	0.378	0.407
A1	0.122	0.302	0.514	0.758	1.025	1.189	1.333	1.496	1.697	2.144
A2	0.109	0.252	0.462	0.628	0.838	1.191	1.736	2.518	3.437	4.44
A3	0.069	0.238	0.461	0.678	1.011	1.262	1.559	1.965	2.504	3.127
Baa1	0.175	0.416	0.657	0.851	1.07	1.363	1.636	1.961	2.208	2.733
Baa2	0.228	0.544	0.932	1.469	1.893	2.41	2.871	3.269	3.881	4.588
Baa3	0.369	0.952	1.664	2.318	3.164	3.804	4.63	5.959	7.425	9.602
Ba1	0.477	1.693	3.302	4.609	6.054	7.455	8.841	10.113	11.982	14.437
Ba2	0.748	1.786	3.276	5.023	6.454	7.814	8.785	10.724	12.141	14.689
Ba3	1.198	3.596	6.4	9.571	11.674	13.619	15.586	18.681	23.276	27.744
B1	1.788	5.825	10.187	13.835	16.892	20.057	23.686	27.335	31.354	35.609
B2	3.557	9.005	14.609	20.04	24.094	27.833	31.447	34.769	38.212	41.426
B3	6.097	14.261	22.769	29.787	35.645	41.404	46.431	51.729	57.562	62.683
Caa1	10.234	21.641	31.63	39.736	47.145	52.799	55.632	59.262	64.131	70.155
Caa2	18.503	30.848	40.297	47.365	52.685	56.42	58.902	61.565	61.565	61.565
Caa3	29.646	44.35	54.069	61.116	67.612	67.917	69.027	70.953	70.953	70.953
Ca-C	41.176	54.847	65.3	70.932	74.504	74.733	74.733	74.733	74.733	
IC	0.134	0.338	0.579	0.823	1.099	1.37	1.681	2.074	2.534	3.143
SG	5.125	10.644	15.918	20.376	23.859	26.857	29.521	32.336	35.428	38.654
All rated	2.013	4.13	6.079	7.654	8.866	9.87	10.762	11.706	12.732	13.887

Fuente: Moody's. Tabla proporcionada por Moody's Exhibit 37 Average Cumulative Issuer-Weighted Global Default Rates by Alphanumeric Rating, 1998-2019

La prima por riesgo de crédito se deriva de las static pools mediante la siguiente ecuación:

$$s_n = \frac{(1 + r_n) \times \left\{ 1 - [1 - q_n \times (1 - z)]^{\frac{1}{n}} \right\}}{[1 - q_n \times (1 - z)]^{\frac{1}{n}}}$$

Donde el valor actual de un bono con riesgo de crédito es igual al de un bono libre de riesgo menos el valor actual de la prima por default.

La estimación de la prima de riesgo se realiza utilizando las probabilidades acumuladas condicionadas de default correspondientes al momento en que se genera cada flujo, donde:

- r_n es el tipo spot libre de riesgo,
- q_n es la probabilidad de default para cada plazo y
- z es la tasa de recuperación.

Para la estimación de la tasa de recuperación se utilizan las tablas publicadas por Moody's.

Aunque no es nuestro caso, cabe destacar que los activos asignados a pólizas en las que los clientes asumen el riesgo de la inversión deben excluirse de este módulo de riesgo dado que es el tomador de la póliza quien asume las variaciones del instrumento financiero.

A los efectos de la determinación del SCR para el riesgo de spread, emplearemos el escenario más oneroso (en términos agregados) de un aumento o disminución de los diferenciales de crédito.

Acorde a la Directiva de Solvencia II, los bonos públicos están exentos de la aplicación de este módulo. Tal exención se refiere a los suscritos o avalados por el gobierno nacional, de un estado miembro de la OCDE o de la EEA, emitidos en la divisa del gobierno en cuestión.

El módulo de riesgo de spread es de aplicación a todos los productos crediticios estructurados, como valores respaldados por activos o CDO⁴⁷. También deberíamos de incluir los derivados de crédito tales como swaps de impago de créditos (CDS), swaps de rentabilidad total (TRS) o notas vinculadas a créditos (CLN), que no forman parte de una política reconocida de mitigación del riesgo.

Datos

Es necesario introducir los siguientes datos:

$rating_i$	=	valoración de la agencia de calificación crediticia respecto a la exposición al riesgo de crédito i
dur_i	=	Sensibilidad o duración modificada de la exposición al riesgo de crédito i
MV_i	=	Valor de Mercado de la exposición al riesgo de crédito i determinada tomando como referencia los valores de mercado (exposición al impago)

En los casos en los que no se disponga de forma inmediata del valor de mercado de la exposición al riesgo de crédito i , deberán adoptarse enfoques alternativos coherentes con la información de mercado pertinente para determinar el MV_i . Cuando se disponga de diversas valoraciones y/o rating para una determinada exposición al riesgo de crédito, es práctica habitual de mercado aplicar, por lo general, la segunda mejor valoración.

⁴⁷ Acrónimo de **Colateralized Debt Obligations** que significa Obligaciones de Deuda Colateralizada

Cálculo Riesgo de Mercado - Subriesgo de Spread



En la cuantificación de este riesgo utilizaremos la simulación estocástica a través del método de Monte Carlo. Para ello, en primer lugar, extraeremos el valor nominal, el valor de mercado y las duraciones de los activos afectados por el riesgo de spread:

TABLA Nº 52: DESGLOSE INFORMACIÓN DE *SPREAD*

					TOTAL:	60.816.000	58.215.167
NOMBRE DEL ACTIVO	SECTOR	RATING	DUR	PRECIO A MERCADO (MARK TO MODEL)	PRECIO DE MERCADO (MARK TO MARKET)	NOMINAL	VALOR
BONO GOBIERNO ALEMAN 1	Government - Sovereign	AAA	20,05	-	85,22	6.000.000	5.113.200
BONO GOBIERNO ALEMAN 2	Government - Sovereign	AAA	20,05	-	84,54	7.000.000	5.917.800
BONO GOBIERNO ALEMAN 3	Government - Sovereign	AAA	20,05	-	84,15	8.000.000	6.732.000
Citigroup	Banking	A+	9,79	-	84,8	2.059.000	1.746.032
HSBC	Banking	AA-	10,72	-	93,59	4.537.000	4.246.178
General Electric	Financial Services	AA+	16,34	-	84,44	1.670.000	1.410.148
France Telecom	Telecommunications	A-	11,04	-	104,96	5.375.000	5.641.600
Munich Re Finance	Financial Services	A+	8,49	-	107,04	5.375.000	5.753.400
Deutsche Bank	Banking	AA-	5,89	-	107,83	3.000.000	3.234.900
JP MORGAN	Financial Services	AA-	13,16	-	110	1.000.000	1.100.000
HSBC FINANCE CORP	Financial Services	A	10,27	-	102,6	5.000.000	5.130.000
GENERAL ELECTRIC	Financial Services	AA+	6,39	-	103,6	5.000.000	5.180.000
UBS AG,	Banking	A+	6,15	-	102,75	2.000.000	2.055.000
CÍA "MENGANO"	Financial Services	BBB	5,775	100,24	-	500.000	501.189
CÍA "FUTANO"	Financial Services	BBB	1,802	90,11	-	300.000	270.320
CITIGROUP INC 6,875% Vcto:2038	Banking	A	11,52	-	99,67	2.000.000	1.993.400
CITIGROUP INC 7,875% Vcto:2018	Banking	A	5,73	-	109,5	2.000.000	2.190.000

Fuente: Elaboración propia

En aras de generar los 10.000 escenarios posibles, obtenemos las cotizaciones medias históricas anuales (de 10 años) que ofrece Merrill Lynch teniendo en cuenta los distintos ratings:

TABLA Nº 53: COTIZACIÓN HISTÓRICA DE SPREADS ACORDE AL RATING

	Spreads Bonos		2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998
EUR	ER10	AAA	178	47	18	17	18	20	27	28	50	32	35	21
	ER20	AA	270	100	33	30	29	33	52	48	67	42	49	32
	ER30	A	527	139	54	51	46	55	95	98	114	69	69	41
	ER40	BBB	626	154	78	102	76	88	198	174	207	104	94	60
		BB	2204	491	218	361	277	410	1007	1235	1093	531	762	632
	HE00	B	2204	491	218	361	277	410	1007	1235	1093	531	762	632
		CCC/C	2204	491	218	361	277	410	1007	1235	1093	531	762	632
USD	C0A1	AAA	343	123	57	61	54	60	101	70	101	76	63	63
	C0A2	AA	417	169	62	64	55	48	79	86	132	83	75	75
	C0A3	A	561	197	84	84	68	69	132	144	188	101	103	103
	C0A4	BBB	782	247	122	121	113	129	267	220	270	153	172	172
		BB	1784	610	291	373	306	408	865	812	936	468	563	563
	H0A0	B	1784	610	291	373	306	408	865	812	936	468	563	563
		CCC/C	1784	610	291	373	306	408	865	812	936	468	563	563

Fuente: Option adjusted spreads of Merrill Lynch

Asignamos estos spreads/diferenciales a nuestra cartera⁴⁸ con la finalidad de calcular la media y desviación típica de la misma para poder así realizar la simulación estocástica:

⁴⁸ Excluimos los tres bonos gubernamentales del módulo del riesgo de spread, es decir, este riesgo únicamente afecta a emisores Corporativos, tal y como se establece en la Directiva de Solvencia II.

TABLA Nº 54: ASIGNACIÓN DEL HISTÓRICO DE SPREADS A LA CARTERA

CONTRAPARTE	Rating	Area	MEDIA	DESV. Estándar	Diferencial/spread anual por activo													
					2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996
Citigroup	A	USD	1,53%	1,3540	561,0	197,0	84,0	84,0	68,0	69,0	132,0	144,0	188,0	101,0	103,0	103,0	103,0	103,0
HSBC	AA	EUR	0,65%	0,6752	270,0	100,0	33,0	30,0	29,0	33,0	52,0	48,0	67,0	42,0	49,0	32,0	32,0	32,0
General Electric	AA	USD	1,12%	1,0188	417,0	169,0	62,0	64,0	55,0	48,0	79,0	86,0	132,0	83,0	75,0	75,0	75,0	75,0
France Telecom	A	EUR	1,13%	1,3378	527,0	139,0	54,0	51,0	46,0	55,0	95,0	98,0	114,0	69,0	69,0	41,0	41,0	41,0
Munich Re Finance	A	EUR	1,13%	1,3378	527,0	139,0	54,0	51,0	46,0	55,0	95,0	98,0	114,0	69,0	69,0	41,0	41,0	41,0
Deutsche Bank	AA	USD	1,12%	1,0188	417,0	169,0	62,0	64,0	55,0	48,0	79,0	86,0	132,0	83,0	75,0	75,0	75,0	75,0
JP MORGAN	AA	USD	1,12%	1,0188	417,0	169,0	62,0	64,0	55,0	48,0	79,0	86,0	132,0	83,0	75,0	75,0	75,0	75,0
HSBC FINANCE CORP	A	USD	1,53%	1,3540	561,0	197,0	84,0	84,0	68,0	69,0	132,0	144,0	188,0	101,0	103,0	103,0	103,0	103,0
GENERAL ELECTRIC	AA	USD	1,12%	1,0188	417,0	169,0	62,0	64,0	55,0	48,0	79,0	86,0	132,0	83,0	75,0	75,0	75,0	75,0
UBS AG,	A	USD	1,53%	1,3540	561,0	197,0	84,0	84,0	68,0	69,0	132,0	144,0	188,0	101,0	103,0	103,0	103,0	103,0
CÍA "MENGANO"	BBB	EUR	1,63%	1,5395	626,0	154,0	78,0	102,0	76,0	88,0	198,0	174,0	207,0	104,0	94,0	60,0	60,0	60,0
CÍA "FUTANO"	BBB	EUR	1,63%	1,5395	626,0	154,0	78,0	102,0	76,0	88,0	198,0	174,0	207,0	104,0	94,0	60,0	60,0	60,0
CITIGROUP INC 6,875% Vcto:2038	A	EUR	1,13%	1,3378	527,0	139,0	54,0	51,0	46,0	55,0	95,0	98,0	114,0	69,0	69,0	41,0	41,0	41,0
CITIGROUP INC 7,875% Vcto:2018	A	EUR	1,13%	1,3378	527,0	139,0	54,0	51,0	46,0	55,0	95,0	98,0	114,0	69,0	69,0	41,0	41,0	41,0

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de la media y la desviación, hemos utilizado las funciones de Excel denominadas 'promedio' y 'desvest' respectivamente.

A continuación, calculamos la correlación existente entre los distintos activos que componen nuestra cartera:

TABLA Nº 55: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE LA CARTERA

Coeficiente de Correlación de los activos de la cartera																		
	Citigroup	HSBC	General Elec	France Tele	Munich Re	Deutsche B	JP MORGAN	HSBC FINA	GENERAL	UBS AG,	CÍA "MEN	CÍA "FUT	CITIGROU	CITIGROU	CITIGROU	CITIGROU	CITIGROU	CITIGROU
Citigroup	1																	
HSBC	0,9913275	1																
General Electric	0,9936437	0,9949985	1															
France Telecom	0,9918094	0,9932144	0,9857664	1														
Munich Re Finance	0,9918094	0,9932144	0,9857664		1													
Deutsche Bank	0,9936437	0,9949985	1	0,9857664	0,9857664	1												
JP MORGAN	0,9936437	0,9949985	1	0,9857664	0,9857664		1											
HSBC FINANCE CORP	1	0,9913275	0,9936437	0,9918094	0,9918094	0,9936437	0,9936437	1										
GENERAL ELECTRIC	0,9936437	0,9949985	1	0,9857664	0,9857664	1	1	0,9936437	1									
UBS AG,	1	0,9913275	0,9936437	0,9918094	0,9918094	0,9936437	0,9936437	1	0,9936437	1								
CÍA "MENGANO"	0,9797583	0,9645033	0,9572542	0,9830999	0,9830999	0,9572542	0,9572542	0,9797583	0,9572542	0,9797583	1							
CÍA "FUTANO"	0,9797583	0,9645033	0,9572542	0,9830999	0,9830999	0,9572542	0,9572542	0,9797583	0,9572542	0,9797583		1						
CITIGROUP INC 6,875	0,9918094	0,9932144	0,9857664		1	1	0,9857664	0,9857664	0,9918094	0,9857664	0,9918094	0,9830999	0,9830999	1				
CITIGROUP INC 7,875	0,9918094	0,9932144	0,9857664		1	1	0,9857664	0,9857664	0,9918094	0,9857664	0,9918094	0,9830999	0,9830999		1			

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de los coeficientes de correlación existentes entre los distintos activos que forman nuestra cartera, hemos utilizado la función de Excel denominadas 'coef.de.correl' y, acto seguido hemos elaborado un programa para aplicar la simulación Monte Carlo:

SIMULACIÓN MONTECARLO del RIESGO de SPREAD - AITOR BARAÑANO			
Numero de Simulaciones	10.000	Capital Económico VAR (99.5%)	2.686.691

Acorde al rating actual de cada activo generamos 10.000 escenarios⁴⁹ posibles de ratings de la cartera (debido a su extensión únicamente mostramos los primeros 47 escenarios) y la consiguiente proyección de los valores posibles que puede tomar acorde a una distribución normal (que incluye la media y la desviación que anteriormente hemos obtenido para cada uno de los activos):

⁴⁹ La generación de los 10.000 escenarios posibles lo hemos llevado a cabo mediante código visual basic que incluye una macro combinada con una hoja Excel. TODA LA CODIFICACIÓN QUE HEMOS ELABORADO PARA LOS CÁLCULOS DE LAS SIMULACIONES ESTOCÁSTICAS SE ENCUENTRAN DETALLADAS EN LOS ANEXOS DE ESTE TRABAJO.

TABLA Nº 56: TABLA DE LOS 10.000 ESCENARIOS DE RATING DE LA CARTERA

Número	Citigr	HSBC	Gener	Franc	Munic	Deuts	JP MO	HSBC	GENERAL	IUBS	A CÍA	"MI CÍA	"ICITIG	CITIG
Escenario	A	AA	AA	A	A	AA	AA	A	AA	A	BBB	BBB	A	A
1	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
2	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
3	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
4	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
5	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
6	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
7	B	BBB	A	BBB	BB	BB	BB	BBB	CCC/C	BBB	A	B	BB	BB
8	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
9	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
10	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
11	BB	BBB	A	BBB	BBB	BB	BB	BBB	CCC/C	BBB	A	B	A	BB
12	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
13	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
14	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
15	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
16	A	AA	AAA	AA	BBB	BB	AAA	AA	CCC/C	AA	AAA	B	AAA	BB
17	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
18	BB	BBB	A	BBB	BBB	BB	BB	BBB	CCC/C	BBB	A	B	BBB	BB
19	A	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
20	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
21	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
22	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
23	BB	BBB	A	BBB	BBB	BB	BB	BBB	CCC/C	BBB	A	B	AA	BB
24	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
25	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
26	BBB	A	AA	A	BBB	BB	A	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
27	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
28	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
29	BBB	A	AA	A	BBB	BB	BB	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
30	BBB	A	AA	A	BBB	BB	A	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
31	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
32	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
33	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
34	A	AA	AAA	AA	A	BB	AAA	AA	CCC/C	AA	AAA	B	AAA	BB
35	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
36	BBB	A	AA	A	BBB	BB	A	A	CCC/C	A	AA	B	AA	BB
37	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
38	A	A	AA	AA	A	BB	AAA	A	CCC/C	AA	AA	B	AAA	BB
39	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AA	A	CCC/C	A	AA	B	AA	BB
40	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
41	BBB	A	A	A	BBB	BB	BB	A	CCC/C	A	A	B	AA	BB
42	AA	AAA	AAA	AAA	A	BB	AAA	AAA	CCC/C	AAA	AAA	B	AAA	BB
43	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
44	BB	BB	BBB	BBB	BB	BB	BB	BB	CCC/C	BBB	BBB	B	BB	BB
45	BBB	A	AA	A	BBB	BB	AAA	A	CCC/C	A	AA	B	AAA	BB
46	BBB	BBB	A	BBB	BBB	BB	BB	BBB	CCC/C	BBB	A	B	AA	BB
47	BBB	A	A	A	BBB	BB	BB	A	CCC/C	A	A	B	AA	BB

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizadas las 10.000 simulaciones, obtenemos los siguientes resultados:

TABLA Nº 57: RESULTADO SCR INDIVIDUALIZADO DE *SPREAD*

										LA DEUDA PÚBLICA NO CONSUME CAPITAL			
										TOTAL:	60.816.000	58.215.167	
NOMBRE DEL ACTIVO	SECTOR	RATING	PAIS	DIVISA	DUR	PRECIO A MERCADO (MARK TO MODEL)	PRECIO DE MERCADO (MARK TO MARKET)	NOMINAL	VALOR	SCR			
BONO GOBIERNO ALEMAN 1	Government - Sovereign	AAA	Germany	EUR	20,05	-	85,22	6.000.000	5.113.200	0			
BONO GOBIERNO ALEMAN 2	Government - Sovereign	AAA	Germany	EUR	20,05	-	84,54	7.000.000	5.917.800	0			
BONO GOBIERNO ALEMAN 3	Government - Sovereign	AAA	Germany	EUR	20,05	-	84,15	8.000.000	6.732.000	0			
Citigroup	Banking	A+	USA	USD	9,79	-	84,8	2.059.000	1.746.032	176.065			
HSBC	Banking	AA-	GBR	EUR	10,72	-	93,59	4.537.000	4.246.178	60.933			
General Electric	Financial Services	AA+	USA	USD	16,34	-	84,44	1.670.000	1.410.148	57.605			
France Telecom	Telecommunications	A-	France	EUR	11,04	-	104,96	5.375.000	5.641.600	641.518			
Munich Re Finance	Financial Services	A+	Germany	EUR	8,49	-	107,04	5.375.000	5.753.400	503.118			
Deutsche Bank	Banking	AA-	GBR	USD	5,89	-	107,83	3.000.000	3.234.900	47.634			
JP MORGAN	Financial Services	AA-	USA	USD	13,16	-	110	1.000.000	1.100.000	36.190			
HSBC FINANCE CORP	Financial Services	A	USA	USD	10,27	-	102,6	5.000.000	5.130.000	542.657			
GENERAL ELECTRIC	Financial Services	AA+	USA	USD	6,39	-	103,6	5.000.000	5.180.000	82.751			
UBS AG	Banking	A+	USA	USD	6,15	-	102,75	2.000.000	2.055.000	130.174			
CÍA "MENGANO"	Financial Services	BBB	Spain	EUR	5,775	100,23788	-	500.000	501.189	36.180			
CÍA "FUTANO"	Financial Services	BBB	Spain	EUR	1,802	90,1065744	-	300.000	270.320	6.089			
CITIGROUP INC 6,875% Voto:2038	Banking	A	USA	EUR	11,52	-	99,67	2.000.000	1.993.400	236.529			
CITIGROUP INC 7,875% Voto:2018	Banking	A	USA	EUR	5,73	-	109,5	2.000.000	2.190.000	129.252			
								60.816.000	58.215.167	2.686.690,97			
								SCR					

El resultado del SCR Spread de nuestra cartera asciende a **2.686.690,97 euros**.

Aunque no se incluyen en nuestra cartera, cabe destacar que en el riesgo de Spread también deberíamos considerar los CDO (*Collateralized Debt Obligation*) que en función de si contiene préstamos o bonos, se clasifica en:

- CLO (Collateralized Loan Obligation)
- CBO (Collateralized Bond Obligation)

El inversor que compra un CDO, soporta el riesgo de crédito del Colateral. En la estructura del CDO hay diferentes tramos de títulos, ofreciendo a los inversores diferentes vencimientos y riesgos de crédito [Francis y Taylor, 1992].

La capacidad del gestor del CDO para pagar los intereses de los tramos y devolver los principales en el vencimiento depende de las características de los activos subyacentes [Beaufils, 1986].

4.3.6.- Concentraciones de riesgos de mercado Mkt_{conc}

Las concentraciones de riesgos de mercado conllevan un riesgo adicional para la entidad aseguradora, debido a:

- la mayor volatilidad existente en las carteras de activos concentradas, y
- el riesgo adicional de sufrir pérdidas de valor, debido al impago de un emisor

En la estimación del gasto del capital relacionado con el riesgo de concentración, muchas veces no se utilizan medidas de riesgo, sino metodologías estándares basadas en coeficientes reductores en función del grado de diversificación [Francis y Archer, 1977].

Lo habitual es que en estas metodologías se penalice la concentración por emisores, por sectores, zonas geográficas, tipos de activo o clases de activos. De aquí, extraemos una lógica conclusión: La diversificación MITIGA RIESGOS.

El estándar de concentración máxima por emisor, al menos en el sector asegurador, se suele limitar en función de la calidad crediticia, al 5% si son de calidad o al 3% si tienen menos calidad.

No existe un número ideal de emisores individuales. Éste depende del volumen de inversiones. La diversificación por emisores también se extiende a la deuda pública.

Ya hemos anticipado que la diversificación mitiga riesgos pero en exceso puede resultar ineficaz, ya que la “nanodiversificación”, es decir, invertir cantidades insignificantes en algunos emisores para los volúmenes totales significativos de cartera, carece de sentido y genera gastos administrativos innecesarios.

La concentración máxima recomendada por sectores es muy variable y depende del tipo de cartera y de las condiciones de mercado.

Con la finalidad de simplificar, las concentraciones de riesgos de mercado se limitarán al riesgo relativo a la acumulación de riesgos con la misma contraparte.

No incluye otros tipos de concentraciones (las referidas, por ejemplo, al área geográfica, el sector industrial, etc.).

Los bonos públicos, tal y como establece la Directiva de Solvencia II, al igual que hemos mencionado para el módulo de riesgo de spread, están exentos de la aplicación de este módulo (aunque con la crisis se ha demostrado que no debería existir dicha exención. Valga el ejemplo de la “quita” que se aplicó a los Bonos Griegos). Tal exención se refiere a los préstamos suscritos por el gobierno nacional o garantizados por éste, de un estado miembro de la OCDE o de la EEA, emitidos en la divisa del gobierno en cuestión.

Datos

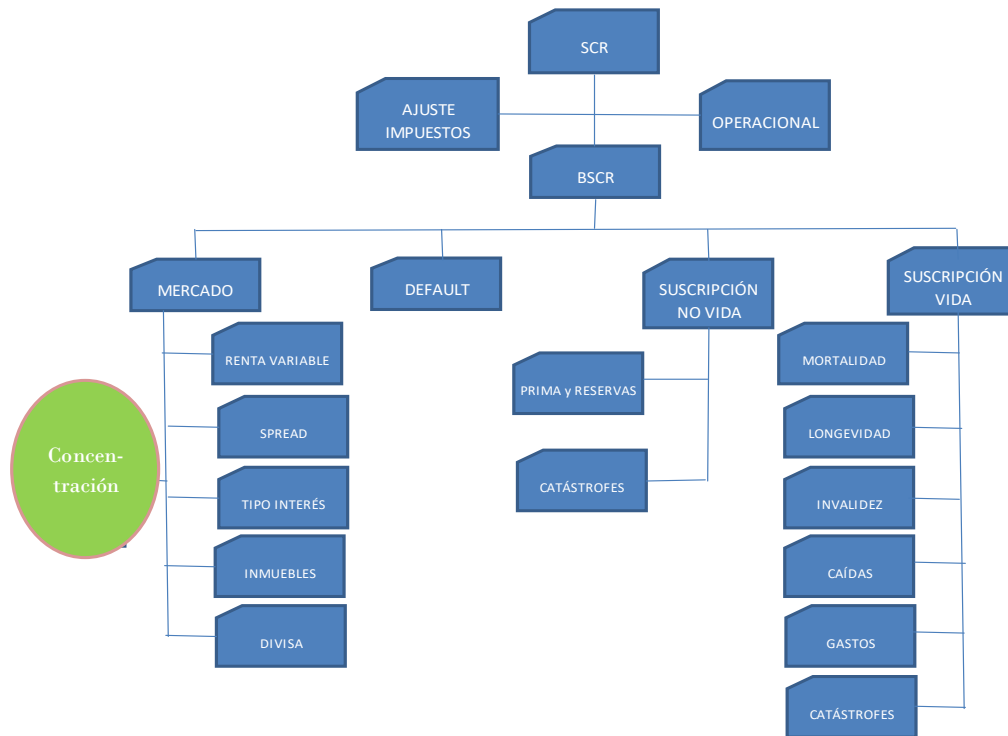
Los riesgos de los activos deben agruparse de acuerdo con las contrapartes involucradas.

E_i	=	Riesgo neto por incumplimiento de la contraparte i
$Assets_{xl}$	=	Importe total de los activos, excluidos aquellos en los que los clientes asumen el riesgo de la inversión como los unit linked
$rating_i$	=	Valoración independiente externa de la calificación crediticia de la contraparte i

Cuando una entidad esté expuesta a más de un riesgo de una contraparte, se procederá a una valoración ponderada determinada como la correspondiente a la media ponderada de la calidad crediticia. Denominaremos E_i a la suma de dichos riesgos de incumplimiento y $rating_i$ donde:

Media ponderada de la calidad crediticia	=	media de la calidad crediticia de cada uno de los riesgos de la contraparte, ponderada con el riesgo neto de incumplimiento

Cálculo Riesgo de Mercado - Subriesgo de Concentración



Dada la complejidad de obtener tramos de concentración de riesgos que reflejen nuestro objetivo de determinar el gasto de capital acorde a un intervalo de confianza del 99,5% a un año, optaremos por seguir la aproximación que se establecen en el Reglamento Delegado de Solvencia II:

El cálculo se lleva a cabo en tres pasos:

- (a) riesgo de exceso,
- (b) gasto de concentración del riesgo por “nombre” y
- (c) agregación.

El riesgo de exceso se calcula a través de la expresión:

$$XS_i = \max\left\{0; \frac{E_i}{Assets_{xl}} - CT\right\},$$

donde el umbral de concentración (CT) se establece como sigue, en función de la valoración de la contraparte ⁵⁰:

rating _i	CT
AA-AAA	5%
A	5%
BBB	3%
BB o inferior	3%

El gasto de concentración del riesgo para cada "nombre" *i* se calcula como:

$$Conc_i = Assets_{xl} \cdot XS_i \cdot g_i$$

donde; XS_i se expresa en referencia a la unidad (es decir, un exceso del riesgo *i* por encima del umbral del 8%, se expresa como XS_i = 0,08) y el parámetro *g*, en función de la valoración crediticia de la contraparte, se determina:

⁵⁰ Obsérvese que un umbral de concentración de, por ejemplo, un 5% significa que es preciso tener en cuenta, como máximo y a los efectos de este módulo, 20 de las mayores concentraciones de riesgo.

Rating _i	Nivel de calidad crediticia	<i>g_i</i>
AAA	1	0.15
AA		
A	2	0.18
BBB	3	0.30
BB o inferior	4 – 6,	0.73

El requerimiento total de capital para las concentraciones de riesgos de mercado se determina suponiendo que los requerimientos de cada contraparte *i* son independientes:

$$Mkt_{conc} = \sqrt{\sum_i Conc_i^2} \cdot$$

Este riesgo lo vamos a cuantificar acorde al método propuesto anteriormente. Para ello, recordemos que vamos a utilizar los siguientes parámetros:

RATING	UMBRAL
AAA	5%
AA	5%
A	5%
BBB	3,00%
INFERIOR	3,00%

RATING	G
AAA	0,15
AA	0,15
A	0,18
BBB	0,3
BB o inferior	0,73

Ordenamos nuestra cartera de activos por emisor y calculamos la concentración por emisor:

TABLA Nº 58: DESGLOSE INFORMACIÓN DE RIESGO DE CONCENTRACIÓN

58.215.167		100%	
VALORACIÓN IND. MTM	EMISOR	RATING	% Cartera
17.763.000	GOBIERNO ALEMAN	AAA	30,51%
5.929.432	Citigroup	A+	10,19%
9.376.178	HSBC	AA-	16,11%
6.590.148	General Electric	AA+	11,32%
5.641.600	France Telecom	A-	9,69%
5.753.400	Munich Re Finance	A+	9,88%
3.234.900	Deutsche Bank	AA-	5,56%
1.100.000	JP MORGAN	AA-	1,89%
2.055.000	UBS	A+	3,53%
501.189	CÍA "MENGANO"	BBB	0,86%
270.320	CÍA "FUTANO"	BBB	0,46%

Fuente: Elaboración propia

Una vez aplicado el factor G sobre los excesos de los umbrales establecidos por emisor, obtenemos lo siguiente:

TABLA Nº 59: DESGLOSE SCR INDIVIDUALIZADO DE CONCENTRACIÓN

58.215.167		100%						
VALORACIÓN IND. MTM	EMISOR	RATING	% Cartera	UMBRAL	EXCESO	G	EXEUR	SCR
17.763.000	GOBIERNO ALEMAN	AAA	30,51%	5%	0,00%	0,15	0	0
5.929.432	Citigroup	A+	10,19%	5%	5,19%	0,18	3.018.674	543.361
9.376.178	HSBC	AA-	16,11%	5%	11,11%	0,15	6.465.420	969.813
6.590.148	General Electric	AA+	11,32%	5%	6,32%	0,15	3.679.390	551.908
5.641.600	France Telecom	A-	9,69%	5%	4,69%	0,18	2.730.842	491.551
5.753.400	Munich Re Finance	A+	9,88%	3%	0,00%	0,73	0	0
3.234.900	Deutsche Bank	AA-	5,56%	5%	0,00%	0,15	0	0
1.100.000	JP MORGAN	AA-	1,89%	5%	0,00%	0,15	0	0
2.055.000	UBS	A+	3,53%	5%	0,00%	0,18	0	0
501.189	CÍA "MENGANO"	BBB	0,86%	3%	0,00%	0,3	0	0
270.320	CÍA "FUTANO"	BBB	0,46%	3%	0,00%	0,3	0	0

SCR **2.556.634***Fuente: Elaboración propia*SCR Riesgo Concentración ➔ **2.556.634 euros**

4.4.- Módulo de riesgo de SCR de la contraparte SCR_{def}

Descripción

Este riesgo se traduce en el riesgo de sufrir posibles pérdidas debido a

- un incumplimiento de las contrapartes
- un deterioro de la solvencia de las contrapartes o de los deudores con respecto a los contratos de mitigación del riesgo⁵¹

En definitiva y a efectos prácticos, representa la pérdida esperada por el eventual impago de los compromisos de los bonos (flujos de cupones y principales) o cambios en la calidad crediticia del emisor de los activos o por la contraparte de las obligaciones, especialmente los reaseguradores.

Por ejemplo, para un inversor en bonos, el riesgo de contraparte representa la pérdida probable que podría sufrir en caso de un hipotético impago de los compromisos del emisor del bono que se traduce en el impago de los cupones y la devolución del principal/nocional.

Los factores a tener en cuenta para el riesgo de crédito-contraparte son la exposición, la probabilidad de impago y la severidad, es decir, cuánto dinero no recuperamos en caso de impago.

La medición del riesgo de contraparte es una labor con mucha antigüedad. De hecho, los bancos siempre han realizado como prestamistas un análisis de la capacidad de devolución de lo que le preste al prestatario. Si su “capacidad de devolver” era baja, o no se lo prestaba o se lo prestaba caro [Brealey y Steward, 1993].

La capacidad para hacer frente a sus compromisos de los emisores de los bonos, determinan el precio de éstos. Si el riesgo de no pagar (el riesgo de contraparte) aumenta, el valor del activo baja. Dicha capacidad se mide, básicamente, mediante el rating de la calificación crediticia.

⁵¹ Incluyen acuerdos de reaseguros, titulizaciones y derivados.

El rating lo establecen las agencias de calificación crediticia o rating. Se trata de entidades, en principio, independientes que se dedican exclusivamente a calificar la calidad crediticia de los emisores.

Antes de que estas agencias establezcan las correspondientes calificaciones, analizan las cuentas, los balances, las diversificaciones (tanto geográficas desde el punto de vista del negocio como la concentración de activos por emisores, sectores, etc.), las emisiones y publican su opinión acerca de un emisor o una emisión. Las principales agencias de rating a nivel internacional son Moody's y Standard & Poor's, y en menor medida, A.M. Best y Fitch.

Las distintas metodologías de medición del riesgo de contraparte utilizan información específica. Vamos a detenernos en las siguientes:

- Rating: Esta información es necesaria para medir la capacidad para hacer frente a las obligaciones por parte de los emisores. El rating es una medida de la capacidad de pago. A mayor rating, mayor credibilidad y viceversa.

Las distintas escalas del rating son generalmente letras y en algún caso incluyen números. En el caso, por ejemplo de Standard & Poor's: una triple A (AAA) representa la escala de máxima calidad, tres CCC representa la escala mínima. Entre las anteriores, hay distintas escalas (AA, A, BBB, BB, B) e incluso marcas intermedias (A+, A-).

- Probabilidad de default: Al igual que hemos realizado para el riesgo de spread, es la estimación de la probabilidad de un determinado emisor o de una determinada emisión de no hacer frente a sus obligaciones a un determinado plazo.

- Matriz de transición de crédito: Al igual que hemos tenido en cuenta en el módulo del riesgo de spread, otra de las herramientas habituales para la medición del riesgo de contraparte es la matriz de transición de crédito.

Se trata de una matriz cuadrada cuyas filas y columnas son los niveles de rating que establece la probabilidad de un determinado nivel de rating (de una emisión o emisor) de cambiar a otro superior o inferior o que se mantenga en su nivel durante un periodo de tiempo determinado (habitualmente un año) [Artzner, Delbaen, Eber y Heath, 1999].

En dicha matriz se establece, por ejemplo, que la probabilidad de que un bono AA pase a A es del 3,4% en un año, la probabilidad de que pase a AAA es del 1,5% y la probabilidad de que ese bono se mantenga en AA es del 91,8%.

El resto de los componentes de la matriz completan todas las posibilidades de transición o cambio de rating, hasta sumar 100% son las probabilidades de transicionar a niveles inferiores a A o de impagar (en inglés, hacer “default”).

- Spread: Otro aspecto a tener en cuenta es el “spread” que como ya habíamos comentado anteriormente, es el diferencial de tipo de interés que existe entre un emisor con riesgo y un emisor sin riesgo (representado por la deuda pública) para acceder a los mismos plazos en las mismas condiciones.

Por lo general, tal y como hemos realizado en nuestra clasificación de riesgos, el “spread” de una incorpora información de riesgo de contraparte y de riesgo de liquidez⁵².

- Emisiones financieras senior o subordinadas: Se trata de establecer, tal y como hemos anticipado en el apartado correspondiente a los fondos propios, el grado de calidad de la deuda financiera.

- Severidad: Representa la pérdida de valor en caso de impago/default del emisor.

- CDS: Se trata de “derivados de crédito”. CDS es el acrónimo del inglés Credit Default Swap. Un CDS, como ya habíamos anticipado, no es más que un contrato privado de seguro donde el comprador, a cambio de una prima/precio, adquiere protección ante posibles deterioros de la capacidad de hacer frente a sus obligaciones por parte de un emisor.

⁵² De ahí que no hayamos considerado el riesgo de liquidez como un riesgo específico en nuestra clasificación de riesgos en contraposición con el establecido en las especificaciones técnicas del QIS.

El vendedor del CDS vende la protección al comprador y por ello recibe una prima, por tanto, en caso que la calidad crediticia del emisor baje, el comprador de la opción gana y el vendedor pierde.

A diferencia del spread, que incluye información de riesgo de contraparte y de riesgo de liquidez, el CDS sólo incluye información del riesgo de contraparte. Al igual que los “spreads”, la información sobre la evolución de los CDS está disponible en Reuters y Bloomberg.

- Índices itraxx: Los iTraxx son índices pertenecientes al mercado de derivados de crédito (CDS).

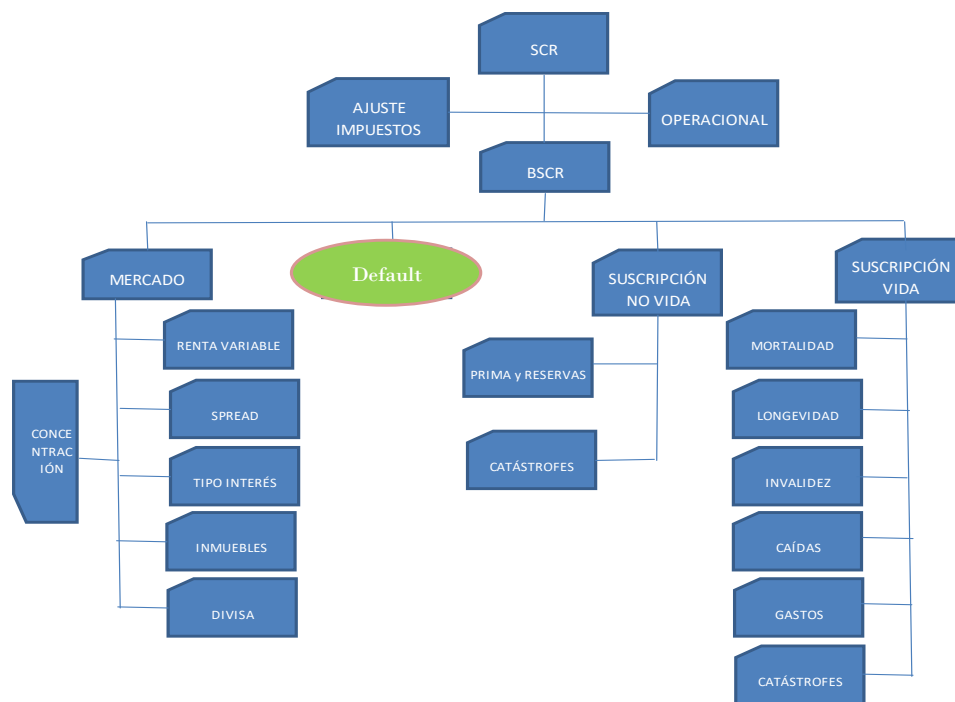
Estos índices miden el deterioro o la mejora en la calidad crediticia del conjunto de emisores. A mayor nivel del índice mayor deterioro (mayor riesgo de impago del conjunto de emisores representados por el agregado).

La información sobre la evolución de los índices iTraxx está disponible en Reuters, Bloomberg y otros ‘vendors’ de información financiera.

En definitiva, en este módulo de riesgo de incumplimiento de la contraparte reflejarremos, para cada contraparte, la exposición global al riesgo de contraparte de la entidad frente a esa contraparte.

Los principales datos que es necesario introducir en el módulo de riesgo de incumplimiento de la contraparte son la pérdida en caso de impago (loss given default o LGD) estimada de un riesgo y la probabilidad de impago (PD) de la contraparte.

Cálculo Riesgo de Contraparte o Default



Los cálculos deberían seguir un patrón similar al que hemos propuesto en el módulo de spread. No obstante, a nuestros efectos, consideraremos que la Entidad no tiene saldos deudores con ninguna contraparte (Reaseguro, CDS, etc). Esto implica que el **SCR Default o Contraparte sea 0 euros.**

4.5.- Módulo de riesgo de suscripción del seguro de vida

Descripción

Este módulo incluye el riesgo derivado de la suscripción de contratos de seguros pertenecientes al ramo de vida que se divide en riesgos biométricos (que incluyen el riesgo de mortalidad, el de longevidad y el de discapacidad/morbilidad), el riesgo de caída de cartera, el riesgo de gastos y el de catástrofe.

Se trata de cuantificar los riesgos que están cubiertos en los contratos de seguros de vida existentes en la Entidad.

El gasto de capital en este módulo debería reflejar la pérdida que tendría la Entidad en caso de darse los escenarios adversos contemplados (calibración VaR 99,5%) que cubren las posibles desviaciones de la media (Best Estimate). Por tanto, para todos los cálculos correspondientes a este módulo, utilizaremos las mismas macros que hemos elaborado para el Best Estimate. Lo único que cambian son las hipótesis empleadas en las proyecciones de los flujos probables.

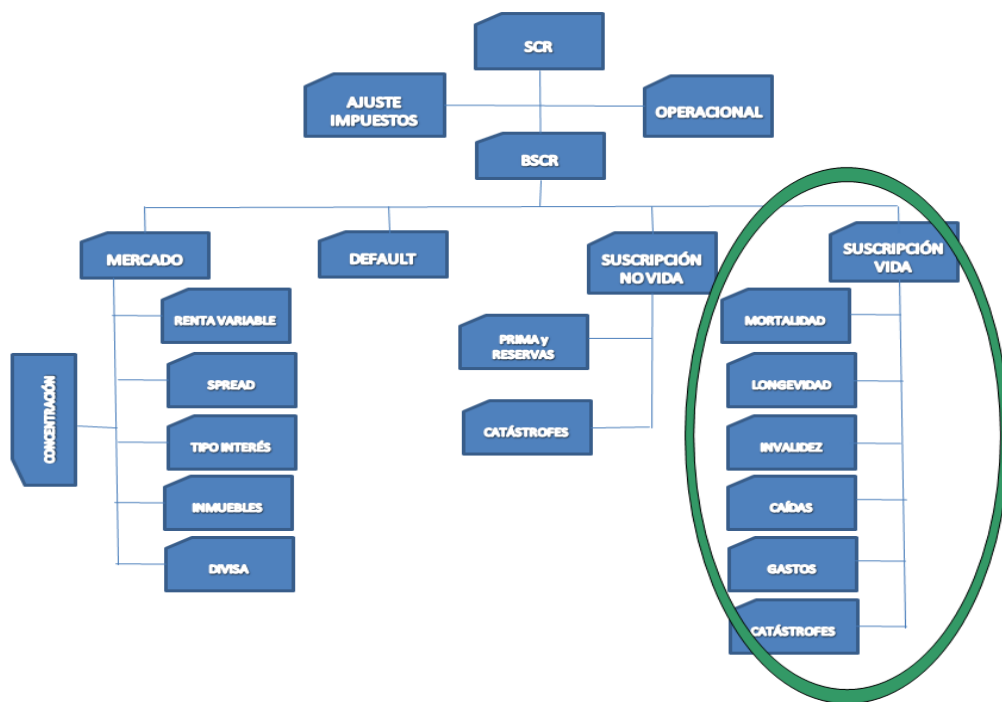
Datos: Se necesita la información siguiente:

$Life_{mort}$	=	Gasto de capital por el riesgo de mortalidad
$Life_{long}$	=	Gasto de capital por el riesgo de longevidad
$Life_{dis}$	=	Gasto de capital por el riesgo de discapacidad ⁵³
$Life_{lapse}$	=	Gasto de capital por el riesgo de caída de cartera
$Life_{exp}$	=	Gasto de capital por el riesgo de gastos

⁵³ Este riesgo se define de forma que incluye tanto el riesgo de discapacidad como el de morbilidad (o enfermedad).

$$Life_{CAT} = \text{Gasto de capital por el riesgo de catástrofes}$$

Cálculo Suscripción Vida – Agregación riesgos



El requerimiento de capital correspondiente al riesgo de seguro de vida que incluyen los subriesgos de mortalidad, longevidad, invalidez, caídas, gastos y catastrófico, se calcula combinando los gastos de capital de los subriesgos de seguro de vida utilizando una matriz de correlaciones⁵⁴ de tal forma que:

⁵⁴ Debido a que no hemos podido obtener una matriz de correlaciones propias porque no disponemos de experiencia propia, hemos adoptado la matriz de correlaciones estipuladas en el QIS.

$$SCR_{life} = \sqrt{\sum_{rxc} CorrLife^{rxc} \cdot Life_r \cdot Life_c}$$

Donde

SCR_{life} = Gasto de capital por el riesgo de seguro de vida

$CorrLife^{rxc}$ = cada una de las celdas de la matriz de correlaciones $CorrLife$

$Life_r, Life_c$ = Gastos de capital asociados a cada uno de los subriesgos de seguro de vida de acuerdo con las filas y columnas de la matriz de correlaciones $CorrLife$

y la matriz de correlaciones $CorrLife$ que utilizaremos para agregar los distintos subriesgos, se define como:

TABLA Nº 60: MATRIZ DE CORRELACIONES DEL RIESGO DE SUSCRIPCIÓN VIDA

$CorrLife$	$Life_{mort}$	$Life_{long}$	$Life_{dis}$	$Life_{lapse}$	$Life_{exp}$	$Life_{CAT}$
$Life_{mort}$	1					
$Life_{long}$	-0.25	1				
$Life_{dis}$	0.5	0	1			
$Life_{lapse}$	0	0.25	0	1		
$Life_{exp}$	0.25	0.25	0.5	0.5	1	
$Life_{CAT}$	0	0	0	0	0	1

Fuente: CEIOPS - Especificaciones técnicas QIS

En los apartados siguientes mostraremos la metodología de los cálculos que hemos desarrollado en la determinación de los distintos subriesgos del seguro de vida.

Se adjunta el resultado de la agregación de los riesgos de suscripción de vida en el que el importe del mismo asciende a **616.610 euros**:

TABLA Nº 61: RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL MODULO DE RIESGO DE SUSCRIPCIÓN VIDA

<u>Cálculo riesgos de vida</u>	LIFEmort	LIFElong	LIFEdis	LIFEelapse	LIFEexp	LIFEcat	RESULTADO
	125.007	0	0	347.784	328.006	38.250	616.610
<i>Corr. LIFEmort</i>	100%	-25%	50%	0%	25%	0%	 SCR VIDA (Total Riesgo Suscripción Seguros vida)
<i>Corr. LIFElong</i>	-25%	100%	0%	25%	25%	0%	
<i>Corr. LIFEdis</i>	50%	0%	100%	0%	50%	0%	
<i>Corr. LIFEelapse</i>	0%	25%	0%	100%	50%	0%	
<i>Corr. LIFEexp</i>	25%	25%	50%	50%	100%	0%	
<i>Corr. LIFEcat</i>	0%	0%	0%	0%	0%	100%	

4.5.1.- Riesgo de mortalidad *Life_{mort}*

Descripción

La finalidad del riesgo de mortalidad es reflejar la incertidumbre de las tendencias y los parámetros, en la medida en que éstos no estén reflejados en la valoración de las provisiones técnicas.

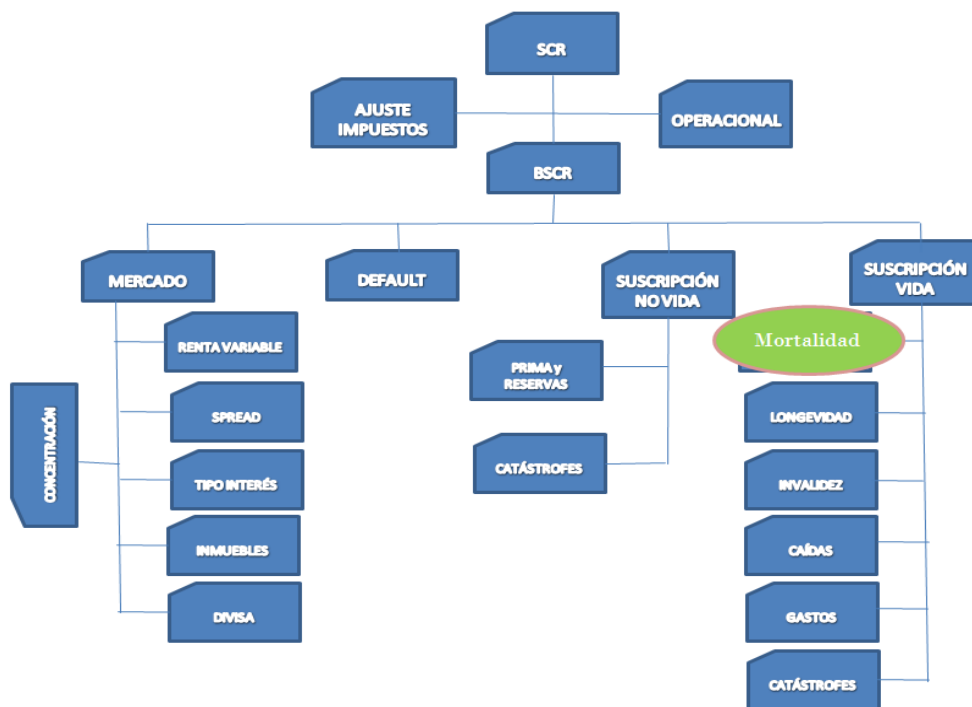
Es de aplicación a los contratos de seguros que contemplen la contingencia del riesgo de mortalidad (es decir, en aquellos casos en los que el importe que actualmente deba pagarse en caso de fallecimiento supere las provisiones técnicas mantenidas y, por consiguiente, un incremento de las tasas de mortalidad puede provocar un aumento de las provisiones técnicas).

Para aquellos contratos que ofrezcan beneficios tanto en caso de fallecimiento como de supervivencia, todos los contratos se dividen en dos componentes independientes: uno dependiente del fallecimiento y otro dependiente de la supervivencia de la(s) persona(s) asegurada(s). Únicamente el primero se tendrá en cuenta para la aplicación del escenario de mortalidad y se aplicará de un modo coherente a todos los contratos en las diferentes líneas de negocio afectadas:

Datos

Este módulo no requiere la introducción de datos específicos, ya que tratamos de proyectar un shock sobre el Best Estimate que represente un percentil del 99,5%. Esta desviación respecto a la media (Best estimate) representará la carga de capital del subriesgo de mortalidad.

Cálculo Suscripción Vida – Subriesgo Mortalidad



El cálculo consiste en aplicar incremento (permanente) determinado en las tasas de mortalidad de cada edad. En este sentido, anteriormente, para determinar el Best Estimate, habíamos realizado un estudio de mortalidad correspondiente a la experiencia siniestral de la cartera de seguros de vida de la Entidad. Para ello, habíamos obtenido los promedios de siniestralidad anuales históricos. Pues bien, lo que hemos realizado para este submódulo no es más que, al igual que hemos realizado con todos los riesgos, aplicar un percentil del 99,5%. El resultado de esto se traduce en aplicar un incremento/schock permanente del 10% en las tasas de mortalidad.

El gasto de capital del riesgo de mortalidad se define como el resultado de un escenario de mortalidad en el seguro de vida que se aplica a todas y cada una de las pólizas de la cartera (T pólizas), que viene dado por la siguiente expresión:

$$Life_{mort} = \sum_1^T (\Delta NAV | mortshock)$$

donde la suscripción T denota la última póliza de la cartera. El resto de términos se definen como:

ΔNAV = Variación del valor neto de los activos menos los pasivos⁵⁵

$mortshock$ = Incremento (permanente) del 10%⁵⁶ en las tasas de mortalidad de cada edad

A nuestros efectos, tal y como hemos citado anteriormente, se dispone de dos carteras de seguros de vida: una cartera de seguros de vida ahorro y otra cartera de seguros de vida riesgo en los que la mejor estimación (*Best estimate*) del pasivo correspondiente a la cartera de vida se desglosa del siguiente modo:

CARTERA	BEST ESTIMATE
SEGURO AHORRO	40.677.655
SEGURO RIESGO	- 1.287.134
PASIVOS ==>	39.390.521

⁵⁵ Al analizar el valor de los pasivos tras un *shock* de mortalidad, las entidades deberán aplicar los principios descritos en la Capítulo 2 de la especificación con respecto a la supuesta conducta de los clientes.

⁵⁶ Representa el percentil 99,5% (2,5758 Desv. Típica) del estudio de mortalidad que hemos realizado para determinar el Best Estimate de los seguros de vida.

Acorde a las hipótesis de mortalidad realista que habíamos aplicado a nuestra cartera de seguros de vida (60% de las tablas de mortalidad Pasem 2010 en los seguros de ahorro y 50% de las tablas de mortalidad Pasem 2010 en los seguros de riesgo), el shock implica que para el recálculo de los pasivos de los seguros de vida las tasas de mortalidad quedarían como sigue:

Hipótesis realistas	Realista	Shock (+10%)
CARTERA AHORRO		
Tasa de mortalidad realista (% Pasem 2010)	60,00%	66,00%
CARTERA RIESGO		
Tasa de mortalidad realista (% Pasem 2010)	50,00%	55,00%

Una vez introducidas estas nuevas hipótesis (en nuestro caso, lo modificamos en la base de datos), tenemos que rodar la macro que hemos elaborado bajo el escenario del shock de mortalidad (lo seleccionamos en el formulario de visual basic):

Esto implica que el Best Estimate de los seguros de ahorro y riesgo bajo el shock de mortalidad aplicado sea:

TABLA Nº 62: RESULTADO DEL SHOCK DE MORTALIDAD SEGURO AHORRO

CÁLCULO DE LA MEJOR ESTIMACIÓN										
Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Flujos netos inicio de año	-5.650.000 €	-5.024.265 €	-4.472.919 €	-3.979.771 €	-3.539.092 €	-3.145.930 €	-2.794.611 €	-2.480.722 €	-2.200.323 €	295.854 €
Flujos netos fin de año	5.648.418 €	5.655.456 €	5.689.354 €	5.669.414 €	5.595.430 €	5.489.027 €	5.357.711 €	5.207.554 €	5.044.612 €	4.644.556 €
Tasa de descuento (Forward)	3,049%	2,311%	3,519%	3,663%	3,816%	4,034%	4,219%	4,395%	4,519%	4,600%
Factor de descuento	0,9704	0,9774	0,9660	0,9647	0,9632	0,9612	0,9595	0,9579	0,9568	0,9560
Mejor Estimación	40.712.254 €	42.127.421 €	42.585.700 €	43.025.165 €	43.057.436 €	42.779.366 €	42.288.712 €	41.627.469 €	40.839.109 €	39.939.874 €



Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 63: RESULTADO DEL SHOCK DE MORTALIDAD SEGURO VIDA RIESGO

PROYECCIÓN DE FLUJOS REALISTAS		
Año	2009	2010
Edad	46	47
Año póliza	2	3
Tasa GKMF95	0,00295	0,00323
Tasa de mortalidad realista	0,00195	0,00213
Tasa de caídas (no renovación)	0,10000	0,10000
Vencimiento en aniversario-póliza	1,00000	1,00000
Nro. de asegurados en vigor (inicio)	10.000	0
Nro. de muertes	19	0
Nro. de caídas (no renovaciones)	998	0
Nro. de vencimientos	8.982	0
Nro. de asegurados en vigor (fin)	0	0
Flujos a inicio de año		
Primas	2.754.364 €	0 €
Regargos de gestión interna	413.155 €	0 €
Regargos de gestión externa	550.873 €	0 €
Prima Pura	1.790.337 €	0 €
Gastos de adquisición	0 €	0 €
Gastos de mantenimiento	150.000 €	0 €
Comisión de adquisición	0 €	0 €
Comisión de mantenimiento	413.155 €	0 €
Flujos a fin de año		
Prestación por fallecimiento	994.483 €	0 €
Flujos de caja netos		
Flujos netos inicio de año	-2.191.210 €	0 €
Flujos netos fin de año	994.483 €	0 €
MEJOR ESTIMACIÓN	-1.196.726 €	

BEST ESTIMATE
(Shock
Mortalidad)

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, el SCR del subriesgo de mortalidad teniendo en cuenta los dos productos que existen en la cartera asciende a **125.007 euros**.

Se adjunta tabla resumen de los resultados del subriesgo de mortalidad correspondiente a los seguros de vida:

TABLA Nº 64: RESUMEN DEL RESULTADO DEL SHOCK DE MORTALIDAD POR PRODUCTO

CARTERA	BEST ESTIMATE	BEST ESTIMATE (Shock Mortalidad)	SCR Mortalidad
SEGURO AHORRO	40.677.655	40.712.254	34.599
SEGURO RIESGO	-1.287.134	-1.196.726	90.408
PASIVOS ==>	39.390.521	39.515.528	125.007

El escenario de mortalidad en el seguro de vida deberá calcularse bajo la condición de que los supuestos relativos a las tasas de bonificación futuras (reflejados en la valoración de los beneficios discrecionales futuros en las provisiones técnicas) no varían antes ni después de verificar los *shocks*.

4.5.2.- Riesgo de longevidad *Life_{long}*

Descripción

La finalidad del riesgo de longevidad es reflejar la incertidumbre de las tendencias y los parámetros, en la medida en que éstos no estén reflejados en la valoración de las provisiones técnicas.

Este riesgo es de aplicación a la clase de contratos de seguros que depende del riesgo de longevidad (en los que no hay beneficio por fallecimiento, o donde el importe actual que debería pagarse en caso de fallecimiento es inferior a las provisiones técnicas mantenidas y, por tanto, un descenso de las tasas de mortalidad podría implicar un aumento de las provisiones técnicas)⁵⁷.

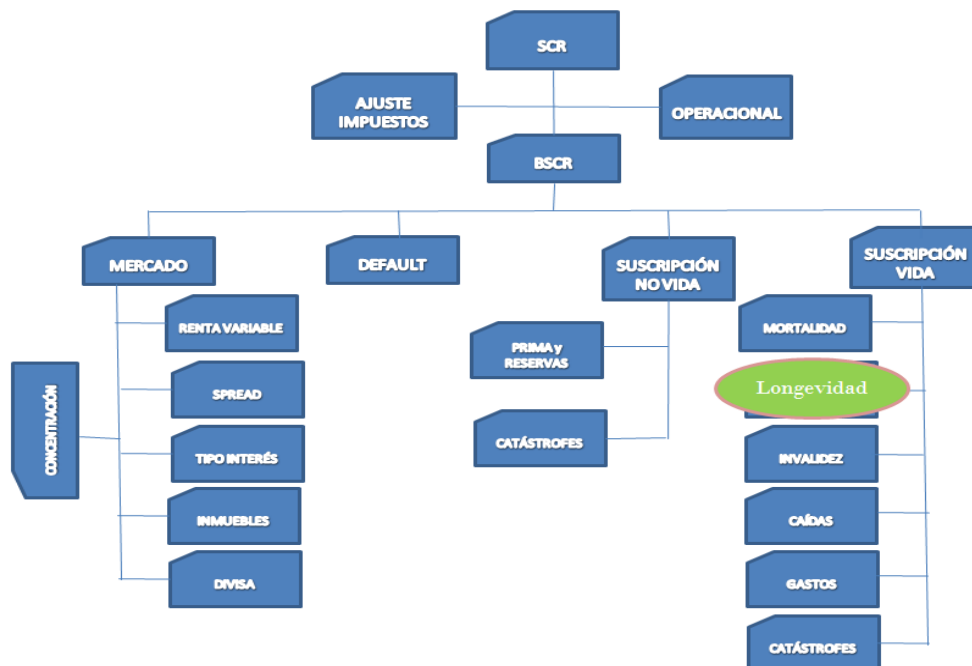
Para aquellos contratos que ofrecen beneficios tanto en caso de fallecimiento como de supervivencia, se aplicará de forma análoga y coherente al “riesgo de mortalidad”.

Datos

Este módulo, al igual que el módulo de mortalidad, no requiere la introducción de datos específicos.

⁵⁷ La provisión por créditos por discapacidad en pago debe incluirse en el módulo de riesgo de longevidad.

Cálculo Suscripción Vida – Subriesgo Longevidad



El gasto de capital del riesgo de longevidad se define como el resultado de un escenario de longevidad aplicable a todas y cada una de las pólizas de la cartera (T pólizas) viene dado por la siguiente expresión:

$$Life_{long} = \sum_1^T (\Delta NAV | shock\_longevidad)$$

donde T denota el nº total de pólizas que dependen del riesgo de longevidad. El resto de términos se definen como:

ΔNAV = Variación del valor neto de los activos menos los pasivos

Shock_longevidad = Descenso (permanente) del 25%⁵⁸ en las tasas de mortalidad de cada edad

El cálculo consiste en aplicar un descenso (permanente) del 25% en las tasas de mortalidad de cada edad, en definitiva, esto se traduce en un supuesto descenso de la mortalidad esperada.

Al igual que hemos realizado para el subriesgo de mortalidad, haremos lo mismo para el subriesgo de longevidad que a efectos prácticos se traduce en lo siguiente:

Hipótesis realistas	Realista	Shock (-25%)
CARTERA AHORRO		
Tasa de mortalidad realista (% Pasem 2010)	60,00%	45,00%
CARTERA RIESGO		
Tasa de mortalidad realista (% Pasem 2010)	50,00%	37,50%

Esto implica que el best estimate resultante de aplicar estos *shocks* sea el siguiente:

⁵⁸ Refleja una mejora (cola de la parte izquierda de la distribución de frecuencias) en las tasas de mortalidad y representa el VaR al 99,5% de la frecuencia histórica siniestral de seguros de vida de la cartera correspondiente a la Entidad

TABLA Nº 65: RESULTADO DEL SHOCK DE LONGEVIDAD SEGURO VIDA AHORRO

Flujos netos inicio de año	-5.650.000 €	-5.028.068 €	-4.480.044 €	-3.989.795 €	-3.551.635 €	-3.160.655 €	-2.811.208 €	-2.498.910 €	-2.219.841 €	298.981 €
Flujos netos fin de año	5.610.017 €	5.616.388 €	5.650.010 €	5.630.162 €	5.556.645 €	5.451.088 €	5.320.916 €	5.172.214 €	5.011.012 €	4.612.440 €
Tasa de descuento (Forward)	3,049%	2,311%	3,519%	3,663%	3,816%	4,034%	4,219%	4,395%	4,519%	4,600%
Factor de descuento	0,9704	0,9774	0,9660	0,9647	0,9632	0,9612	0,9595	0,9579	0,9568	0,9560
Mejor Estimación	40.590.296 €	42.040.146 €	42.539.368 €	43.023.922 €	43.105.790 €	42.881.373 €	42.448.091 €	41.847.663 €	41.123.307 €	40.290.916 €

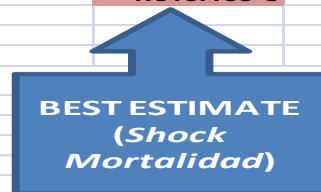


**BEST
ESTIMATE**
*(shock
Longevidad)*

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 66: RESULTADO DEL SHOCK DE LONGEVIDAD SEGURO VIDA RIESGO

Tasa de mortalidad realista	0,00133	0,00145
Tasa de caídas (no renovación)	0,10000	0,10000
Vencimiento en aniversario-póliza	1,00000	1,00000
Nro. de asegurados en vigor (inicio)	10.000	0
Nro. de muertes	13	0
Nro. de caídas (no renovaciones)	999	0
Nro. de vencimientos	8.988	0
Nro. de asegurados en vigor (fin)	0	0
Flujos a inicio de año		
Primas	2.754.364 €	0 €
Regargos de gestión interna	413.155 €	0 €
Regargos de gestión externa	550.873 €	0 €
Prima Pura	1.790.337 €	0 €
Gastos de adquisición	0 €	0 €
Gastos de mantenimiento	150.000 €	0 €
Comisión de adquisición	0 €	0 €
Comisión de mantenimiento	413.155 €	0 €
Flujos a fin de año		
Prestación por fallecimiento	678.057 €	0 €
Flujos de caja netos		
Flujos netos inicio de año	-2.191.210 €	0 €
Flujos netos fin de año	678.057 €	0 €
MEJOR ESTIMACIÓN	-1.513.153 €	



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, tenemos que el SCR Longevidad será el siguiente:

TABLA Nº 67: RESUMEN DEL RESULTADO DEL SHOCK DE LONGEVIDAD POR PRODUCTO

CARTERA	BEST ESTIMATE	BEST ESTIMATE (Shock Longevidad)	SCR Longevidad
SEGURO AHORRO	40.677.655	40.590.296	-87.359
SEGURO RIESGO	-1.287.134	-1.513.153	-226.019
PASIVOS ==>	39.390.521	39.077.144	-313.377

0

Acorde a la composición de la cartera, un shock de longevidad implica una disminución de nuestros pasivos y, en definitiva, la Entidad no asume riesgos debido a una mayor longevidad de los asegurados de los distintos productos que componen la cartera de seguros de vida y, por ende, el requerimiento de capital será **0 euros**.

4.5.3.- Riesgo de discapacidad *Life_{dis}*

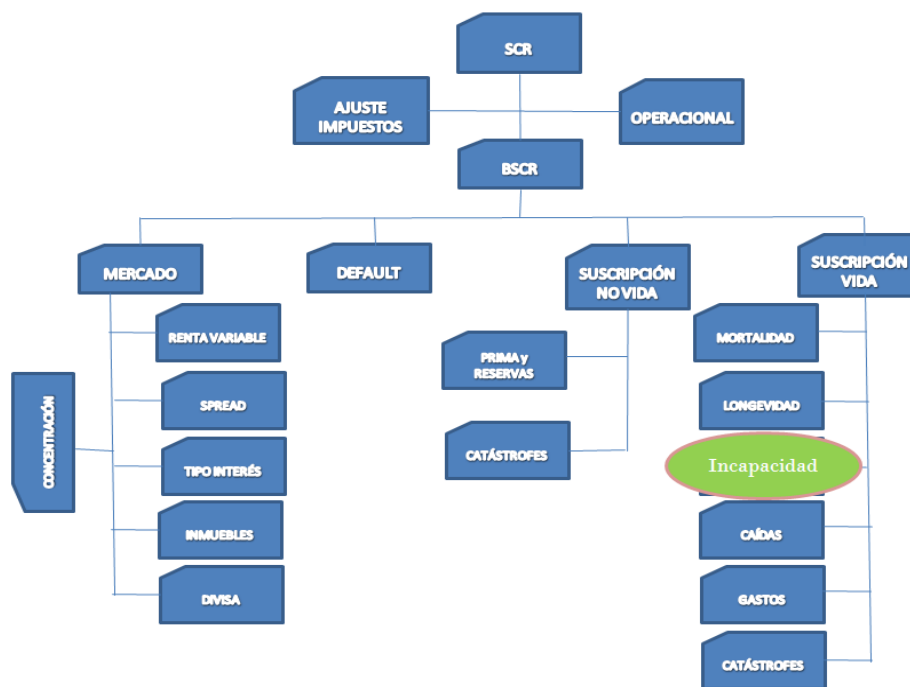
Descripción

Este riesgo es de aplicación a la clase de contratos de seguros en los que los beneficios que se pagan dependen de la definición de discapacidad⁵⁹.

Datos

Este módulo, al igual que los anteriores submódulos, no requiere la introducción de datos específicos.

Cálculo Suscripción Vida – Subriesgo Invalidez



⁵⁹ La discapacidad incluye la morbilidad o enfermedad, es decir, las pólizas con beneficios (suma total o anual) cuyo pago depende de ciertas definiciones de enfermedad.

El gasto de capital del riesgo de discapacidad se define como el resultado de un escenario de discapacidad que viene dado por la siguiente expresión aplicable a todas las pólizas de la cartera (T pólizas):

$$Life_{dis} = \sum_1^T (\Delta NAV \mid disshock)$$

El resto de términos se definen como:

ΔNAV = Variación del valor neto de los activos menos los pasivos

$Disshock$ = Aumento en las tasas de discapacidad

A nuestros efectos, los seguros no vida de la cartera no ofrecen seguros complementarios de vida y, en definitiva, no aseguro la incapacidad por lo que el requerimiento de capital será 0 euros.

4.5.4.- Riesgo de caída de cartera *Life*_{lapse}

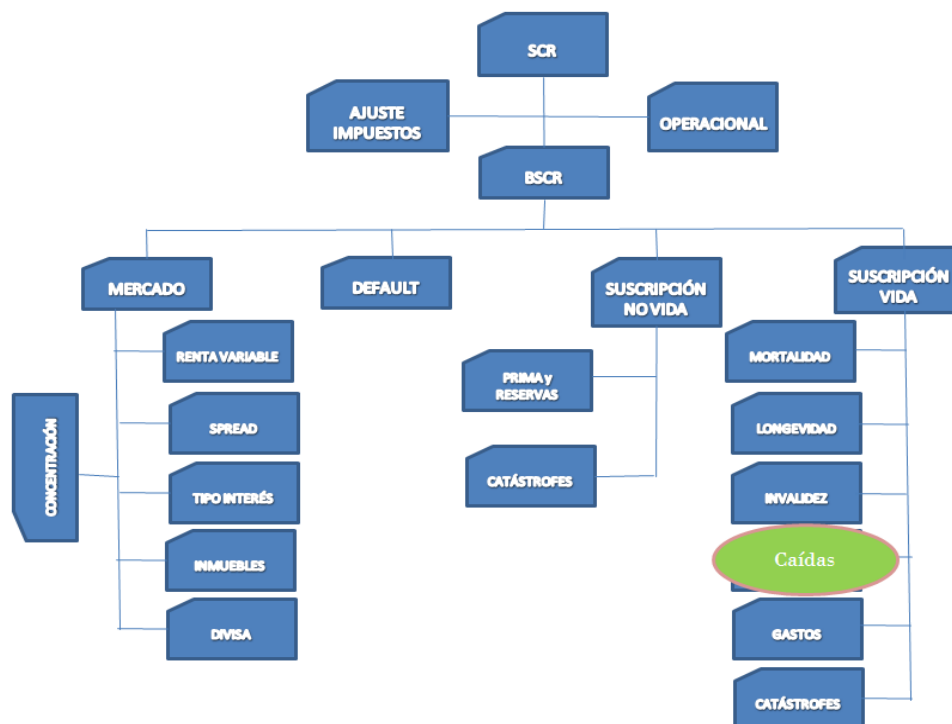
Descripción

El riesgo de caída de cartera hace referencia a la pérdida o variación adversa en el valor de los pasivos de la cartera de los seguros de vida, producida por los cambios de las tasas de caídas de las pólizas, cancelaciones, el paso a situación de pagado (cese del pago de las primas debido a que se ha llegado al fin de pago de primas o reducción de la póliza) y rescates.

Datos

Este módulo no requiere la introducción de datos específicos.

Cálculo Suscripción Vida – Subriesgo Caídas



El gasto de capital del riesgo de caída de cartera se determina como sigue:

$$Life_{lapse} = \max(Lapse_{down}; Lapse_{up})$$

donde

$Lapse_{down}$ = Gasto de capital por el riesgo de una disminución permanente de las tasas de resolución

$Lapse_{up}$ = Gasto de capital por el riesgo de un incremento permanente de las tasas de resolución

Los gastos de capital se calculan con base en una comparación póliza a póliza del valor de los rescates y la provisión del best estimate. La limitación de rescate de una póliza se define como la diferencia entre el importe que actualmente debe pagarse en caso de rescate y el best estimate de la provisión mantenida. El importe que debe pagarse en caso de rescate debe calcularse neto de cualquier cantidad recuperable de los clientes o agentes, como gastos de rescate que sean de aplicación en los términos estipulados en el contrato.

$$Lapse_{down} = \sum_1^T (\Delta NAV | lapseshock_{down})$$

donde T denota la última póliza de la cartera de tal forma que el shock se aplica a toda la cartera.

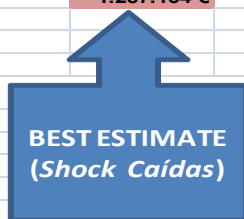
El resto de términos se definen como:

ΔNAV = Variación en el valor neto de los activos menos los pasivos

$lapseshock_{down}$ = Reducción en las tasas de resolución supuestas para todos los años futuros, para las pólizas en las que se espere que la limitación de rescate sea negativa

TABLA Nº 69: RESULTADO DEL SHOCK DE CAÍDAS PARA EL SEGURO VIDA RIESGO

Edad	46	47	48	49
Año póliza	2	3	4	5
Tasa GKMF95	0,00295	0,00323	0,00355	0,00391
Tasa de mortalidad realista	0,00177	0,00194	0,00213	0,00234
Tasa de caídas (no renovación)	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000
Vencimiento en aniversario-póliza	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
<i>Nro. de asegurados en vigor (inicio)</i>	<i>10.000</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Nro. de muertes	18	0	0	0
Nro. de caídas (no renovaciones)	998	0	0	0
Nro. de vencimientos	8.984	0	0	0
<i>Nro. de asegurados en vigor (fin)</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Flujos a inicio de año				
Primas	2.754.364 €	0 €	0 €	0 €
Regargos de gestión interna	413.155 €	0 €	0 €	0 €
Regargos de gestión externa	550.873 €	0 €	0 €	0 €
Prima Pura	1.790.337 €	0 €	0 €	0 €
Gastos de adquisición	0 €	0 €	0 €	0 €
Gastos de mantenimiento	150.000 €	0 €	0 €	0 €
Comisión de adquisición	0 €	0 €	0 €	0 €
Comisión de mantenimiento	413.155 €	0 €	0 €	0 €
Flujos a fin de año				
Prestación por fallecimiento	904.076 €	0 €	0 €	0 €
Flujos de caja netos				
Flujos netos inicio de año	-2.191.210 €	0 €	0 €	0 €
Flujos netos fin de año	904.076 €	0 €	0 €	0 €
MEJOR ESTIMACIÓN	-1.287.134 €			



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, obtenemos que el requerimiento de capital debido al subriesgo de caída asciende a **347.784 euros**:

TABLA Nº 70: RESUMEN DEL RESULTADO DEL SHOCK DE CAÍDAS POR PRODUCTO

CARTERA	BEST ESTIMATE	BEST ESTIMATE (Shock Caídas)	SCR Caídas
SEGURO AHORRO	40.677.655	41.025.439	347.784
SEGURO RIESGO	-1.287.134	-1.287.134	0
PASIVOS ==>	39.390.521	39.738.305	347.784

Fuente: Elaboración propia

No varía ==> Durac. 1 año



4.5.5.- Riesgo de gastos $Life_{exp}$

Descripción

El riesgo de gastos surge a raíz de la variación producida en los gastos de administración de los contratos de seguros de vida.

Datos

Este módulo no requiere la introducción de datos específicos.

Cálculo Suscripción Vida – Subriesgo Gastos

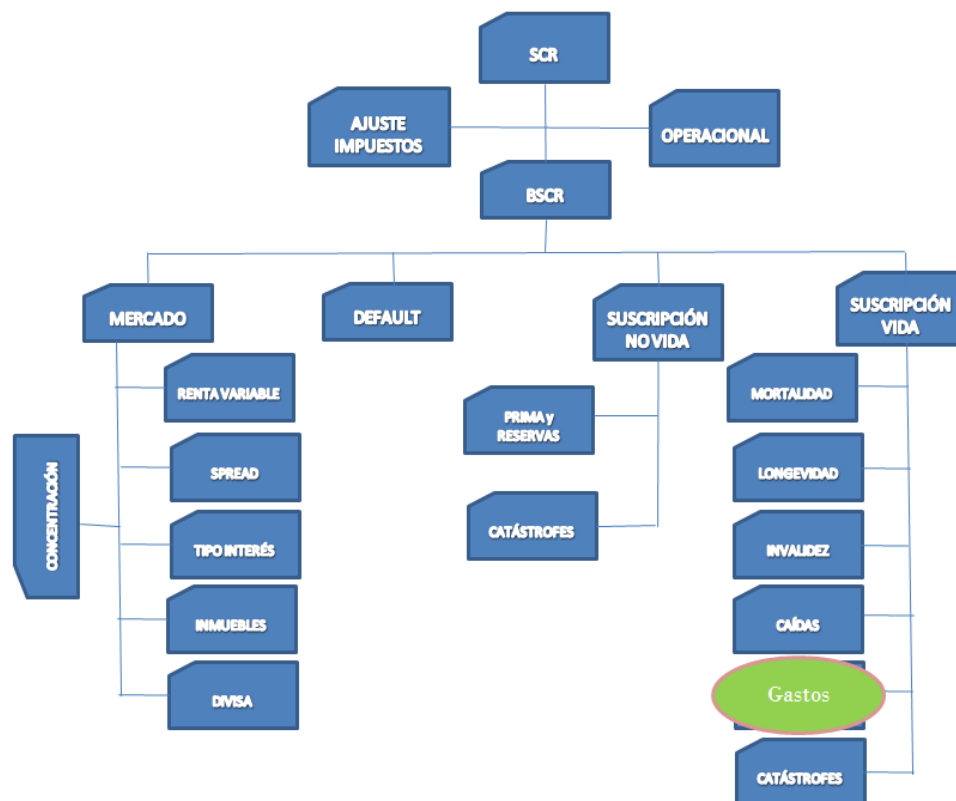


TABLA Nº 73: RESUMEN DEL RESULTADO DEL SHOCK DE GASTOS POR PRODUCTO

CARTERA	BEST ESTIMATE	BEST ESTIMATE (Shock Gastos)	SCR Gastos
SEGURO AHORRO	40.677.655	40.990.661	313.006
SEGURO RIESGO	-1.287.134	-1.272.134	15.000
PASIVOS ==>	39.390.521	39.718.527	328.006

Fuente: Elaboración propia

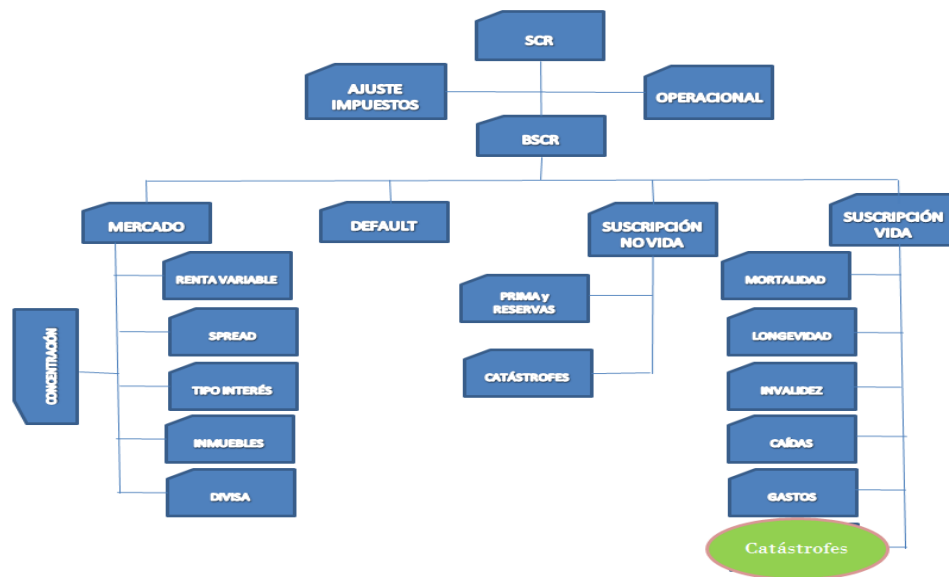
4.5.6.- Riesgo de catástrofes *Life_{cat}*

Descripción

Los riesgos de catástrofes en seguros de vida surgen a raíz de eventos extremos o irregulares (una pandemia, por ejemplo) que no quedan suficientemente recogidos por los gastos de capital del resto de submódulos de riesgo.

Un aspecto considerable a tener en cuenta, ya que tiene un efecto mitigador sobre este riesgo, es que en España, a diferencia del resto de países, existe el Consorcio de Compensación de Seguros⁶⁰, que es una entidad pública que cubre una serie de riesgos extraordinarios siempre que se cumplan una serie de premisas. Por tanto, tal y como acabamos de comentar, ejerce de efecto mitigante sobre este módulo de riesgo.

Cálculo Suscripción Vida – Subriesgo Catastrófico



⁶⁰ Para más información, se recomienda visitar la pagina web del Consorcio de Compensación de Seguros: www.consorseguros.es

El gasto de capital del riesgo de catástrofes lo determinaremos mediante una fórmula de aproximación que se calcula como sigue:

$$Life_{CAT} = Capital\_asegurado\_afecto\_a\_catástrofe \times Probabilidad\_de\_Siniestro\_No\_Consortiable$$

donde:

- *Capital_asegurado_afecto_a_catástrofe*: Con el fin de evitar la doble contabilidad, la calibración de los escenarios y de los siniestros en el mercado debería tener en cuenta las partes de riesgos catastróficos que ya se encuentran cubiertas por los riesgos de suscripción de vida citados anteriormente.
- *Probabilidad_Siniestro_No_Consortiable*: Debería recoger la probabilidad que durante un año se de un evento no asegurado por el Consorcio de Compensación de Seguros

Supongamos que los datos de entrada de la fórmula son los siguientes:

- *Capital_asegurado_afecto_a_catástrofe*⁶¹: 2.250.000.000 €.
- *Probabilidad_Siniestro_No_Consortiable*⁶²: 0,000017

Por tanto, $LIFE_{CAT} = 38.250€$

⁶¹ Refleja el coste adicional de siniestralidad que incurre la Entidad por motivo de un evento catastrófico.

⁶² Refleja la probabilidad (1 evento cada 200 años – percentil 99,5%) que ocurra un evento. Dato aproximación que se maneja en el Grupo de Trabajo de Solvencia II de Unespa.

4.6.- Módulo de riesgo de suscripción del seguro no de vida

Descripción

El riesgo de suscripción es el riesgo que se origina en las pólizas de seguros generales (no vida). Se refiere a la posible desviación negativa que se puede dar en relación a la suscripción de seguros. Aquí queda incluida:

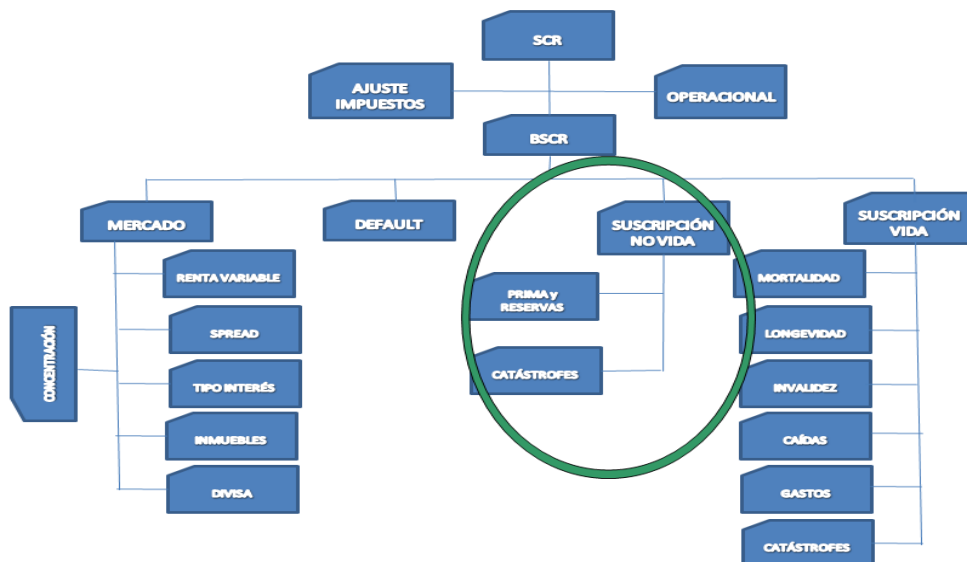
- el importe de la liquidación de siniestros;
- el volumen de pólizas y las tarifas futuras; y
- las primas necesarias para cubrir las prestaciones

Datos:

NL_{pr} = Gasto de capital para el riesgo de prima y de reserva

NL_{CAT} = Gasto de capital por el riesgo de catástrofes

Cálculo Suscripción No Vida (agregación de riesgos)



El gasto de capital para el riesgo de suscripción del seguro no de vida se calcula combinando los gastos de capital para los distintos subriesgos no de vida a través de una matriz de correlaciones como sigue:

$$SCR_{nl} = \sqrt{\sum_{rxc} CorrNL^{rxc} \bullet NL_r \bullet NL_c}$$

donde,

$CorrNL^{rxc}$ = Cada una de las celdas de la matriz de correlaciones $CorrNL$

NL_r, NL_c = Gastos de capital para los subriesgos individuales de suscripción del seguro no de vida conforme a las filas y las columnas de la matriz de correlaciones $CorrNL$

y donde la matriz de correlaciones $CorrNL$ refleja la falta de correlación existente entre los subriesgos de suscripción y catastrófico, por tanto, queda determinada del siguiente modo:

$CorrNL$	NL_{pr}	NL_{CAT}
NL_{pr}	1	
NL_{CAT}	0	1

Una vez agregamos mediante esta matriz de correlaciones los subriesgos (que hemos calculado en los siguientes apartados) que componen el módulo de suscripción no vida, obtenemos el siguiente resultado:

TABLA Nº 74: RESULTADO DEL CÁLCULO DEL SCR NO VIDA

Riesgo de Primas y Provisiones	Riesgo de Primas y Provisiones	Catastrófico	SCR No Vida
Cálculo por sub-riesgo	2.122.802	25.500	2.122.955
<i>Correlación con el Riesgo de Primas y Reservas</i>	100%	0%	
<i>Correlación con el Riesgo Catastrófico</i>	0%	100%	

donde las cuantías de los riesgos de primas y reservas se habían cuantificado anteriormente:

Riesgo de Primas	1.608.530
Riesgo de Provisiones	514.272
TOTAL: Riesgo de Primas y Provisiones	2.122.802

SCR NO VIDA
(Total Riesgo
Suscripción
Seguros No vida)

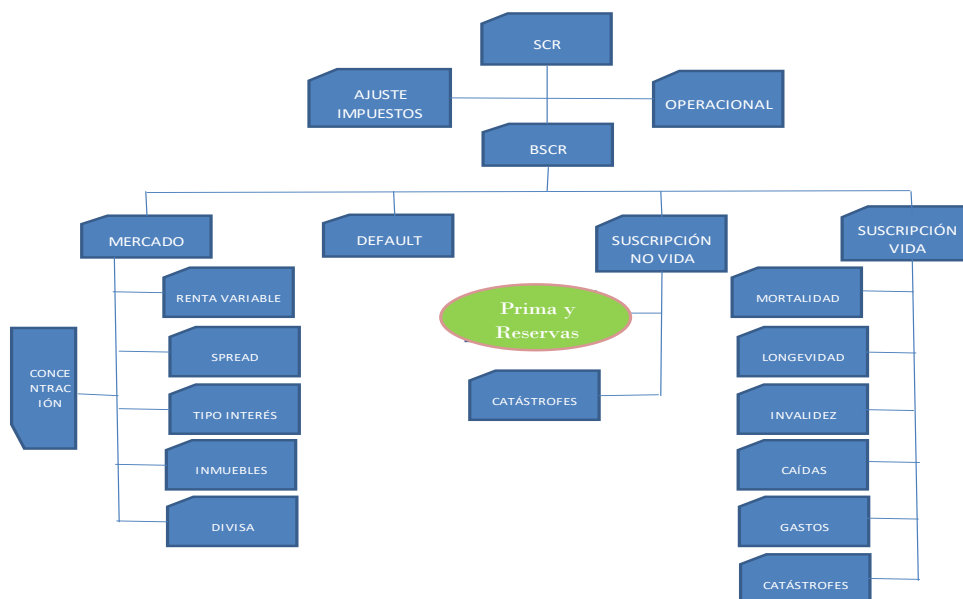
4.6.1.- Riesgo de prima y de reserva en los seguros no vida NL_{pr}

Este módulo combina un tratamiento para los dos principales orígenes del riesgo de suscripción: el riesgo de prima y el riesgo de reserva.

El riesgo de prima se refiere a indemnizaciones futuras que se originan durante o después del período en cuestión. El riesgo reside en que los gastos más el volumen de pérdidas (experimentadas y por experimentar) por dichas indemnizaciones (que incluyen tanto los importes abonados durante el período como las provisiones realizadas a estos efectos) es superior a las primas recibidas.

El riesgo de prima se refiere a las pólizas que se van a suscribir (incluidas las renovaciones) durante el período, así como a los riesgos no vencidos en los contratos existentes.

Cálculo Suscripción No Vida – Subriesgo Prima



A efectos prácticos se trata de calcular la desviación del VaR esperado respecto a la prima anual devengada de la Entidad.

Para la cuantificación de este riesgo, seguiremos la metodología indicada en la revista científica Innovar (Barañano et al., 2016), utilizando el método Monte Carlo aunque debemos tener especial cuidado, ya que el número y el coste de siniestros pueden tener distribuciones estadísticas distintas. Por tanto, la metodología que vamos a seguir será la siguiente:

Paso 1: Introducimos los datos necesarios:

TABLA Nº 75: DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE PRIMA MEDIANTE MÉTODO MONTECARLO

PERIODO	RAMO	TRAMO SINIESTRO	NÚMERO SINIESTROS	COSTE MEDIO SINIESTRO	COSTE TOTAL	NÚMERO DE EXPUESTOS
2002T1	Multirriesgos Hogar	Normal	167	1.370,79	228.921,15	954
2002T2	Multirriesgos Hogar	Normal	302	1.383,48	417.809,50	954
2002T3	Multirriesgos Hogar	Normal	475	1.310,36	622.423,35	954
2002T4	Multirriesgos Hogar	Normal	244	1.337,77	326.416,62	954
2003T1	Multirriesgos Hogar	Normal	380	1.391,22	528.665,15	1800
2003T2	Multirriesgos Hogar	Normal	570	1.253,08	714.253,03	1800
2003T3	Multirriesgos Hogar	Normal	238	1.661,89	395.528,71	1800
2003T4	Multirriesgos Hogar	Normal	280	1.526,30	427.365,40	1800
2004T1	Multirriesgos Hogar	Normal	380	1.418,90	539.180,29	1266
2004T2	Multirriesgos Hogar	Normal	401	1.648,21	660.931,36	1266
2004T3	Multirriesgos Hogar	Normal	418	1.521,41	635.947,55	1266
2004T4	Multirriesgos Hogar	Normal	400	1.806,61	722.644,45	1266
2005T1	Multirriesgos Hogar	Normal	396	1.757,02	695.779,94	1683
2005T2	Multirriesgos Hogar	Normal	523	1.625,43	850.101,56	1683
2005T3	Multirriesgos Hogar	Normal	533	1.818,38	969.194,87	1683
2005T4	Multirriesgos Hogar	Normal	494	1.479,96	731.098,90	1683
2006T1	Multirriesgos Hogar	Normal	571	1.543,02	881.062,00	1299
2006T2	Multirriesgos Hogar	Normal	411	1.926,94	791.972,74	1299
2006T3	Multirriesgos Hogar	Normal	418	2.125,37	888.404,40	1299
2006T4	Multirriesgos Hogar	Normal	399	1.572,11	627.271,81	1299
2007T1	Multirriesgos Hogar	Normal	480	1.837,83	882.158,40	903
2007T2	Multirriesgos Hogar	Normal	390	1.828,09	712.956,48	903
2007T3	Multirriesgos Hogar	Normal	286	1.633,71	467.241,41	903
2007T4	Multirriesgos Hogar	Normal	512	2.257,91	1.156.049,00	903
2008T1	Multirriesgos Hogar	Normal	357	1.643,43	586.703,71	1515
2008T2	Multirriesgos Hogar	Normal	482	1.993,30	960.770,20	1515
2008T3	Multirriesgos Hogar	Normal	480	1.816,03	871.693,79	1515
2008T4	Multirriesgos Hogar	Normal	440	1.802,01	792.884,39	1515
2009T1	Multirriesgos Hogar	Normal	361	1.756,05	633.933,50	1053
2009T2	Multirriesgos Hogar	Normal	589	1.973,01	1.162.104,13	1053
2009T3	Multirriesgos Hogar	Normal	333	1.612,55	536.980,42	1053
2009T4	Multirriesgos Hogar	Normal	428	1.851,35	792.376,38	1053

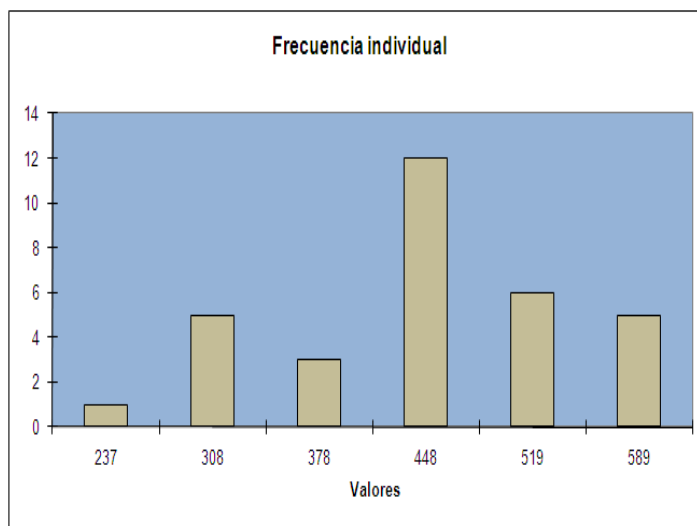
Fuente: Elaboración propia

Paso 2: calculamos los estadísticos de frecuencia:

TABLA Nº 76: CÁLCULO DE ESTADÍSTICOS DE FRECUENCIA PARA EL RIESGO DE PRIMA

Media Siniestro	Media Polizas	Desviación Típica	Varianza	α -Gamma	β - Gamma	Media Lognormal
410,5625	1.309,1250	102,1444	10.433,4798	16,1558	25,4126	5,9825
	Probabilidad siniestro			α -Beta	β - Beta	Desviación Típica Lognormal
	0,3136			1,8270	1,3385	0,2821
Min	167			Media-Beta	Varianza-Beta	
Max	589			0,5772	0,0586	
Diferencia entre tramos	70			λ -Exponencial	P-Geométrica	
Nº de tramos	6			0,0024	0,0024	

Número Siniestros	Frecuencia acum	Frecuencia	Frecuencia acum (%)	Frecuencia %
237	1	1	0,0313	0,0313
308	6	5	0,1875	0,1563
378	9	3	0,2813	0,0938
448	21	12	0,6563	0,3750
519	27	6	0,8438	0,1875
589	32	5	1,0000	0,1563



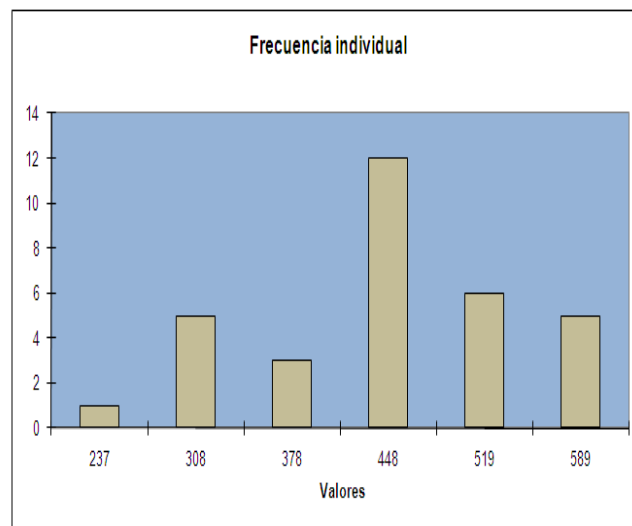
Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Hacemos lo mismo con los estadísticos de coste o severidad:

TABLA Nº 77: CÁLCULO DE ESTADÍSTICOS DE SEVERIDAD PARA EL RIESGO DE PRIMA

Media Siniestro	Media Polizas	Desviación Típica	Varianza	α -Gamma	β -Gamma	Media Lognormal
410.5625	1.309.1250	102.1444	10.433.4798	16.1558	25.4126	5.9825
	Probabilidad siniestro			α -Beta	β -Beta	Desviación Típica Lognormal
	0.3136			1.8270	1.3385	0.2821
Min	167			Media-Beta	Varianza-Beta	
Max	589			0.5772	0.0586	
Diferencia entre tramos	70			λ -Exponencial	P-Geométrica	
Nº de tramos	6			0.0024	0.0024	

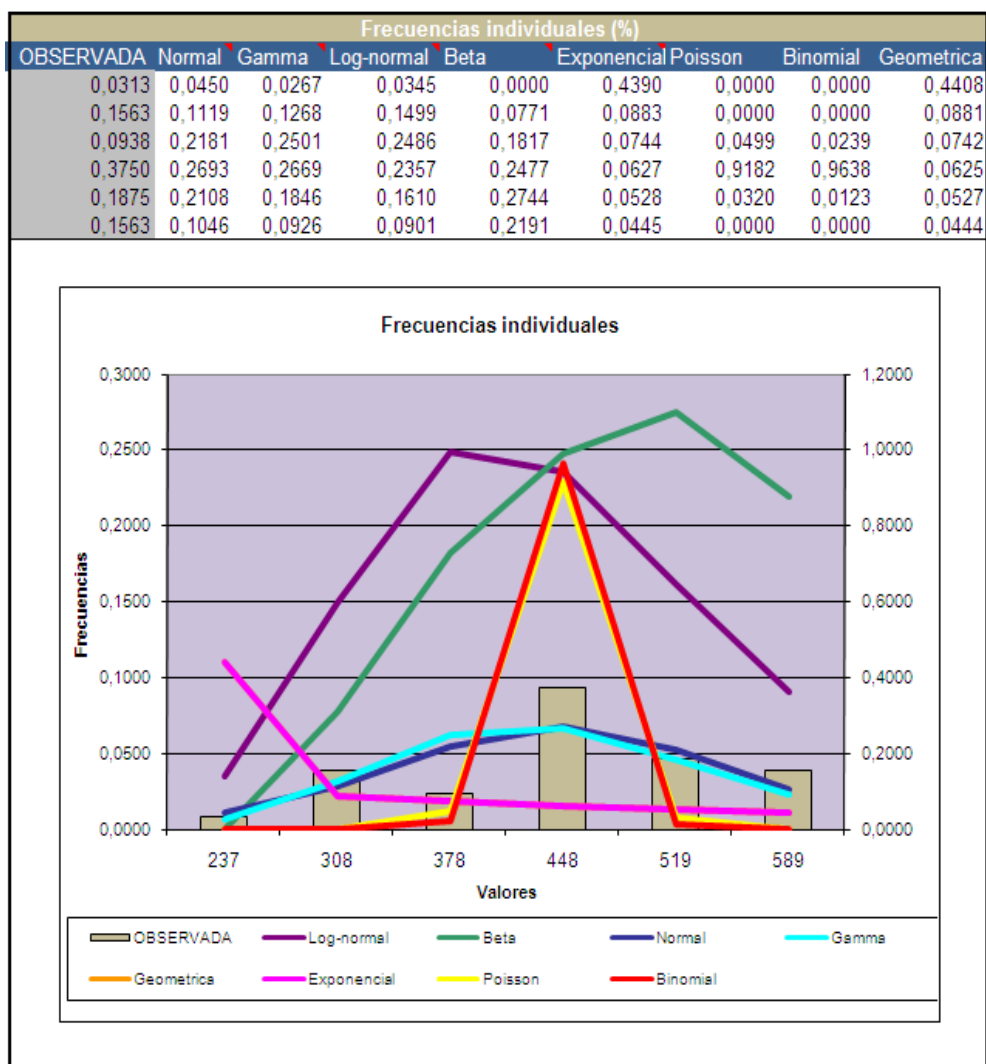
Número Siniestros	Frecuencia acum	Frecuencia	Frecuencia acum (%)	Frecuencia %
237	1	1	0.0313	0.0313
308	6	5	0.1875	0.1563
378	9	3	0.2813	0.0938
448	21	12	0.6563	0.3750
519	27	6	0.8438	0.1875
589	32	5	1.0000	0.1563



Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Calculamos las frecuencias individuales del nº de siniestros

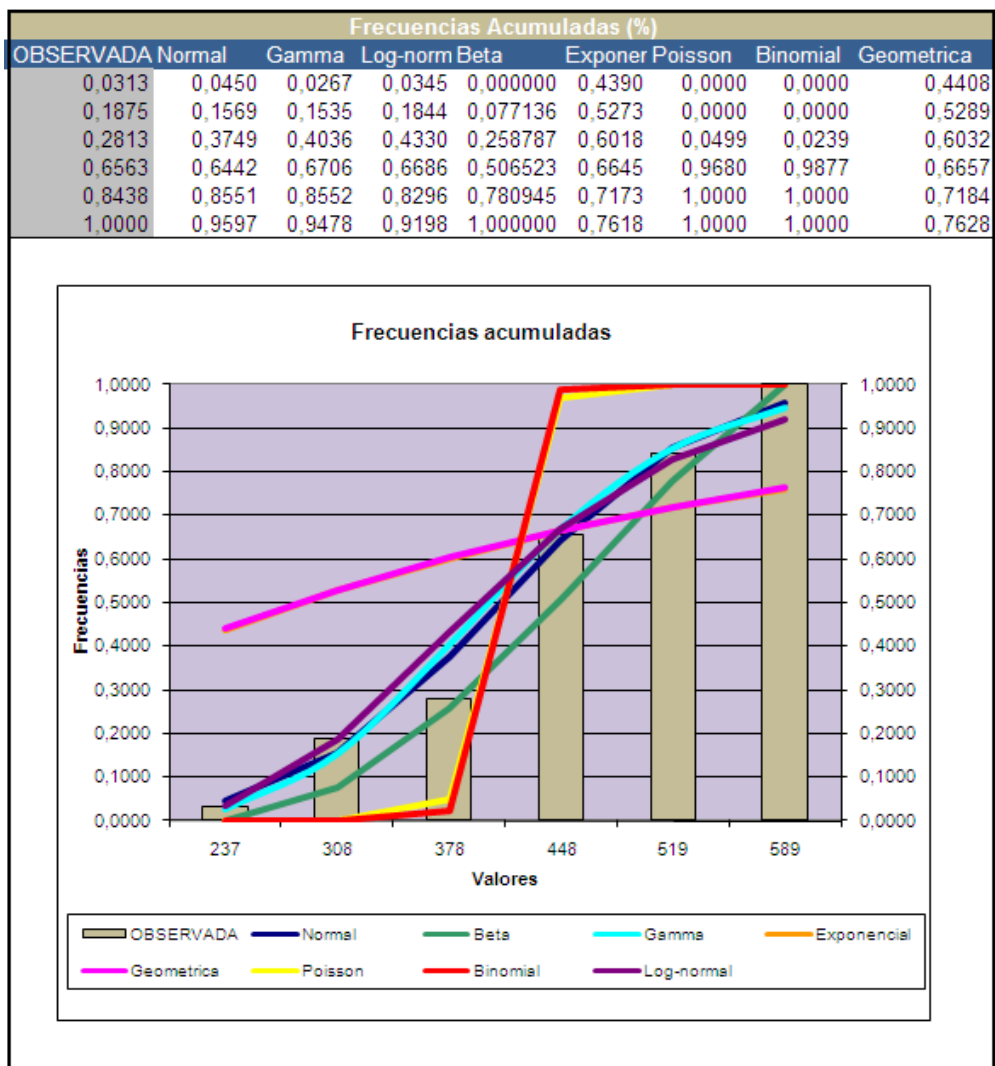
TABLA Nº 78: FRECUENCIAS INDIVIDUALES DEL Nº DE SINIESTROS



Fuente: Elaboración propia

Paso 5: Calculamos las frecuencias acumuladas del nº de siniestros

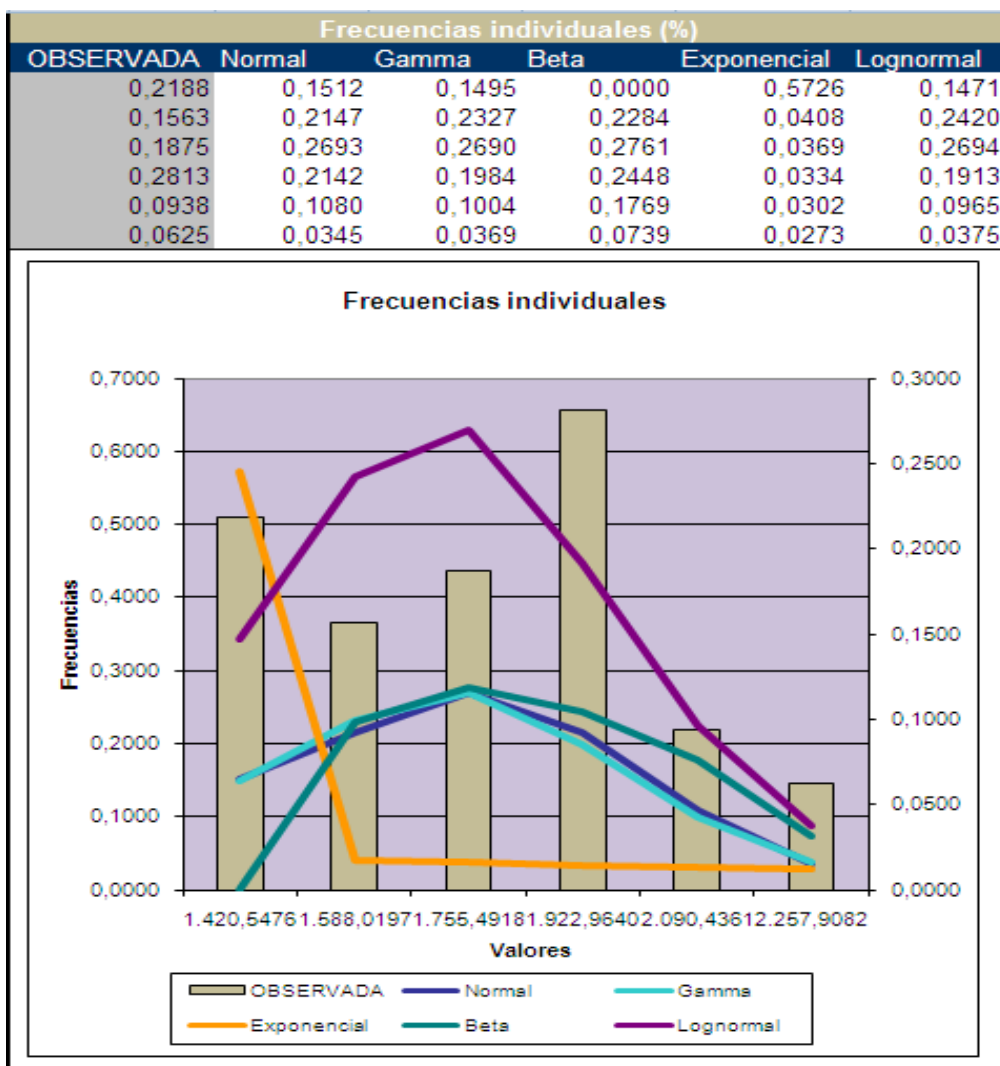
TABLA Nº 79: FRECUENCIAS ACUMULADAS DEL Nº DE SINIESTROS



Fuente: Elaboración propia

Paso 6: Calculamos las frecuencias individuales del coste de siniestros

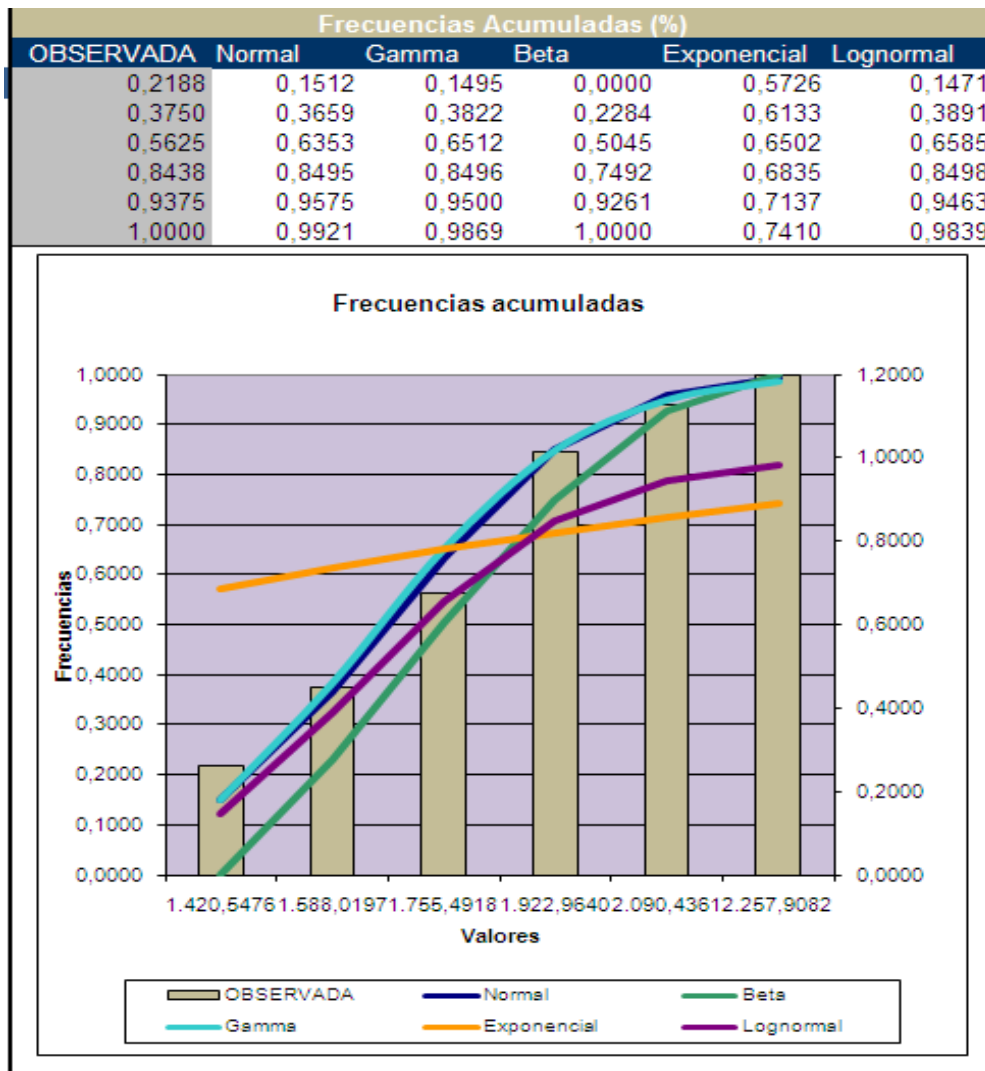
TABLA Nº 80: FRECUENCIAS INDIVIDUALES DEL COSTE DE SINIESTROS



Fuente: Elaboración propia

Paso 7: Calculamos las frecuencias acumuladas del coste de siniestros

TABLA Nº 81: FRECUENCIAS ACUMULADAS DEL COSTE DE SINIESTROS



Fuente: Elaboración propia

Paso 8: Realizamos el test de la Bondad de Ajuste de distribución tanto para el nº de siniestros como para el coste de siniestros. En este caso, utilizaremos los métodos de Kolmogorov–Smirnov, Chi Cuadrado y Anderson-Darling.

TABLA Nº 82: BONDAD DE AJUSTE DEL Nº DE SINIESTROS

NÚMERO DE SINIESTROS									
K-S									
		Normal	Gamma	Log-normal	Beta	Exponencial	Poisson	Binomial	Geometrica
		0,094	0,122	0,152	0,150	0,408	0,312	0,331	0,410
Nivel signif. 0,1%	0,220	ok	ok	ok	ok	x	x	x	x
Nivel signif. 0,05%	0,240	ok	ok	ok	ok	x	x	x	x
Nivel signif. 0,01%	0,288	ok	ok	ok	ok	x	x	x	x
MEJOR		Normal							

Chi-2									
		Normal	Gamma	Log-normal	Beta	Exponencial	Poisson	Binomial	Geometrica
		4,685	6,170	7,415	9,963	76,909	26495347	12937175705	77,225
Nivel signif. 0,1%	7,78	ok	ok	ok	x	x	x	x	x
Nivel signif. 0,05%	9,49	ok	ok	ok	x	x	x	x	x
Nivel signif. 0,01%	13,28	ok	ok	ok	ok	x	x	x	x
MEJOR		Normal							

Anderson-Darling									
		Normal	Gamma	Log-normal	Beta	Exponencial	Poisson	Binomial	Geometrica
		0,469	0,504	0,476	1,542	2,257	7,427	11,668	2,277
Nivel signif. 0,1%	1,929	ok	ok	ok	ok	x	x	x	x
Nivel signif. 0,05%	2,502	ok	ok	ok	ok	ok	x	x	x
Nivel signif. 0,01%	3,907	ok	ok	ok	ok	ok	x	x	x
MEJOR		Normal							

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 83: BONDAD DE AJUSTE DEL COSTE DE SINIESTROS

COSTE		K-S				
		Normal	Gamma	Beta	Exponencial	Lognormal
		0,073	0,089	0,219	0,354	0,096
Nivel signif. 0,1%	0,220	ok	ok	ok	x	ok
Nivel signif. 0,05%	0,240	ok	ok	ok	x	ok
Nivel signif. 0,01%	0,288	ok	ok	ok	x	ok
MEJOR		Normal				

Chi-2						
		Normal	Gamma	Beta	Exponencial	Lognormal
		2,261	2,484	5,399	87,355	2,702
Nivel signif. 0,1%	7,78	ok	ok	ok	x	ok
Nivel signif. 0,05%	9,49	ok	ok	ok	x	ok
Nivel signif. 0,01%	13,28	ok	ok	ok	x	ok
MEJOR		Normal				

Anderson Darling						
		Normal	Gamma	Beta	Exponencial	Lognormal
		1,643	1,565	1,072	1,536	1,533
Nivel signif. 0,1%	1,929	ok	ok	ok	ok	ok
Nivel signif. 0,05%	2,502	ok	ok	ok	ok	ok
Nivel signif. 0,01%	3,907	ok	ok	ok	ok	ok
MEJOR		Beta				

Fuente: Elaboración propia

Paso 9: Hacemos un ranking de las distribuciones acorde a los métodos utilizados:

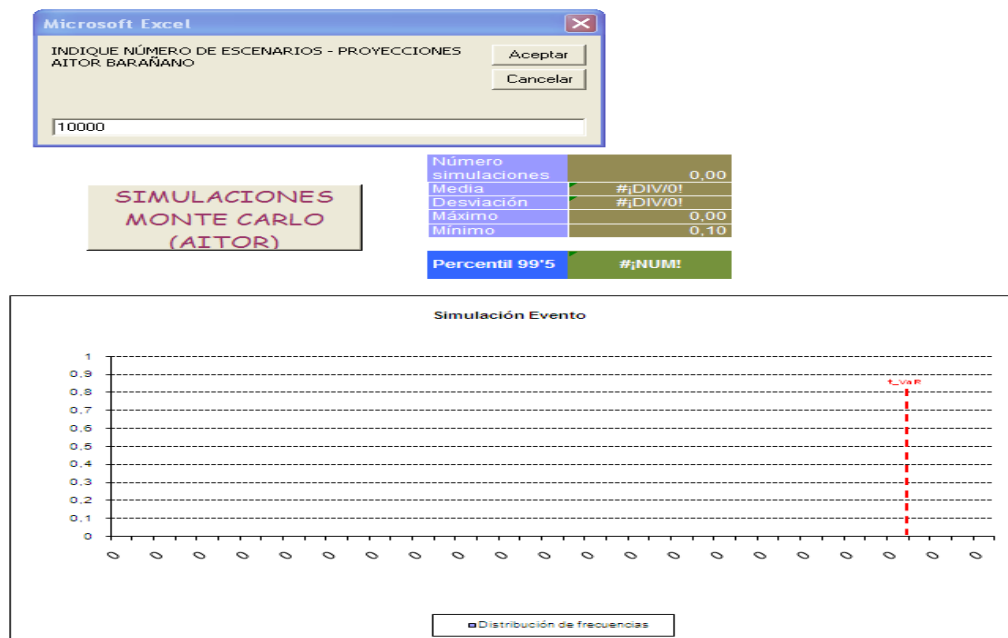
TABLA Nº 84: RANKING DE LA BONDAD DE AJUSTE DEL NÚMERO Y COSTE DE SINIESTROS

RANKING						
Número de siniestros	KS	Chi-2	AD		ptos	Distribución
1	Normal	Normal	Normal		24	Normal
2	Gamma	Gamma	Log-normal		20	Gamma
3	Beta	Log-normal	Gamma		16	Beta
4	Log-normal	Beta	Beta		18	Log-normal
5	Poisson	Exponenci	Exponenci		8	Poisson
6	Binomial	Geometric	Geometric		5	Binomial
7	Exponencial	Poisson	Poisson		10	Exponencial
8	Geometrica	Binomial	Binomial		7	Geometrica
						A Convolución Normal
Coste de siniestros	KS	Chi-2	AD		ptos	Distribución
1	Normal	Normal	Beta		11	Normal
2	Gamma	Gamma	Lognormal		10	Gamma
3	Lognormal	Lognormal	Exponenci		10	Lognormal
4	Beta	Beta	Gamma		9	Beta
5	Exponencial	Exponenci	Normal		5	Exponencial
						A Convolución Normal

Fuente: Elaboración propia

Paso 10: Hemos generado una macro⁶³ que realiza los escenarios que deseemos. En nuestro caso, realizaremos 10.000 simulaciones, teniendo en cuenta que, tanto el nº de siniestros como el coste de los mismos, siguen una distribución normal, tal y como hemos demostrado con el test de Bondad de Ajuste:

GRÁFICO Nº 20: GENERADOR DE ESCENARIOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE PRIMA MEDIANTE MÉTODO MONTECARLO CON VISUAL BASIC

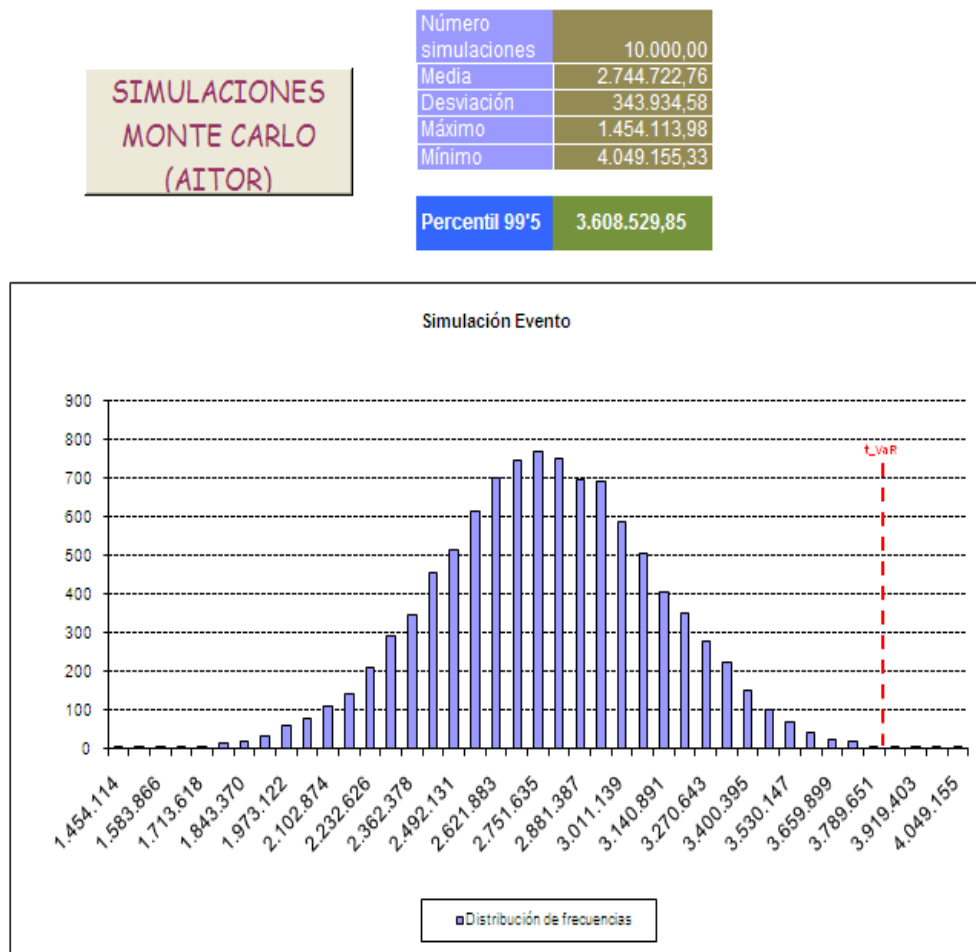


Fuente: Elaboración propia

Una vez simulados los 10.000 escenarios, obtenemos los siguientes resultados los cuales también se reflejan en el gráfico:

⁶³ El detalle de la programación de esta macro en visual basic, al igual que el resto de macros, se encuentra en los anexos de este trabajo

GRÁFICO Nº 21: RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL RIESGO DE PRIMA MEDIANTE MÉTODO MONTECARLO CON VISUAL BASIC

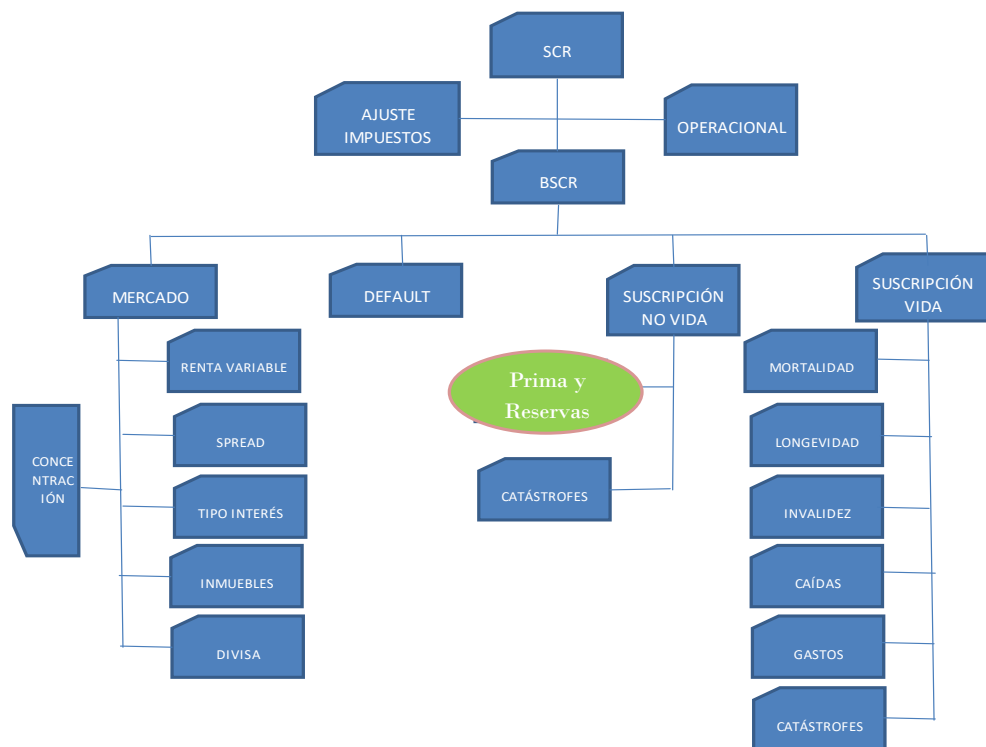


Fuente: Elaboración propia

La pérdida esperada con un Intervalo de Confianza de 99,5% durante 1 año asciende a 3.608.529,85. Teniendo en cuenta que la Prima devengada del ejercicio por la Entidad asciende a 2.000.000 euros, **el valor en riesgo del Riesgo de Suscripción de Prima sería 1.608.529,85 euros.**

El hecho de aplicar un intervalo de confianza en el riesgo de suscripción supone dejar fuera los casos no contemplados en el mismo (las colas de la distribución de frecuencias, como por ejemplo, las colas “largas” en caso de siniestros punta). Por ello, como alternativa al VaR y con la finalidad de dar una adecuada solución a dicha carencia, para estos casos, se propone el empleo del TVaR (siglas de *Tail Value at Risk*, en lengua inglesa), la cual incluye respecto al VaR, la pérdida adicional esperada en caso que se supere el umbral especificado, por tanto, también incluye la distribución de la cola. Debido a este motivo y la simplicidad de cálculo, hace que nos decantemos, y así lo haremos en este trabajo, por el empleo de la combinación de ambas medidas de riesgo, VaR y TVaR.

Cálculo Suscripción No Vida – Subriesgo Reserva



El riesgo de reserva tiene dos orígenes distintos: por un lado, el nivel absoluto de las provisiones de indemnizaciones – provisión de siniestros pendientes, incluye IBNR, es decir, siniestros ocurridos No declarados- podría calcularse erróneamente. Por el otro, debido a la naturaleza estocástica de los pagos futuros, éstos fluctuarán en torno a su valor medio esperado.

Aplicaremos la técnica del remuestreo o *bootstrapping* que consiste en repetir un proceso de generación de muestras suficientemente amplias para poder realizar inferencias.

Combinaremos esta metodología con el método estadístico clásico conocido como *Chain Ladder*, resultando un método estocástico.

Para ello, haremos un remuestreo con los residuos del modelo con la finalidad de obtener una estimación de las cantidades a dotar para hacer frente a siniestros.

Partimos de los datos observados de siniestros acumulados ocurridos y declarados de los distintos años:

TABLA Nº 85: DATOS DE SINIESTROS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Siniestros observados acumulados 1										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000	7.317.773	7.647.533	7.657.623	7.662.414	7.663.552	7.663.658	7.663.658	7.663.939	7.663.939	7.664.085
2001	9.451.957	9.899.986	9.913.339	9.914.091	9.914.845	9.915.868	9.916.188	9.916.188	9.916.488	
2002	10.315.488	10.726.922	10.737.824	10.739.688	10.740.296	10.741.394	10.741.394	10.741.394		
2003	11.955.249	12.403.966	12.463.300	12.464.762	12.465.494	12.465.494	12.466.234			
2004	12.942.751	13.382.528	13.421.896	13.429.177	13.429.820	13.429.883				
2005	12.659.940	13.167.891	13.241.879	13.245.896	13.255.111					
2006	15.228.418	15.901.386	15.925.531	15.937.382						
2007	16.590.387	17.273.639	17.324.734							
2008	17.765.745	18.411.749								
2009	18.968.163									

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 86: DESARROLLO DE SINIESTROS ACUMULADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Factores de desarrollo 2										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1,040	1,003	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Siniestros desarrollados acumulados 3'										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000										7.664.085
2001									9.916.488	9.916.677
2002								10.741.394	10.741.577	10.741.782
2003						12.466.234	12.466.358	12.466.571	12.466.808	
2004				13.429.883	13.430.232	13.430.365	13.430.594	13.430.850		
2005			13.255.111	13.255.671	13.256.015	13.256.147	13.256.373	13.256.626		
2006		15.937.382	15.940.474	15.941.148	15.941.562	15.941.720	15.941.992	15.942.296		
2007		17.324.734	17.331.388	17.334.751	17.335.484	17.335.934	17.336.106	17.336.402	17.336.732	
2008	18.411.749	18.463.512	18.470.604	18.474.188	18.474.968	18.475.448	18.475.632	18.475.947	18.476.299	
2009	18.968.163	19.730.009	19.785.477	19.793.077	19.796.917	19.797.754	19.798.268	19.798.465	19.798.803	19.799.180

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 87: DESARROLLO DE SINIESTROS INCREMENTALES PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Siniestros desarrollados incrementales										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000										
2001										189
2002									183	205
2003								124	213	237
2004						349	133	229	256	
2005					560	345	132	226	253	
2006				3.093	673	414	158	272	304	
2007			6.654	3.363	732	451	172	296	330	
2008		51.762	7.092	3.584	780	480	183	315	352	
2009	761.846	55.469	7.599	3.841	836	515	197	338	377	
Total										916.113

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 88: SINIESTROS AJUSTADOS CUMULATIVOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Sinistros ajustados cumulativos										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000	7.342.406	7.637.310	7.658.781	7.661.723	7.663.210	7.663.533	7.663.733	7.663.809	7.663.939	7.664.085
2001	9.500.451	9.882.032	9.909.814	9.913.620	9.915.544	9.915.963	9.916.221	9.916.319	9.916.488	
2002	10.290.924	10.704.254	10.734.348	10.738.470	10.740.554	10.741.008	10.741.287	10.741.394		
2003	11.943.548	12.423.254	12.458.180	12.462.965	12.465.384	12.465.910	12.466.234			
2004	12.867.127	13.383.928	13.421.555	13.426.710	13.429.316	13.429.883				
2005	12.700.214	13.210.312	13.247.451	13.252.539	13.255.111					
2006	15.273.161	15.886.599	15.931.263	15.937.382						
2007	16.609.070	17.276.164	17.324.734							
2008	17.700.806	18.411.749								
2009	18.968.163									

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 89: SINIESTROS AJUSTADOS INCREMENTALES PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Sinistros ajustados incrementales										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000	7.342.406	294.904	21.471	2.942	1.487	324	199	76	131	146
2001	9.500.451	381.580	27.782	3.806	1.924	419	258	98	169	
2002	10.290.924	413.329	30.094	4.123	2.084	454	279	107		
2003	11.943.548	479.706	34.926	4.785	2.418	527	324			
2004	12.867.127	516.801	37.627	5.155	2.605	567				
2005	12.700.214	510.097	37.139	5.088	2.572					
2006	15.273.161	613.438	44.663	6.119						
2007	16.609.070	667.094	48.570							
2008	17.700.806	710.943								
2009	18.968.163									

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 90: SINIESTROS OBSERVADOS INCREMENTALES Y VOLATILIDAD PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Siniestros observados incrementales										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000	7.317.773	329.760	10.090	4.791	1.137	107	0	281	0	146
2001	9.451.957	448.029	13.352	752	754	1.023	320	0	300	
2002	10.315.488	411.434	10.902	1.864	608	1.098	0	0		
2003	11.955.249	448.717	59.334	1.463	732	0	740			
2004	12.942.751	439.777	39.368	7.281	643	63				
2005	12.659.940	507.951	73.987	4.017	9.215					
2006	15.228.418	672.968	24.145	11.851						
2007	16.590.387	683.252	51.095							
2008	17.765.745	646.004								
2009	18.968.163									

Desviaciones estandar										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	3.766.899	151.295	11.016	1.509	763	166	102	39	67	75

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 91: RESIDUOS DE LOS SINIESTROS OBSERVADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Residuales										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000	-0,007	0,230	-1,033	1,225	-0,458	-1,307	-1,949	5,254	-1,949	0,000
2001	-0,013	0,439	-1,310	-2,024	-1,533	3,638	0,610	-2,522	1,949	
2002	0,007	-0,013	-1,742	-1,497	-1,935	3,877	-2,732	-2,732		
2003	0,003	-0,205	2,216	-2,201	-2,211	-3,171	4,071			
2004	0,020	-0,509	0,158	1,408	-2,573	-3,036				
2005	-0,011	-0,014	3,345	-0,710	8,710					
2006	-0,012	0,393	-1,863	3,798						
2007	-0,005	0,107	0,229							
2008	0,017	-0,429								
2009	0,000									

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 92: RESIDUOS NORMADOS DE LOS SINIESTROS OBSERVADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Residuales normados										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2001	0,002	-0,055	0,248	-0,294	0,110	0,314	0,468	-1,261	0,468	0,000
2002	0,003	-0,105	0,314	0,486	0,368	-0,873	-0,146	0,605	-0,468	
2003	-0,002	0,003	0,418	0,359	0,464	-0,930	0,656	0,656		
2004	-0,001	0,049	-0,532	0,528	0,531	0,761	-0,977			
2005	-0,005	0,122	-0,038	-0,338	0,617	0,729				
2006	0,003	0,003	-0,803	0,170	-2,090					
2007	0,003	-0,094	0,447	-0,911						
2008	0,001	-0,026	-0,055							
2009	-0,004	0,103								
2010	0,000									

TABLA Nº 93: REORGANIZACIÓN ESTOCÁSTICA DE LOS RESIDUOS DE SINIESTROS OBSERVADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Reorganizacion estocastica de los residuales										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-2,090	-1,261	-0,977	-0,930	-0,911	-0,873	-0,803	-0,532	-0,468	-0,338
	1	12	9	20	9	26	6	16	37	3
	-2,090	-0,146	-0,468	-0,004	-0,468	0,003	-0,873	-0,055	0,314	-0,977

Residuales bootstrap										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000	-2,090	0,003	-0,294	-0,803	0,314	-1,261	-0,803	-0,977	0,003	-0,026
2001	-0,146	0,617	-0,146	0,003	0,486	0,003	0,761	-0,532	0,003	
2002	-0,468	0,003	0,468	0,656	-1,261	-0,105	0,314	0,110		
2003	-0,004	-0,026	0,001	0,729	0,468	0,049	-0,105			
2004	-0,468	-0,001	-2,090	0,468	0,468	0,368				
2005	0,003	0,531	0,729	0,656	-0,930					
2006	-0,873	0,368	-2,090	-0,026						
2007	-0,055	0,729	0,003							
2008	0,314	-0,532								
2009	-0,977									

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 94: SEUDO SINIESTROS INCREMENTALES DE SINIESTROS OBSERVADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Seudo siniestros incrementales										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000	-529.834	295.292	18.233	1.730	1.727	114	117	38	131	144
2001	8.948.833	474.976	26.169	3.810	2.294	419	336	78	169	
2002	8.529.147	413.797	35.246	5.112	1.122	436	311	111		
2003	11.927.966	475.829	34.940	5.885	2.775	535	313			
2004	11.105.349	516.688	14.607	5.861	2.962	628				
2005	12.710.951	590.360	45.165	6.077	1.862					
2006	11.985.198	669.106	21.642	6.080						
2007	16.401.880	777.324	48.601							
2008	18.884.804	630.506								
2009	15.288.742									

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 95: SEUDO SINIESTROS CUMULATIVOS DE SINIESTROS OBSERVADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Seudo siniestros cumulativos										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000	-529.834	-234.542	-216.309	-214.579	-212.852	-212.738	-212.621	-212.583	-212.452	-212.308
2001	8.948.833	9.423.808	9.449.977	9.453.788	9.456.082	9.456.501	9.456.837	9.456.914	9.457.084	
2002	8.529.147	8.942.943	8.978.189	8.983.301	8.984.423	8.984.860	8.985.171	8.985.282		
2003	11.927.966	12.403.795	12.438.735	12.444.619	12.447.394	12.447.929	12.448.242			
2004	11.105.349	11.622.037	11.636.644	11.642.505	11.645.467	11.646.095				
2005	12.710.951	13.301.311	13.346.476	13.352.553	13.354.415					
2006	11.985.198	12.654.305	12.675.947	12.682.027						
2007	16.401.880	17.179.203	17.227.805							
2008	18.884.804	19.515.310								
2009	15.288.742									

Seudo factores de desarrollo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1,048	1,003	1,001	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 96: SEUDO SINIESTROS DESARROLLADOS CUMULATIVOS DE SINIESTROS OBSERVADOS PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Seudo siniestros desarrollados cumulativos										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000										-212.308
2001								9.457.084	9.450.670	
2002							8.985.282	8.985.574	8.979.480	
2003						12.448.242	12.448.397	12.448.802	12.440.359	
2004					11.646.095	11.646.504	11.646.649	11.647.027	11.639.129	
2005				13.354.415	13.355.088	13.355.557	13.355.723	13.356.157	13.347.099	
2006			12.682.027	12.684.931	12.685.570	12.686.015	12.686.173	12.686.585	12.677.982	
2007		17.227.805	17.236.520	17.240.466	17.241.335	17.241.940	17.242.154	17.242.715	17.231.021	
2008	19.515.310	19.571.276	19.581.177	19.585.659	19.586.647	19.587.335	19.587.578	19.588.214	19.574.930	
2009	15.288.742	16.029.575	16.075.544	16.083.676	16.087.358	16.088.169	16.088.734	16.088.934	16.089.457	16.078.545

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 97: SEUDO SINIESTROS DESARROLLADOS INCREMENTALES PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Seudo siniestros desarrollados incrementales										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000										
2001										-6.414
2002								292	405	-6.094
2003							155	405	405	-8.443
2004						409	145	378	378	-7.899
2005					673	469	166	434	434	-9.058
2006				2.903	639	445	158	412	412	-8.604
2007			8.715	3.946	869	605	214	560	560	-11.694
2008		55.966	9.901	4.483	987	688	243	636	636	-13.284
2009	740.833	45.970	8.132	3.682	811	565	200	523	523	-10.912

Fuente: Elaboración propia

TABLA Nº 98: SINIESTROS DESARROLLADOS INCREMENTALES PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Sinistros desarrollados incrementales simulados											reserva	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	bootstrap	chain ladder
2000											-6.447	189
2001										-6.018	-5.831	388
2002									188	-8.395	-7.810	574
2003								158	427	-7.855	-6.744	967
2004						716	486	173	525	-9.041	-7.141	1.515
2005					3.282	611	482	148	490	-8.570	-3.559	4.914
2006				7.862	4.224	915	498	193	626	-11.593	2.725	11.999
2007			62.013	7.239	4.551	956	813	213	627	-13.342	63.071	64.550
2008		586.934	43.869	9.090	2.669	1.119	652	189	566	-10.904	634.183	831.017
2009												
Total											662.448	916.113

Fuente: Elaboración propia

A continuación, generamos 10.000 simulaciones aleatorias:

TABLA Nº 99: GENERADOR DE SIMULACIONES EN *VISUAL BASIC* PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*

Microsoft Excel

Indique el número de simulaciones

10000

Aceptar

Cancelar

Ejecutar

Montecarlo

(1) Con 1 simulación

reserva	
bootstrap	chain ladder
720.034	916.113
235	189
461	388
509	574
1.056	967
1.456	1.515
3.956	4.914
12.682	11.999
54.285	64.550
645.393	831.017

(2) con "n" simulaciones

reserva	
media	920.383
intervalo	659.371
confianza	1.252.764
VaR	1.423.302

5%

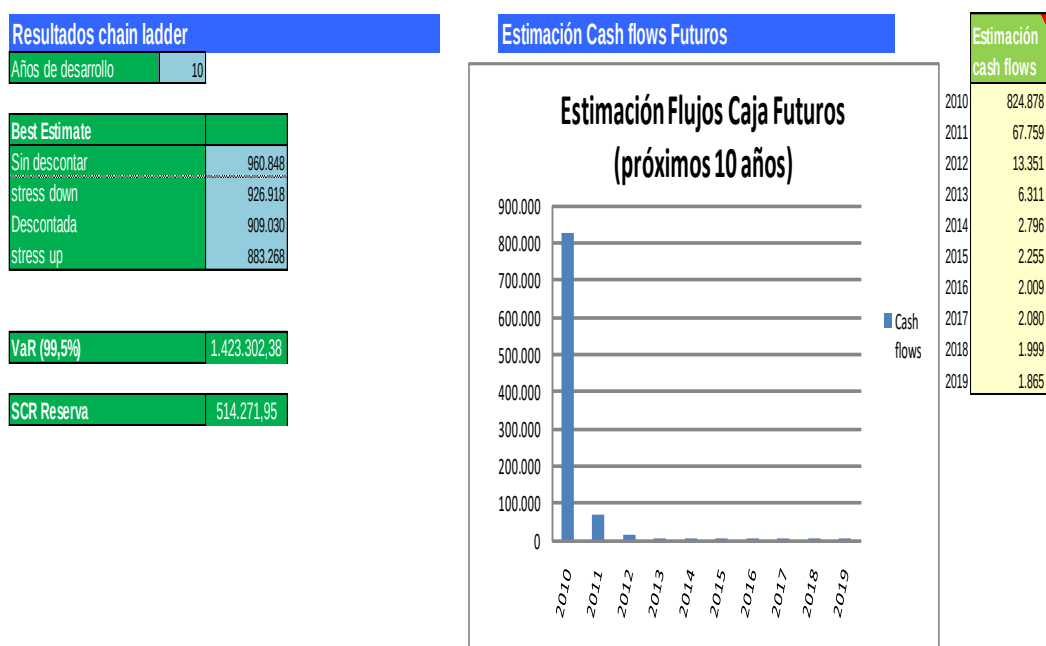
95%

99,50%

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, calculamos el SCR por diferencia entre el VaR y el *Best Estimate*:

TABLA Nº 100: RESULTADO DEL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA MEDIANTE MÉTODO *BOOTSTRAPPING*



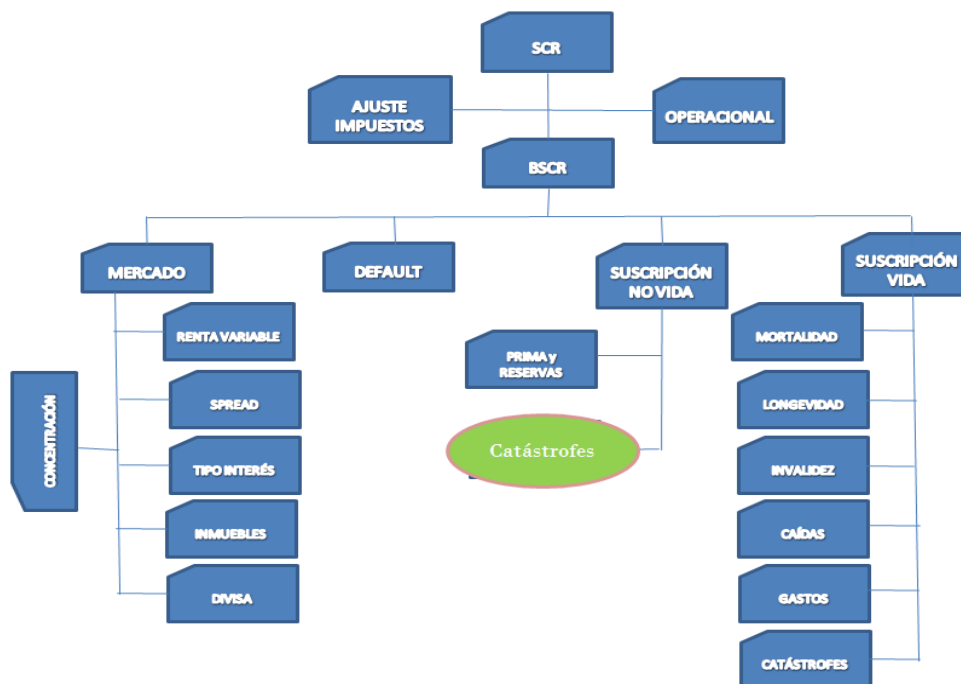
Fuente: *Elaboración propia*

4.6.2.- Riesgo CAT NL_{cat}

Los riesgos CAT (catastróficos) derivan del acaecimiento de casos extremos o irregulares que no se encuentran suficientemente capturados por los gastos de capital para los riesgos de prima y de reserva de los seguros no vida.

Al igual que hemos comentado en los seguros de vida, con el fin de evitar la doble contabilidad, la calibración de los escenarios y de los siniestros en el mercado debería tener en cuenta las partes de riesgos catastróficos que ya se encuentran cubiertas por los riesgos de prima y de reserva.

Cálculo Suscripción No Vida – Subriesgo Catastrófico



Este módulo de riesgo debería cuantificar el impacto en la cartera de los seguros generales o No vida de la cartera (a nuestros efectos, seguros de hogar) ante un posible evento catastrófico que implique a la Entidad a abonar siniestros de las pólizas afectadas.

La definición de la fórmula para el cálculo de este riesgo se había establecido así:

$$NL_{CAT} = Capital\_asegurado\_afecto\_a\_catástrofe \times Probabilidad\_Siniestro\_No\_Consortiable$$

donde:

- *Capital_asegurado_afecto_a_catástrofe*: Con el fin de evitar la doble contabilidad, la calibración de los escenarios y de los siniestros en el mercado debería tener en cuenta las partes de riesgos catastróficos que ya se encuentran cubiertas por los riesgos de suscripción de vida citados anteriormente.
- *Probabilidad_Siniestro_No_Consortiable*: Debería recoger la probabilidad que durante un año se de un evento no asegurado por el Consorcio de Compensación de Seguros

En este caso, los datos de entrada de la fórmula son los siguientes:

- *Capital_asegurado_afecto_a_catástrofe*: 1.500.000.000 €.
- *Probabilidad_Siniestro_No_Consortiable*: 0,000017

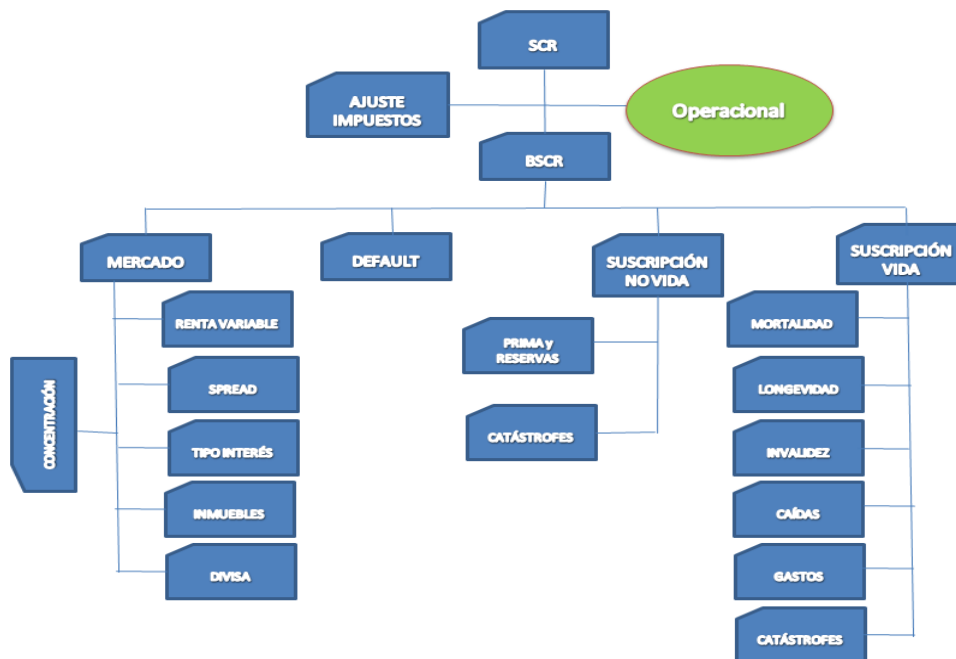
Por tanto, $NL_{CAT} = 25.500€$

4.7.- Riesgo operativo de SCR_{op}

Descripción

El riesgo operativo es el riesgo de pérdida que surge de unos procesos internos, bien debidos a un error del personal o bien a unos sistemas inadecuados o fallidos, así como de eventos externos. Acorde a la normativa de Solvencia II, el riesgo operativo también incluye los riesgos legales. Los riesgos para la reputación y los derivados de decisiones estratégicas no se consideran riesgos operativos. El módulo de riesgo operativo está diseñado para abordar los riesgos operativos en la medida en que no hayan sido cubiertos explícitamente en otros módulos de riesgo [Delfiner y Pailhé, 2008].

Cálculo SCR Operacional



En este caso, dado que no hemos podido obtener una experiencia propia sobre este riesgo, seguiremos el cálculo aproximado que se detalla en las especificaciones técnicas del QIS, por la cual, se coge el resultado mayor de aplicar un factor⁶⁴ sobre las provisiones y las primas. Acorde a la formulación que se ha propuesto para este riesgo, se obtendría un requerimiento de capital de **1.740.320 euros**:

TABLA Nº 101: RESULTADO SCR OPERACIONAL

Riesgo operacional		Datos utilizados	Factores	Resultados
Total de las PT brutas de vida		612.818.535		
Total de las PT de vida (unit linked)		0		
PT brutas de vida sin unit linked		612.818.535	0,3%	
Provisiones Técnicas Totales de No Vida		1.956.000	2,0%	
Provisiones Totales de Health		-	0,2%	
Resultado basado en Provisiones Técnicas				1.877.576
Primas Imputadas Brutas totales de vida		35.164.938		
Primas imputadas brutas de unit linked		0		
Primas imputadas de unit linked		35.164.938	3,0%	
Primas Imputadas Brutas totales de no vida		2.225.000	2,0%	
Primas Imputadas Brutas Totales de Health		0	2,0%	
Resultado basado en Primas Imputadas				1.099.448
Riesgo operacional básico antes de aplicar el máximo absoluto				1.877.576
Límite máximo del BSCR		5.801.068	30,0%	1.740.320
Riesgo operacional básico después de aplicar el límite máximo				1.740.320

⁶⁴ Ver el cuadro adjunto

4.8.- Cálculo del SCR de base (BSCR)

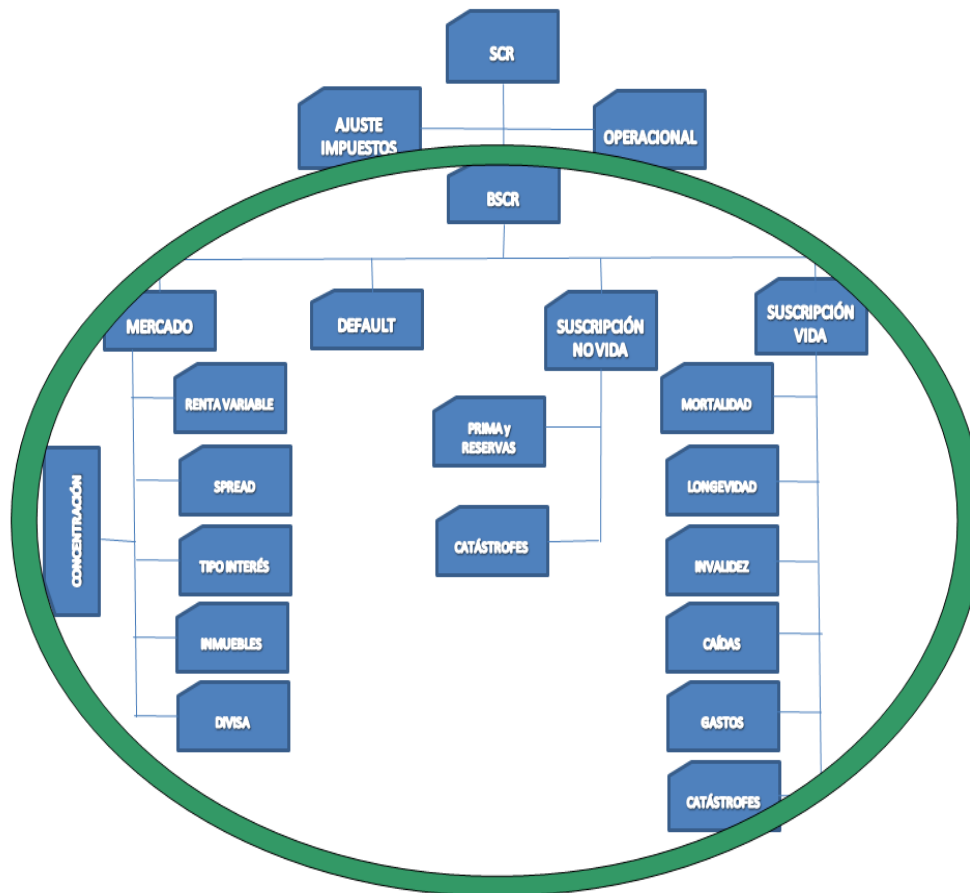
Descripción

El BSCR es el Requerimiento de Capital de Solvencia previo a cualquier ajuste, que combina los gastos de capital para cinco grandes categorías de riesgo.

Datos

SCR_{mkt}	=	Gasto de capital por el riesgo de mercado
SCR_{def}	=	Gasto de capital por riesgo de incumplimiento de la contraparte
SCR_{life}	=	Gasto de capital por el riesgo de seguro de vida
SCR_{nl}	=	Gasto de capital por el riesgo de seguro no de vida
FDB	=	Importe total de las provisiones técnicas correspondiente a beneficios discrecionales futuros
$nSCR_{life}$	=	Gasto de capital por el seguro de vida, incluido el efecto de absorción del riesgo de la participación en beneficios futuros
$nSCR_{mkt}$	=	Gasto de capital por el riesgo de mercado, incluido el efecto de absorción del riesgo de la participación en beneficios futuros
$nSCR_{def}$	=	Gasto de capital por riesgo de incumplimiento de la contraparte, incluido el efecto de absorción del riesgo de la participación en beneficios futuros

Cálculo SCR Básico – BSCR



El BSCR se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{r \times c} CorrSCR_{r,c} \cdot SCR_r \cdot SCR_c},$$

Donde

$CorrSCR_{r,c}$ = Cada una de las celdas de la matriz de correlaciones $CorrSCR$

SCR_r, SCR_c = Gastos de capital asociados a cada uno de los riesgos de SCR de acuerdo con las filas y columnas de la matriz de correlaciones $CorrSCR$

En base a la experiencia de la Entidad se puede crear la matriz de correlaciones $CorrSCR$ entre los distintos riesgos. En nuestro caso emplearemos el propuesto en las especificaciones técnicas del QIS:

TABLA Nº 102: MATRIZ DE CORRELACIONES DE LOS MÓDULOS DE RIESGO

$CorrSCR=$	SCR_{mkt}	SCR_{def}	SCR_{life}	SCR_{nl}
SCR_{mkt}	1			
SCR_{def}	0.25	1		
SCR_{life}	0.25	0.25	1	
SCR_{nl}	0.25	0.5	0	1

Fuente: Especificaciones QIS

El ajuste por el efecto de absorción del riesgo de los tributos diferidos se define del siguiente modo:

$$Adj_{DT} = \Delta DeferredTaxes | SCR_{shock}$$

es decir, el valor absoluto de la reducción del valor de los tributos diferidos en el marco de un *shock* de SCR,

donde

$\Delta DeferredTaxes$ = Valor absoluto de la reducción de los tributos diferidos

$$SCR\ shock = \text{Pérdida inmediata de los fondos propios de base de la cantidad } BSCR - Adj_{FDB} + SCR_{Op}$$

En definitiva, el cálculo consiste en agregar, mediante la matriz de correlacionados mostrada anteriormente, los cuatro módulos de riesgos que hemos calculado: Mercado, *Default* o Contraparte, Suscripción vida y No vida.

Una vez aplicado esta matriz de correlaciones, el resultado del BSCR o SCR Básico asciende a **5.801.068 euros**:

TABLA Nº 103: RESUMEN DEL RESULTADO DEL MODULO DEL BSCR

Agregación de los riesgos	Riesgo de Mercado	Riesgo de Crédito	Riesgos de Suscripción		BSCR
			Vida	No Vida	
SCR	4.721.986	0	616.610	2.122.955	5.801.068
correlación con SCR _{mkt}	100%	25%	25%	25%	
correlación con SCR _{def}	25%	100%	25%	50%	
correlación con SCR _{life}	25%	25%	100%	0%	
correlación con SCR _{nl}	25%	50%	0%	100%	

Fuente: Elaboración propia

4.9.- Cálculo del SCR

Descripción

El SCR es el Requerimiento de Capital de Solvencia.

Datos

$BSCR$	=	Requisito de Capital de Solvencia de Base
SCR_{op}	=	Gasto de capital para el riesgo operativo
Adj	=	Ajuste por el efecto de absorción del riesgo de los tributos diferidos

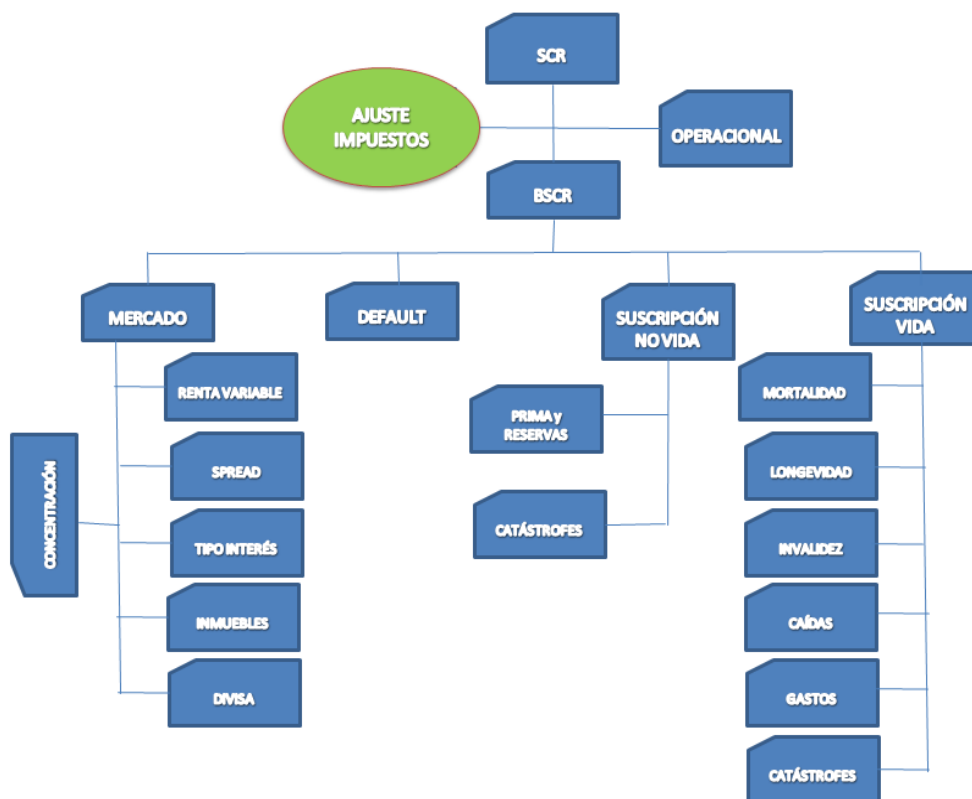
Cálculo

El SCR viene determinado por la expresión:

$$SCR = BSCR - Adj + SCR_{op}$$

El gasto de capital debido al riesgo operativo SCR_{op} ya lo hemos calculado anteriormente, por lo que únicamente nos faltaría determinar el importe correspondiente a los impuestos diferidos:

cálculo del ajuste de impuestos



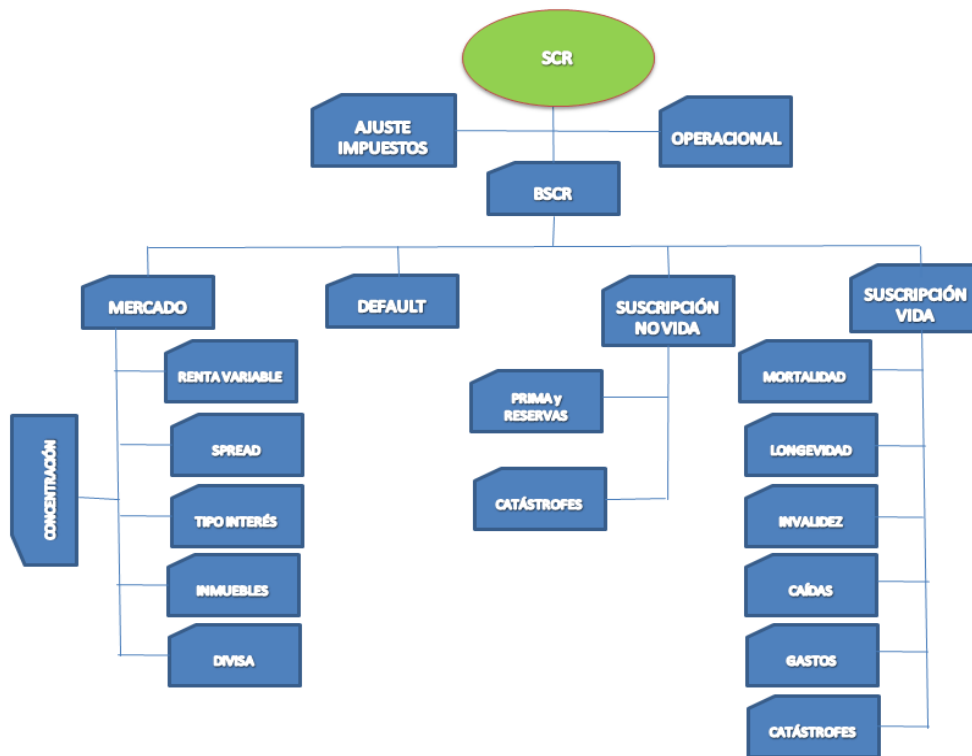
En el momento que se ha calculado la valoración de activos y pasivo, a su vez, se había calculado el impacto de los impuestos diferidos que se traduce en la variación de los impuestos debido a pasar de un Balance Contable a Balance Económico. Dicha cuantía asciende a 728.233 euros. Se adjunta detalle:

TABLA Nº 104: RESUMEN DEL RESULTADO DEL AJUSTE DE IMPUESTOS

ACTIVOS	NOMINAL	VALORACIÓN MCDO	VALORACIÓN MCDO	ACTIVO ECONÓMICO
		MARK TO MARKET	MARK TO MODEL	
FONDO RV XXX	75.544	75.544	-	75.544
ACCIONES COMPAÑIA IBEX	1.000.000	1.000.000	-	1.000.000
INDEXADOS	1.000.000	1.000.000	-	1.000.000
PARTICIPACIÓN DE LA SDAD XXX	35.051	35.051	-	35.051
PARTICIPACIÓN DE LA SDAD YYY	541	541	-	541
PARTICIPACIÓN SDAD ZZZ	1.202	1.202	-	1.202
Inmueble 1	600.000	600.000	-	600.000
Asset Swap	343.369	343.369	-	343.369
BONO GOBIERNO ALEMAN 1	6.000.000	5.113.200	-	5.113.200
BONO GOBIERNO ALEMAN 2	7.000.000	5.917.800	-	5.917.800
BONO GOBIERNO ALEMAN 3	8.000.000	6.732.000	-	6.732.000
Citigroup	2.059.000	1.746.032	-	1.746.032
HSBC	4.537.000	4.246.178	-	4.246.178
General Electric	1.670.000	1.410.148	-	1.410.148
France Telecom	5.375.000	5.641.600	-	5.641.600
Munich Re Finance	5.375.000	5.753.400	-	5.753.400
Deutsche Bank	3.000.000	3.234.900	-	3.234.900
JP MORGAN	1.000.000	1.100.000	-	1.100.000
HSBC FINANCE CORP	5.000.000	5.130.000	-	5.130.000
GENERAL ELECTRIC	5.000.000	5.180.000	-	5.180.000
UBS AG,	2.000.000	2.055.000	-	2.055.000
BONO REGULAR CÍA "MENGANO"	500.000	NO DISPONIBLE	501.189	501.189
BONO CUPÓN CERO CÍA "FUTANO"	300.000	NO DISPONIBLE	270.320	270.320
CITIGROUP INC 6,875% Vcto:2038	2.000.000	1.993.400	-	1.993.400
CITIGROUP INC 7,875% Vcto:2018	2.000.000	2.190.000	-	2.190.000
VALOR CONTABLE ==>	63.871.707		VALOR MERCADO ==>	61.270.875
DIFERENCIA VALORACIÓN ==>	2.600.833	28% IMPTO SDADES HACIENDA FORAL VIZCAYA 728.233 IMPUESTO DIFERIDOS		

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del SCR



Como último paso, solamente queda por calcular el Requerimiento de Capital de Solvencia (SCR) que, como habíamos anticipado, viene determinado por la siguiente expresión:

$$SCR = BSCR - Adj + SCR_{Op}$$

El resultado final del SCR asciende a **6.813.155 euros**.

TABLA Nº 105: RESUMEN DEL RESULTADO DEL SCR

BSCR:	5.801.068
Ajuste Imptos:	728.233
SCRop:	1.740.320
SCR:	6.813.155

Este valor representa el capital requerido por la Entidad para hacer frente a los riesgos inherentes en la misma y representa el valor en riesgo o pérdida esperada calibrados a un nivel de confianza del 99,5% a un año. En otras palabras, **existe una probabilidad del 0,5% de perder más de 6.813.155 euros del valor de la Entidad en un año.**

CAPÍTULO 5:

ANÁLISIS CUALITATIVO:

CONTROL DEL RIESGO

CAPÍTULO 5 – ANÁLISIS CUALITATIVO – CONTROL DEL RIESGO

Nuestro objetivo en este capítulo es proponer métodos para controlar los riesgos sobre los riesgos que ya hemos medido (SCR) en la Capítulo 4. Por ello, nos ceñiremos a proponer métodos para controlar los riesgos.

La gestión de las entidades mediante el control de riesgos ayuda a la toma de decisiones a la Dirección, permitiendo conocer el grado en que los objetivos estratégicos y operacionales son alcanzados.

Esta filosofía de gestión alcanza todas las áreas de la entidad, tal y como demostraremos más adelante⁶⁵.

5.1.- Marco Regulatorio

La estructura del Sistema de Control Interno establecido en la normativo de Solvencia II, sigue el Modelo de las tres Líneas de Defensa, presentado por el entorno “COSO”, el cual se considera como un estándar internacional de mejores prácticas en materia de control interno, bajo el cual deben quedar definidos de forma fundamental los objetivos, roles y responsabilidades de cada línea. Para ello, se debe contar con una correcta definición y separación de tareas entre las diferentes líneas que conforman el Modelo, así como con una adecuada distribución de responsabilidades entre las mismas.

- Primera línea de defensa: Formada por los responsables de los procesos/ subprocesos de la entidad, quienes tienen la responsabilidad de identificar los riesgos a los que se encuentra expuesta la Sociedad en su operativa diaria, así como establecer los controles necesarios para mitigar los riesgos.

⁶⁵ Vease apartado 4.2 de este trabajo.

Incluye las Áreas y/o departamentos de carácter operacional y determinadas funciones específicas: negocio, contabilidad, financiera, sistemas y personal.

- Segunda línea de defensa: Compuesta por las funciones de Gestión de Riesgos, Cumplimiento y la Función Actuarial. Esta línea vela por que la gestión de riesgos se realice de forma adecuada y asegura el cumplimiento de las políticas y estándares de control definidos, en línea con el apetito de riesgo de la sociedad
- Tercera línea de defensa: Se trata de la Función de Auditoría Interna, con responsabilidad de aportar un nivel de supervisión y aseguramiento objetivo, y asesorar en temas de buen gobierno y procesos de la organización.

5.2.- Proceso de elaboración del modelo integral de gestión de riesgos

El objetivo del modelo de gestión de riesgos que vamos a detallar es identificar, para cada uno de los distintos procesos y subprocesos de la Compañía los riesgos asociados, su categorización, las medidas de Control Interno implementadas para eliminar o mitigar tales riesgos, el grado de efectividad de las mismas y la posible detección de deficiencias significativas que incidan en la valoración de la Entidad siguiendo el ordenamiento jurídico vigente en materia de seguros y Control Interno, y servir de orientación a las acciones que en esta materia pudieran adoptarse individualmente por las personas que trabajan en la Entidad objeto del presente estudio.

En este sentido, el alcance que pretendemos abordar es el siguiente:

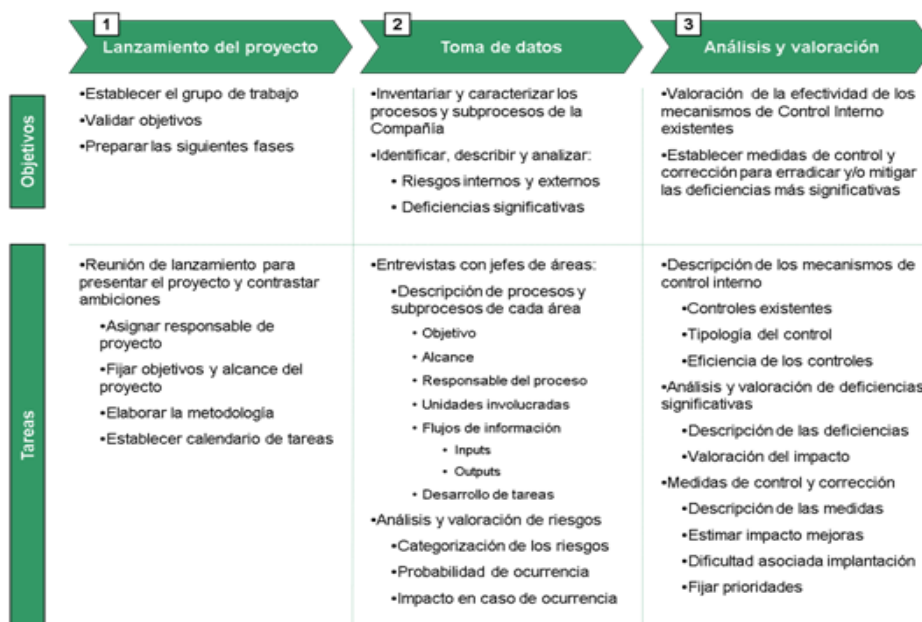
- Identificar y caracterizar los procesos y subprocesos existentes en la Entidad para los diferentes niveles de actividad definidos en cada Área o Departamento de la Entidad. Una clasificación departamental que está muy extendida en el sector asegurador y que nosotros vamos a emplear es el siguiente: Financiero, Medios (Recursos Humanos y Formación), Operaciones, Organización y Sistemas y Técnico.

- Valorar el potencial de los riesgos asociados a los procesos analizados, categorizar esos riesgos y establecer la probabilidad de ocurrencia y el impacto que supondrían en base a unos parámetros.
- Identificar los sistemas de Control Interno de la organización para minimizar las probabilidades de ocurrencia y el impacto negativo que supondrían los anteriores riesgos.
- A la vista de los anteriores puntos, valorar la efectividad del sistema de Control Interno, mediante la identificación de las posibles deficiencias significativas detectadas en cada uno de los procesos enumerados.
- En su caso, de haberse detectado deficiencias significativas, se procedería a determinar el impacto para la Entidad y las medidas adoptadas para subsanarlas.

Metodología:

La implementación del modelo requiere de la estrecha colaboración de los distintos responsables de las diferentes Áreas de la Entidad con el objetivo de asegurar una completa comprensión de los procesos a estudio y de las necesidades de Control Interno con el fin último de contrastar la potencial existencia de deficiencias significativas en los mismos. Consistirá en tres fases:

GRÁFICO Nº 22: METODOLOGÍA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS

Fuente: *Elaboración propia***FASE I**

En el lanzamiento del proyecto se establecerán y validarán objetivos. Consideramos que la selección del personal encargado del desarrollo del proyecto debe realizarse en base a criterios de excelencia incluyendo en el mismo a personas altamente cualificadas y de una dilatada experiencia dentro de la organización de la Entidad.

FASE II

La fase de toma de datos consiste en realizar numerosas reuniones de trabajo con todos y cada una de las siguientes Áreas: Técnica, Operaciones, Organización y Sistemas, Medios, Financiera y Comercial, involucrando a un amplio número de personas. Para ello se ha elaborado una guía con la

que se pretendía estructurar y homogeneizar la toma de datos de cada Área.

Una vez identificados todos los procesos se ha procedido a realizar un estudio detallado para cada uno de ellos estructurando el análisis a través de los siguientes pasos:

- Objetivo del proceso

Describe la finalidad del proceso, respondiendo a las preguntas claves ¿Qué? y ¿Para qué?, es decir, el objetivo del proceso da cuenta del punto al cual se desea llegar mediante la aplicación de unos recursos y esfuerzos.

- Alcance del proceso

Se analiza el alcance del proceso desde que se genera una decisión de actuación, en ocasiones motivada por un input, hasta que éste sea culminado. Los procesos se han analizado desde la óptica de las diferentes áreas de la Compañía, por ello los procesos en ocasiones se van concatenando entre cada una de ellas.

Igualmente, dentro de este epígrafe se persigue obtener una visión global del proceso que permita abordarlo posteriormente más en detalle, a través de los siguientes pasos definidos en el modelo.

- Unidades involucradas

En este campo quedan reflejadas las relaciones existentes entre las diferentes áreas y los procesos analizados.

- Flujos de información

- Inputs

Los Inputs se pueden definir como el conjunto de datos y elementos de los cuales un proceso se alimenta para poder ejecutarse.

- Outputs

Análogamente, los Outputs, quedan definidos como el conjunto de datos y elementos que resultan tras la ejecución de un proceso.

- Identificación de riesgos

En este campo se trata de identificar los riesgos y amenazas asociados a los procesos de la Compañía.

Identificando los riesgos conocidos y predecibles, se da un paso adelante para evitarlos cuando sea posible y controlarlos cuando sea necesario.

- Categorización de riesgos

En este campo se establece una clasificación por tipo de riesgo:

- Riesgo operativo.
- Riesgo de tipo de interés.
- Riesgo de crédito.
- etc.

- Perfiles de riesgos

Para medir el impacto, la probabilidad de ocurrencia y el riesgo asociado a cada uno de los procesos se ha establecido una doble clasificación:

Perfiles de riesgo	
Probabilidad	Impacto
Remota	Catástrofe
Poco probable	Muy alto
Posible	Alto
Probable	Moderado
Frecuente	Mínimo

De modo que lo que se persigue es caracterizar un riesgo estableciendo para cada uno una probabilidad de ocurrencia, así como el impacto que el mismo pueda llegar a tener en el funcionamiento normal de la Compañía, en su imagen, en la calidad de servicio, en posibles daños patrimoniales, etc.

- Probabilidad

La probabilidad de ocurrencia de un riesgo da cuenta de las posibilidades reales de que esa situación de riesgo llegue a producirse en algún momento.

- Posible Impacto

El “Posible impacto” asociado a un riesgo de un proceso determinado se puede definir como la medición objetiva de los efectos negativos que dicho riesgo ocasionaría en caso de producirse.

Fase III

En una tercera fase, para cada uno de los procesos y subprocesos identificados, se ha procedido a identificar y valorar los controles implementados para corregir y/o mitigar los riesgos asociados a cada proceso y subproceso así como a la descripción de las posibles deficiencias significativas detectadas y en su caso cuando proceda las acciones correctivas y preventivas adoptadas.

- Descripción de controles

En este campo se hace un listado de los controles existentes para cada proceso y la descripción en detalle de cada uno de ellos.

- Tipo de control

En este campo se hace una descripción de los tipos de control establecidos para cada uno de los controles existentes asociados a cada proceso.

- Totalidad

Debe garantizar el procesamiento de toda la información que entra en el sistema.

- Exactitud

Debe garantizar que la información y los datos procesados son correctos, precisos y que coinciden con la realidad de la operación, pudiendo haber sido o no procesada en diferentes sistemas aplicativos donde se almacena.

- Validación

Debe garantizar que el procesamiento de datos está debidamente autorizado por las personas que tienen poderes para ello. Sin incurrir en pérdidas de información ni en duplicaciones.

- Actualización

Debe garantizar que los datos están debidamente actualizados en la fecha de su procesamiento.

- Acceso restringido

Debe garantizar un control de las personas que utilizan los diferentes aplicativos, en cuanto a limitación de funcionalidades así como registro personal de la actividad realizada en los mismos.

- Segregación de funciones

Garantizar que todas las actividades necesarias para procesar una transacción (cumplimentación, autorización, contabilización...) no pueden ser llevadas a cabo por la misma persona.

- Deficiencias significativas detectadas

Una deficiencia es significativa cuando puede afectar a la valoración de que el sistema de Control Interno está funcionando de manera efectiva.

- Impacto para la compañía de la deficiencia significativa detectada

Este campo se ha definido como la medición objetiva de los efectos negativos que una deficiencia significativa detectada ha ocasionado a la Entidad. Tales como por ejemplo impactos negativos en los resultados o en el patrimonio de la Entidad por el deficiente funcionamiento de los sistemas de Control Interno.

- Medidas adoptadas para subsanar las deficiencias detectadas

En este campo, para aquellos procesos concretos en los que se evidencia de manera clara la necesidad de tomar medidas correctivas para subsanar o minimizar deficiencias significativas detectadas, se realiza una descripción de posibles acciones de mejora, medidas correctivas y/o preventivas a implementar en un futuro o bien incluso de manera inmediata en su caso dependiendo de las circunstancias.

A modo ilustrativo se muestra el siguiente ejemplo correspondiente al lanzamiento de productos que afecta al Área Técnica:

- Riesgos inherentes en el lanzamiento de nuevos productos
 - Objetivo
Proporcionar las tasas, tarifas, formulación necesaria para el desarrollo de nuevos productos y mantenimiento de los existentes.
 - Alcance del proceso
Preparación de especificaciones técnicas de los productos.
Notas técnicas, como requerimiento legal, como soporte y control interno, etc.
Adecuación de garantías sobre productos o pólizas ya existentes.
 - Unidades involucradas
Técnico, Financiera y Organización y Sistemas.
 - Flujos de información

Inputs	Outputs
- Datos estadísticos vinculados con las coberturas del producto, condiciones de los acuerdos con los Agentes y corredores, información del reaseguro, estudios de la competencia,... - Posibles cambios en la normativa legal que obligue a introducir cambios, ... - Actualización de tipos de interés, para nuevas ofertas. - Actualización de los censos de los colectivos con altas y bajas.	- Tarifas de los seguros - Especificaciones técnicas - Impuestos de los productos - Cálculo de Prov. Técnicas. - Documentos de ofertas. - Emisión o apéndices de las pólizas. - Obtención del TAE en los seguros mixtos y su registro en el sistema para su aplicación a las pólizas - Validación de tarifas y provisiones técnicas generadas por las aplicaciones de las Compañías.

- Identificación de riesgos y controles

Identificación de riesgos	Categorización de riesgos	Perfiles de riesgo		Descripción de controles	Tipo de control
		Probabilidad	Impacto		
- Errores de diseño del producto. - Errores en cálculos, definiciones erróneas sobre los métodos de cálculo. - Demoras en las especificaciones. - Necesidad de documentación.	-Riesgos operativos.	- Remota.	- Muy Alto.	- Cheques: de las tarifas de primas, provisiones técnicas, valores garantizados, Reaseguro, etc. - Verificaciones de las tarificaciones.	Totalidad Exactitud Validación Actualización

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Al comienzo de esta investigación se planteó el **objetivo global o final de diseñar un modelo de gestión y control de riesgos dentro de una entidad aseguradora dentro del marco europeo de Solvencia II** que se estructura en distintos capítulos.

Inicialmente, en el capítulo 1 se ha establecido el marco conceptual adecuado para el modelo a desarrollar así como la **revisión de la literatura** que explica el modelo de Solvencia II y se centra en la importancia de la elaboración de los modelos internos como el instrumento que mide el riesgo concreto de la entidad aseguradora.

En cuanto al capítulo 2, ha consistido en **asignar un valor, tanto al activo como al pasivo, coherente con el mercado**, a través de la transformación del balance contable de la aseguradora, a un balance económico de ésta.

El balance económico debe contrastarse con los fondos propios de la aseguradora. Por ello, el objetivo de este capítulo tercero es **determinar, tras su contrastación el capital disponible para hacer frente al Requerimiento de Capital de Solvencia**. La diferencia entre activo y pasivo del enfoque de balance económico respecto al balance contable, valorado en el Capítulo 2, compone el valor de mercado del capital disponible que se desarrolla en el capítulo 3.

En el capítulo 4 se ha **determinado la metodología concreta para calcular el SCR a través del VaR acorde a los riesgos inherentes en cada entidad**. El SCR resultante debería ser menor que los fondos propios que se determina en el Capítulo 3. En caso contrario, la entidad tendría que tomar alguna medida, bien modificando la estructura de activo-pasivo en aras de disminuir el SCR, o bien incrementando los fondos propios mediante una ampliación de capital.

El último capítulo consiste en **proponer métodos para controlar dichos riesgos**. Una vez que ya hemos medido el riesgo (SCR) acorde a un valor coherente con el mercado.

Tras el análisis desarrollado en los diferentes capítulos, orientados a la consecución del objetivo final indicado, es posible concluir lo siguiente:

CONCLUSIÓN PRIMERA: En la actualidad las entidades aseguradoras que siguen la fórmula estándar no hacen ninguna concesión por el perfil de riesgo específico de la entidad. En determinados módulos de riesgos, simplemente se aplica un parámetro fijo sobre una cuantía. Con el objeto de mejorar y hacer más objetiva la medición de dicha cuantía, en este trabajo, se ha propuesto una cuantificación de los riesgos que se basa en el cálculo del VaR con la finalidad de que la entidad identifique mejor los riesgos implícitos en la misma ajustando dicha cuantificación a su perfil de riesgo concreto (Barañano et al., 2020), bien mediante la aplicación de modelos internos parciales o bien proponiendo la aplicación de parámetros específicos (USP).

La razón por la que se ha propuesto el VaR se debe a que esta medida del riesgo permite a la entidad integrar todos sus riesgos en una sola medida. En consecuencia, a diferencia de los enfoques tradicionales que miden el riesgo sobre una base independiente, el VaR puede proporcionar una medida totalizada del riesgo, tal y como se ha mostrado en la metodología y los cálculos desarrollados en el presente estudio.

CONCLUSIÓN SEGUNDA: En el momento que la entidad disponga de una estimación del riesgo asumido acorde a su perfil de riesgo (modelo interno), podrá tomar decisiones estratégicas, particularmente respecto a los nuevos riesgos (por ejemplo, nuevas inversiones en activos financieros) en los cuales puede incurrir (Barañano et al., 2016).

Para ello, se propone aplicar los correspondientes test de estrés con la finalidad de cuantificar el impacto del nuevo riesgo que se pretenda integrar, y por consiguiente, si la entidad puede/quiere asumir el citado riesgo (Barañano et al., 2016).

El tipo de escenario *Stress test* que se propone se basa en reproducir todos los cálculos, tanto el balance económico o “realista” como el recálculo del VaR, acorde a la nueva composición del balance.

CONCLUSIÓN TERCERA: Los riesgos asumidos por una entidad aseguradora se controlan poniendo límites a los mismos, midiéndolos y verificando su cumplimiento tal y como se ha mostrado en la presente Tesis Doctoral.

Cuando el cumplimiento de los límites se pone en peligro, deben generarse los avisos (alarmas o alertas) oportunos cuya finalidad es mitigar riesgos. En concreto, se propone aplicar una serie de medidas que consigan mitigar los siguientes riesgos:

1º) Submódulo de tipo de interés: Dentro de las opciones y garantías que se ofrecen a los clientes, y, en concreto, en los rescates, se propone el valor de rescate al valor de mercado del activo afecto a la póliza en cuestión. La finalidad no es otra que mitigar el riesgo del tipo de interés, y, con esta medida, se consigue, ya que, ante una posible desinversión del activo afecto para atender a la liquidación del rescate, se repercute al cliente la posible pérdida (a precios de mercado) del activo. Aunque también se repercuten los beneficios.

Otra medida que mitiga el subriesgo de tipo de interés y que complementa a la anterior, es la inmunización financiera. Esto se consigue si la entidad realiza el casamiento de flujos⁶⁶, de tal forma que activo y pasivo (flujos de cobro y flujos de pago) estén perfectamente ‘matcheados’ o casados hasta el vencimiento de la póliza. La entidad, por tanto, tendrá perfectamente replicadas sus obligaciones (pasivo) con el activo, de forma que podrá atenderlas sin problemas. Lo único que podría distorsionar esta corriente de flujos sería un rescate anticipado por parte del cliente pero, como se

⁶⁶ Conforme a los requisitos y procedimiento establecido en la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998.

acaba de indicar, se limitaría el valor de rescate al valor de mercado del activo afecto.

2º) Submódulo de renta variable: Cuando una entidad aseguradora invierte en renta variable, con la finalidad de mitigar la pérdida probable inesperada (debido a la caída de la cotización de las acciones que tenga en cartera) se propone que la entidad realice las adquisiciones de acciones condicionadas, es decir, dando orden de venta de las mismas si bajan de un cierto umbral de cotización. Por ejemplo, establecer límites de pérdida que no superen un 5%.

Esta medida es fácil de implantar debido a que la bolsa de valores es un mercado líquido, pudiendo ser ejecutada la orden de venta en cualquier momento (Barañano et al.,2011).

3º) Sumódulo de concentración: La diversificación mitiga riesgos. Por tanto, cuanto mayor sea la diversificación (por emisor, países, sectores, cuadro de reaseguro, contrapartes, etc), menor será el impacto de los mismos.

4º) Riesgo de suscripción de seguros de vida y no vida: El hecho de trasladar parte de los riesgos de suscripción, vía contrato de reaseguro o coaseguro, mitiga riesgos, ya que la entidad retrocedería parte de los siniestros a otra entidad (reaseguradora o coaseguradora).

5º) Submódulo de divisa y riesgo de contraparte: Tal y como se ha comentado en este trabajo en varias ocasiones, existen instrumentos financieros como los CCS (Cross Currency Swap) y CDS (Credit Default Swap) que sirven para mitigar estos riesgos. Estos derivados financieros sirven para dar cobertura ante una posible depreciación de divisas y un fallo de impago respectivamente. El inconveniente principal es el coste de los mismos.

Todas estas propuestas que se han planteado mitigan los riesgos de la entidad, y como tal, deberían disminuir la carga de capital (SCR) de la entidad con el debido consentimiento del Regulador. En contraposición, la mayoría de medidas que se han propuesto conllevan un coste económico para la entidad, por lo que

ésta tendrá que decidir hasta qué punto le merece la pena llevarlas a cabo. En definitiva, la adopción de estas medidas, decisión que corresponde a la Alta Dirección de la entidad, dependerá del “apetito al riesgo” que ésta tenga (Barañano et al., 2020).

CONCLUSIÓN CUARTA: Los límites estratégicos de exposición y riesgos en general son válidos para todas las clases de carteras de una entidad. El establecimiento de límites estratégicos de exposición y riesgos permite reconocer de forma casi inmediata cuándo se están poniendo en peligro los objetivos estratégicos y, por consiguiente, la posibilidad de poner en marcha los mecanismos de ajuste adecuados que ayudan en la gestión de la empresa y dan mayores beneficios a los accionistas al comprometer en la mayoría de los casos un menor capital. Además, no hay necesidad de aplicarlo para toda la empresa, sino que se puede aplicar a la valoración de determinados riesgos (Barañano et al., 2020)

Por tal motivo, se recomienda la verificación de todos los límites de riesgo de forma periódica, y, al menos, mensualmente en aras de realizar una gestión adecuada de riesgo. Esto se traduce en realizar un seguimiento de la evolución real del riesgo durante el tiempo, en definitiva, realizar un seguimiento de la evolución del VaR.

CONCLUSIÓN QUINTA: Los organismos reguladores de todo el mundo, los accionistas e inversores y las agencias de calificación crediticia, entre otros, evalúan cada vez más a las entidades aseguradoras con enfoques basados en el riesgo.

Como ha quedado de manifiesto en este trabajo, para todas las entidades aseguradoras, las capacidades para gestionar los riesgos y asignar capitales están intrínsecamente relacionadas, ya que una empresa con una mejor capitalización puede asumir mayores riesgos y, a la inversa, una empresa con una buena gestión de riesgos necesita menos capital para mantener su negocio.

En este trabajo se ha unificado la gestión de riesgos y de capitales en un marco que combina estos aspectos a través del uso del “capital económico” como una forma común para medir el riesgo. Se ha colocado el capital económico como el límite de capital necesario para hacer frente a potenciales pérdidas inherentes.

CONCLUSIÓN SEXTA: Por sus ventajas puestas de manifiesto en este trabajo, se propone, siempre que se disponga de información histórica suficiente, la aplicación de la simulación estocástica como método de valoración de riesgos. La razón de nuestra propuesta se basa en que se concluye lo siguiente (Barañano et al., 2011):

1. Mediante la simulación estocástica se obtienen resultados de tipo probabilístico a diferencia del análisis determinista o “estimación de un solo punto”. De esta manera, mediante la simulación estocástica, los resultados muestran, además de lo que puede suceder, lo probable que es el resultado obtenido.
2. Claridad en los resultados que se obtienen. Gracias a los datos que genera la simulación estocástica, se han creado gráficos de los diferentes resultados posibles y las probabilidades de que sucedan. Esto es importante a la hora de difundir los resultados.
3. Implica una mayor facilidad para ver qué variables introducidas tienen mayor influencia sobre los resultados. En cambio, estos resultados de análisis de sensibilidad son más difíciles de visualizar empleando un enfoque determinista.
4. Dado que se pueden observar exactamente los valores que tiene cada variable cuando se producen ciertos resultados, es posible profundizar en los análisis, y, por consiguiente, facilitar el análisis de escenarios. Sin embargo, usando enfoques deterministas resulta muy difícil modelar diferentes combinaciones.

5. Es posible modelizar la correlación existente entre diferentes variables de entrada. Esto permite averiguar la razón por la que, cuando algunos factores suben, otros suben o bajan paralelamente, tal y como se ha puesto de manifiesto en los cálculos llevados a cabo.

6. Resulta posible identificar colas gruesas y escenarios extremos (como, por ejemplo, siniestros punta que pueda soportar la Entidad) y, por ende, considerar una amplia gama de riesgos.

CONCLUSIÓN SÉPTIMA: Se ha diseñado un modelo de gestión de riesgos utilizando un modelo mixto interno que corresponde con el objetivo global o final de la Tesis Doctoral.

En cuanto a la cuantificación, a efectos prácticos, si nos ceñimos a nuestro caso de estudio⁶⁷, una vez calculado el capital requerido (SCR) podemos concluir que el patrimonio libre (o no comprometido) acorde a los riesgos inherentes en la entidad objeto del presente estudio asciende a **11.413.446 euros**. Por tanto, a la vista de estos resultados, se concluye que la entidad es solvente por lo que dispone de recursos suficientes para asumir los riesgos inherentes en la misma, ya que el capital disponible es superior al SCR.

En el caso de que dicho patrimonio libre fuese negativo, la entidad estaría obligada, bien a incrementar sus recursos mediante una ampliación de capital, o bien a reestructurar su balance (por ejemplo, modificando las inversiones de la entidad con la finalidad de invertir en activos menos volátiles o que repercutan en un VaR menor).

En el caso concreto que se ha considerado en este trabajo, el balance económico de la entidad quedaría representado de la siguiente manera, en función de los resultados obtenidos:

⁶⁷ El caso de estudio se recoge en el capítulo 4

GRÁFICO Nº 23: RESUMEN RESULTADOS

ACTIVO	PASIVO
BALANCE ECONÓMICO	BALANCE ECONÓMICO
ACTIVO VALOR MERCADO: 61.270.875	PATRIMONIO LIBRE: 11.413.446
	SCR 6.813.155
	VALOR BEST ESTIMATE: 43.044.274

Fuente: Elaboración propia

De modo que el objetivo principal de este trabajo de investigación, ***diseñar un modelo de gestión y control de riesgos dentro de una entidad aseguradora dentro del marco europeo de Solvenica II***, se ha realizado a través de los distintos subobjetivos que han sido planteados.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Todas las investigaciones tienen sus limitaciones que en mayor o menor medida afectan a los resultados obtenidos, en el caso de esta investigación nos permiten además indicarnos las posibles líneas futuras de trabajo:

- Dado que hemos determinado el VaR y/o TVaR con un horizonte temporal de un año, una vez transcurrido dicho año, sugerimos indagar en el contraste de la calibración del riesgo (SCR) con la finalidad de averiguar, si la medición que hemos realizado de los riesgos de la Entidad Aseguradora objeto del presente estudio se ha ajustado de forma correcta a la realidad. En caso contrario, deberíamos realizar los ajustes oportunos en aras de adecuar nuestro modelo lo máximo posible.
- Realizar un seguimiento de la evolución del riesgo de forma continua de tal forma que, conforme vaya cambiando el balance de la entidad, veamos qué variables han influido en mayor o menor medida en la cuantificación de riesgos. Esto hará que conozcamos mejor los riesgos inherentes a la Entidad aseguradora, ver cómo reaccionan o cómo varían ante distintos escenarios. Así, conoceremos y entenderemos mejor los riesgos y, por consiguiente, los controlaremos mejor.
- Se han aplicado unas medidas de riesgo concretas. Sin embargo, puede ser posible la aplicación de otras medidas de riesgo para averiguar si se pueden obtener mejores resultados que los que los que proporcionan las medidas que se han aplicado en este trabajo.

- Revisar los límites de riesgo. Verificar si dichos límites son suficientes o no, es decir, en función de la evolución del riesgo contrastaremos, acorde al ‘apetito’ al riesgo de la Entidad Aseguradora, si debemos modificar o no dichos límites.
- Actualizar de forma continua los múltiples parámetros (caída de cartera, hipótesis de siniestros reales, imputación de gastos reales, etc) utilizados en los cálculos mediante seguimiento de la evolución del negocio, es decir, nuestra propuesta se basaría en un análisis dinámico de balance con la finalidad de hacer la mejor estimación posible de cada momento.
- Un modelo de gestión debe tener un conjunto de indicadores básicos para la toma de decisiones. Por tanto, una línea de investigación futura sería integrar este modelo de gestión propuesto dentro de un cuadro de mando integral basado en indicadores de riesgos para la toma de decisiones.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

ACWORTH P., BROADIE M., GLASSERMAN P. (1996). *“A Comparison of Some Monte Carlo and Quasi Monte Carlo Technique for Option Pricing in “MC and QMC Methods”*. Springer-Verlag

AFI (2000). *“Guía del Sistema Financiero Español en el nuevo contexto europeo”*. Escuela de Finanzas Aplicadas, Madrid.

ALBARRÁN LOZANO, Irene; ALONSO GONZÁLEZ, Pablo (2010). *“Métodos estocásticos de estimación de las provisiones técnicas en el marco de solvencia II”*. Fundación Mapfre

ANDESEN, Arthur (1997). *“Diccionario Espasa .Economía y Negocios”*. Madrid: Espasa Calpe, C.A.

APRA (2002). *“Future Policy directions for the regulation and prudential supervision of the General Insurance Industry”*.

ARAGONES, José R. (1990): *“Economía Financiera Internacional”*. Pirámide. Madrid.

ARMSTRONG, J. (2005). *“The Forecasting Canon: Nine generalizations to improve forecast accuracy”*. FORESIGHT - The International Journal of Applied Forecasting, 1, 29 – 35.

ARTZNER, P.; DELBAEN, J.; EBER, M. y HEATH, D. (1999). *“Coherent measures of Risk”*. Mathematical Finance, (9), pp. 203-228.

BARAÑANO, A., BETZUEN, A. (2011); *“Simulación estocástica en la determinación del valor en riesgo de los activos financieros”*. Análisis Financiero: Nº 117

BARAÑANO, A., DE LA PEÑA, J.I., GARAYETA, A. (2016); *“Medición del Riesgo de Suscripción mediante Modelos Internos en Solvencia II”*. INNOVAR: nº 62. <https://doi.org/10.15446/innovar.v26n62.59392>

BARAÑANO, A., DE LA PEÑA, J.I., MORENO, R. (2020); “*Valuation of real-estate losses via Monte Carlo simulation*”. Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 33:1, 1867-1888. DOI: 10.1080/1331677X

BARRO, R., V. GRILLI y R. FEBRERO. (1997). “*Macroeconomía*”, (Madrid: McGraw-Hill).

BEAUFILS, Bernard y otros (1986). “*La Banque et les Nouveaux Instruments Financiers*”. La Revue BANQUE. Lyon.

BENNETT, D.J. (1998). “*Randomness*”. Cambridge: Harvard University Press.

BERAN, R. y DUCHARME, G. (1991). “*Asymptotic theory for bootstrap in Statistics*”. University of Montreal.

BERAN, R.J. (1997). “*Diagnosing bootstrap success*”. Ann. Inst. Statist. Math., (49), pp. 1–24.

BERAN, R.J. (2003). “*The impact of the bootstrap on statistical algorithms and theory*”. Statist. Sci., (18), pp. 175–184.

BERGLUND, R., KOSKINEN, L., y RONKAINEN, V. (2006). Aspects on calculating the Solvency capital requirement with the use of internal models. Paris: 28th International Congress of Actuaries, <http://www.ica2006.com/Papiers/3001/3001.pdf>

BESIS, Joël (2004). “*Risk Management in Banking*” (second edition). John Wiley and Sons Inc.

BETZUEN, A. (2000). “*Una estimación de la tendencia de la mortalidad abreviada futura a través de la evolución de los parámetros*”. V Congreso Nacional y III Hispano-Italiano de Matemática Financiera y Actuarial. Bilbao.

BETZUEN, A. (2010). “*Un análisis sobre las posibilidades de predicción de la mortalidad futura aplicando el modelo Lee-Carter*”. Instituto de Actuarios Españoles. Anales 2010

BOWE, Michael (1988). “*Eurobonds*”. Dow Jones-Irwin. Homewood (Ill.).

BREALEY; Richard y STEWARD C. Myers. (1993): *"Principios de Finanzas Corporativas"*. 2da. Ed. Madrid: McGraw-Hill.

BÜHLMANN, P. (2002). *"Bootstraps for time series"*. Statist. Sci., (17), pp. 52–72.

BÜHLMANN, P. (2002). *"Sieve bootstrap with variablelength Markov chains for stationary categorical time series (with discussion)"*. J. Amer. Statist. Assoc., (97), pp. 443–471.

CANTO, A. del y M. DELFINER (2009). *"La exigencia de capitales mínimos por riesgo de Mercado"*, Nota técnica. BCRA.

CHERNICK, M.R. (1999). *"Bootstrap Methods: A Practitioner's Guide"*. John Wiley & Sons.

CHORAFAS, D. y Butterworth-Heinemann, E (2004). *"Economic Capital Allocation with Basel II, cost benefit and implementation procedures"*.

COOPERS & LYBRAND (1987): *"A Guide to Financial Investments"*. Euromoney. Londres.

CÓRDOBA, M. (2003). *"Análisis Financiero: Renta Fija: Fundamentos y Operaciones"*, Ed. Thomson, Madrid.

CORNELL, Bradford (1987): *"The Future of the Floating Rate Bonds"*. En STERN y CHEW (ed.): *The Revolution in Corporate Finance*. Blackwell. Oxford. Págs.: 172–177

CUMMINS, J.D., HARRINGTON, S. y NIEHAUS, G. (1994). An economic overview of risk-based capital requirements for the property–liability insurance industry. *Journal of Insurance Regulation* 11(4): 427–447

DAVISON, A.C. (2003). *"Statistical Models"*. Cambridge Univ. Press.

DAVISON, A.C. y HINKLEY, D.V. (1997). *"Bootstrap Methods and Their Application"*. Cambridge Univ. Press.

DELFINER, M. y C. PAILHÉ (2008). *"Técnicas cualitativas para la gestión del riesgo operacional"*. Documento técnico, BCRA.

DEVINEU, L. y LOISEL, S. (2009). Risk aggregation in Solvency II: How to converge the approaches of the internal models and those of the standard formula? Bulletin Français d'Actuariat 9(18): 107–145

DICICCIO, T. y EFRON, B. (1996). “*Bootstrap confidence intervals*” (with discussion). Statist. Sci., (11), pp. 189-228.

DICICCIO, T.J. y ROMANO, J.P. (1995). “*On bootstrap procedures for second-order accurate confidence limits in parametric models*”. Statist. Sinica, (5), pp. 141-160.

DICKINS, Paul (1989): “*The Rating Game*”. Corporate Finance. Febrero. Págs.: 44-46

DICKINS, Paul (1989). “*Yankee Bonds Dandy!*”. Corporate Finance. Marzo. Págs.: 45-47

DOFF, R. (2008). A Critical Analysis of the Solvency II Proposals. The Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice, 33(2), 193–206.
<https://doi.org/10.1057/gpp.2008.2>

EFRON, B. (1979). “*Bootstrap methods: Another look at the Jackknife*”. Ann. Statist., (7), pp. 1-26.

EFRON, B. (1981). “*Non parametric estimates of standard error: the Jackknife, the Bootstrap, and other methods*”. Biometrika, (68), pp. 589-599.

EFRON, B. (1982). “*The Jackknife, the Bootstrap and other resampling plans*”. SIAM.

EFRON, B. y TIBSHIRANI, R. (1993). “*An Introduction to the Bootstrap*”. Chapman and Hall.

EL KAROUI, Nicole y GEMAN, Hélyette (1991). “*Note worthy*”. Risk. vol 4, nº 3. Marzo. Págs.: 58-60

ELING, M. y HOLZMUELLER, I. (2008). An overview and comparison of risk-based capital standards. Journal of Insurance Regulation 26(4): 31-60.

ELING, M., SCHMEISER, H. y SCHMIT, J.T. (2007). The Solvency II Process: Overview and Critical Analysis. *Risk Management and Insurance Review Journal* 10(1): 69–85.

FABOZZI, F. J, MODIGLIANI, F y FERRI, M. G. (1996): “*Mercados e Instituciones Financieras*”. Prentice Hall.

FABOZZI, Frank. J. (1997). “*The Handbook of Fixed Income Securities*” (fifth edition). McGraw-Hill.

FABOZZI, Frank. J. (2007). “*Fixed Income Analysis*” (second edition). John Wiley and Sons Inc.

FERRUZ, Luis; PORTILLO M^a Pilar y SARTO José Luis (2005), “*Dirección Financiera del Riesgo de Interés*”, Editorial Pirámide.

FISHER III, Frederick (1987): “*Eurobonds*”. Euromoney. Londres.

FRANCIS, J. C. y S. H. ARCHER. (1977). “*Análisis y Gestión de Carteras de Valores*”, (Madrid: Ediciones ICE).

FRANCIS, Jack y TAYLOR, Richard (1992): “*Theory and Problems of Investments*”. McGraw Hill. Nueva York.

FUNG, D.W., JOU, D., SHAO, A.J. y YEH, J.J. (2018). The China risk-oriented solvency system: A comparative assesment with other risk-based supervisory frameworks. *Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice* 43(1): 16-36.

GARAYETA, A., ITURRICASTILLO, I. y DE LA PEÑA, J.I. (2012). Evolución del capital de solvencia requerido en las aseguradoras españolas hasta solvencia II. *Anales del Instituto de Actuarios Españoles* 18: 111-150.

GOODHART, William (1990). “*Enter the Matador*”. *Global Investor*. Junio. Págs.: 25-27

GOODSTEIN, nolan y J. William PFEIFFER (2009): “*Applied Strategic Planning*”. McGraw Hill.

GRANITO, I. y De ANGELIS, P. (2015). Capital allocation and risk appetite under Solvency II framework. Cornell University Library. DOI: 10.13140/RG.2.1.1136.8404

HARDY, M.R. (2002). Bayesian Risk Management for Equity-Linked Insurance. *Scandinavian Actuarial Journal* 2002(3): 185-211.

HELFENSTEIN, R., SCOTTI, V. y BRAHIN, P. (2004). The Impact of IFRS on the Insurance Industry. *Swiss Re Sigma* 7: 1–34.

HELLER, Lucy (1987). *“Euro-Commercial Paper”*. Euromoney. Londres.

HERNÁNDEZ, R. y MARTÍNEZ, M.I. (2012). Capital assessment of operational risk for the solvency of health insurance companies. *Journal of Operational Risk* 7: 43-65

HOLZHEU, T. (2000). Solvency of Non-Life Insurers: Balancing Security and Profitability Expectations. *Swiss Re Sigma* 1: 1–38

HOLZMÜLLER, I. (2009). The United States RBC Standards, Solvency II and the Swiss Solvency Test: A Comparative Assessment. *The Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice*, 34(1), 56–77. <https://doi.org/10.1057/gpp.2008.43>

HULL, J. (1996). *“Introducción a los mercados de futuros y opciones, 2ª edición”*, Ed. Prentice-Hall, Madrid.

INE –Instituto Nacional de Estadística-. (2018). Índice de Precio de la Vivienda. <https://www.ine.es/consul/serie.do?s=IPV948>

JARROW & TURNBULL. *“Derivative Securities”*. South Western College Publishing. 1996.

JONES, Morven y PERRY, Simon (1990): *“How to hedge a reverse floater”*. *Corporate Finance*. Septiembre. Págs.: 47-48

JORION, P. (2007). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing financial risk*. New York: McGraw-Hill.

JOY, C.; BOYLE, P.P. y Tan, K.S. (1996). “*Quasi-Monte Carlo Methods in Numerical Finance*”. *Management Science*, (42-2), pp. 926.

KALIVA, K., KOSKINEN L. y RONKAINEN, V. (2007). Internal model and arbitrage free calibration. AFIR colloquium.

[Http://www.actuaries.org/AFIR/Colloquia/Stockholm/Kaliva.pdf](http://www.actuaries.org/AFIR/Colloquia/Stockholm/Kaliva.pdf)

KARP, T. (2007). International Solvency Requirements – Towards more Risk-based Regimes. *The Geneva Papers on Risk and Insurance Issues and Practice* 32(3): 364–381. DOI: 10.1057/palgrave.gpp.2510139

KAYE (2005). “*A Guide to Risk Measurement, Capital Allocation and Related Decision Support Issues*”

LAHOUD, Daniel (2003). “*Los principios de las finanzas y los activos financieros*”. Ediciones de la Universidad Católica Andrés Bello

LAMOTHE, P. y J.A. SOLER (1996). “*Swaps y otros derivados OTC en tipos de interés*”. Series de McGraw-Hill de Management.

LIEBWEIN, P. (2006). “*Risk Models for Capital Adequacy: Applications in the Context of Solvency II and Beyond*”. *The Geneva Papers on Risk and Insurance Issues and Practice*, 31(3), 528–550. DOI:10.1057/palgrave.gpp

LUCAS. R. E. (1978). “*Asset Prices in an Exchange Economy*”. *Econometrica*, 46

MADURA, Jeff. (2001). “*Mercados e Instituciones Financieras*”. Internacional Thomson Editores S.A.

MALKIEL, B. G. (1992). “*Un Paseo Aleatorio por Wall Street*”. (Madrid: Alianza Editorial).

MASCAREÑAS, Juan (2002). “*Gestión de Activos Financieros de Renta Fija*”. Ediciones Pirámide.

MASCAREÑAS, Juan y DÍEZ DE CASTRO, Luís (1998): *"Ingeniería Financiera"*. McGraw-Hill.

MASCAREÑAS, Juan (2004). *"El riesgo en la empresa"*. Pirámide. Madrid

McCULLAGH, P. (2000). *"Resampling and exchangeable arrays"*. Bernoulli, (6), pp. 285–301.

McNEIL, Frey and EMBRECHTS (2005). *"Quantitative Risk Management – Concepts, Techniques and Tools"*.

MENEU, V.; M.P. JORDÁ y M.T. BARREIRA (1994). *"Operaciones Financieras en el mercado español"*. Editorial Ariel Economía, Barcelona.

MENEU, V.; E. NAVARRO y M.T. BARREIRA (1992). *"Análisis y Gestión del riesgo de interés"*. Editorial Ariel Economía, Barcelona.

MERCER, Oliver Wyman (2004). *"Life at the end of the tunnel"*. June 2004.

MILLER, R.G. (1974). *"The Jackknife: a review"*. Biometrika, (61), pp. 1-15.

MORTON, Glantz (2003). *"Managing Bank Risk"*. Academic Press.

PARR, W.C. (1983). *"A note on the Jackknife, the Bootstrap and the Delta method estimators of bias and variance"*. Biometrika, (70-3), pp. 719-722.

PARTRIDGE-HICKS, Stephen y HARTLAND-SWANN, Piers (1988). *"Synthetic Securities"*. Euromoney. Londres.

PASHIGIAN, B. P. (1996). *"Teoría de los Precios y Aplicaciones"*. (Madrid: McGraw-Hill).

PFEIFER, D. y STRASSBURGER, D. (2008). Solvency II: stability problems with the SCR aggregation formula. Scandinavian Actuarial Journal 1: 61 -77

QUENOUILLE, M. (1949). *"Approximate tests of correlation in time-series"*. J. Roy. Statist. Soc. Ser. B, (11), pp. 18-44.

RODRÍGUEZ Sáiz, L., y J. A. PAREJO Gámir. (1997), *"El Sistema Financiero Español"*. En (Ed.) R. Febrero, *Qué es la Economía*, (Madrid: Pirámide).

RONKAINEN, V., KOSKINEN, L. y BERGLUND, R. (2007). Topical modelling issues in Solvency II. *Scandinavian Actuarial Journal* 2: 135-146

SAMWORTH, R.J. (2003). *"A note on methods of restoring consistency to the bootstrap"*. *Biometrika*, (90), pp. 985-990.

SANDSTRÖM, A. (2006). *"Solvency: Models, Assessment and Regulation"*. Chapman & Hall/CRC.

SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, J.L. (2001). *"Curso de Bolsa y Mercados Financieros"*. Editorial Ariel Economía, Barcelona.

SATYAJIT Das (2001). *"Structured products and Hybrid Securities"*. Wiley and Sons Inc.

SATYAJIT Das y otros colaboradores (2004). *"Credit Derivatives and Credit linked notes"* (2nd edition). John Wiley and Sons.

SHAO, J. y TU, D. (1995). *"The Jackknife and Bootstrap"*. Springer-Verlag.

SHARMA, P. (2002). *"Prudential Supervision of Insurance Undertakings. Conference of Insurance Supervisory of the Member States of the European Union"*. December 2002.

SHARPE, William; ALEXANDER, Gordon, BAILEY, Jeffery (1999): *"Investments"*. Prentice Hall. Englewood Cliffs (NJ). (6ª ed.)

SOLNIK, Bruno (1993). *"Inversiones Internacionales"*. Addison-Wesley. Wilmington.

SUÁREZ, A. (1997). *"Economía y Finanzas. De la Teoría de los Mercados a la Teoría de la Empresa."* En (Ed.) R. Febrero, *Qué es la Economía*, (Madrid: Pirámide).

Trainar, P. (2006). The Challenge of Solvency Reform for European Insurers. *The Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice*, 31(1): 169–185 doi:10.1057/palgrave.gpp.2510066

TASCHE (2002). *"Expected Shortfall and Beyond"*

- UGEUX, Georges (1985). *“Floating Rate Notes”*. Euromoney. Londres.
- VAN ROSSUM, A. (2005). Regulation and Insurance Economics, Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice, 30(1): 156–177.
- VARIAN, H. R. (1991). *“Microeconomía Intermedia”*. (Barcelona: Bosch).
- WALMSLEY, Julian (1988). *“The New Financial Instruments”*. John Wiley & Sons. Nueva York
- WILMOTT, Paul. (2000). *“Quantitative Finance”*. John Wiley and Sons Inc.

FUENTES ON LINE Y REVISTAS:

- Actualidad Aseguradora: Nº 25, 26, 27, 28/2010
- Actualidad Económica: Nº 2689 – 2703 (año 2010)
- AIAF, Asociación de Intermediarios de Activos Financieros:
<http://www.aiaf.es/>
- Aseguranza: Nº 145-156 (año 2010)
- Asociación empresarial del Seguro (UNESPA):
<http://www.unespa.es/>
- Asociación Internacional de Actuarios
<http://www.actuaries.org>
- Astin Bulletin: volume 40; Number 1 (año 2010)
- Comisión Nacional de Mercado de Valores (CNMV):
<http://www.cnmv.es/>

Confederación Española de Cajas de Ahorros (CECA):

<http://www.cea.es/>

Casualty Actuarial Society:

<http://www.casact.org/>

Consortio Compensación Seguros:

<http://www.conorseguros.es/>

Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital):

<http://www.dgsfp.mineco.es/>

Entreprise Risk Management Symposium

<http://www.ermssymposium.org/>

Estudio Impacto Cuantitativo QIS

[http://www.icea.es/es-ES/informaciondelseguro/solvenciaii/Documents/Borrador traducido espa%C3%B1ol Especificaciones T%C3%A9cnicas QIS Unespa.pdf](http://www.icea.es/es-ES/informaciondelseguro/solvenciaii/Documents/Borrador_traducido_espa%C3%B1ol_Especificaciones_T%C3%A9cnicas_QIS_Unespa.pdf)

European Commission, Online:

http://europa.eu.int/comm/internal_market/insurance/solvency_en.htm

Groupe Consultatif: European Actuarial Association, Online:

<http://www.gcactuaries.org/>

/AA: International Actuarial Association, Online:

<http://www.actuaries.org/>

IAIS: International Association of Insurance Supervisors

iaisweb.org

Intelligent risk magazine (Professional Risk Managers International Association): February 2011, May 2011

Investigación Cooperativa de Entidades Aseguradoras (ICEA):

<http://www.icea.es/>

Instituto Nacional de Estadística (INE):

<http://www.ine.es/>

<https://www.ine.es/varipc/>

<https://www.ine.es/consul/serie.do?d=true&s=IPV949>

<https://www.ine.es/consul/serie.do?s=IPV948>

Índices de mercados financieros:

<http://www.indexco.com>

Ministerio de Economía y Hacienda: www.mineco.es/tesoro

<http://www.mineco.es/tesoro>

ANEXOS

ANEXO I: PROGRAMA ELABORADO PARA EL CÁLCULO DEL BEST ESTIMATE Y RIESGOS DE SUSCRIPCIÓN DE LOS SEGUROS DE VIDA

A continuación se detalla el código de programación que hemos empleado para realizar la simulación estocástica del Best Estimate de Vida (media de los flujos probables) y el Riesgo de Suscripción Vida (utilizando un percentil 99,5% para cada uno de los subriesgos que lo componen: Mortalidad, Longevidad, Incapacidad, Gastos, Caídas).

BEST ESTIMATE y SCR VIDA - AITOR BARAÑANO ABASOLO

Fecha de cálculo de pagos:

Fichero de datos: Seleccione Fichero

Nº SIMULACIONES:

☐ FLUJOS BEST ESTIMATE (MEDIA)

☐ FLUJOS SCR (PERCENTIL 99,5%)

CALCULAR

CANCELAR

SELECCIONAR ESCENARIO DE SUBRIESGO VIDA (SHOCK): NINGUNO, MORTALIDAD, LONGEVIDAD, INCAPACIDAD, GASTOS, CAIDAS:

Para poner en funcionamiento la macro, basta con introducir en el formulario adjunto la fecha de cálculo, el fichero donde están ubicados los datos de las

pólizas de la cartera, el nº de simulaciones y el escenario que se desea calcular (Best Estimate o alguno de los subriesgos de suscripción de vida).

A continuación, se detalla la formulación empleada:

SUB CALCULAR

Dim i As Integer

Dim n As Integer

n= Range ("Numero_escenario").Value

For i=1 to n

‘Escenario estocástico Mortalidad – Distribución Normal (media y Desv. Est)

Estocastico_Mortalidad = Function.NormInv(Rnd, Range
("MediaMortalidad").Value, Range ("DesvEstMortalidad").value)

‘Escenario estocástico Longevidad – Distribución Normal (media y Desv. Est)

Estocastico_Longevidad = Function.NormInv(Rnd, Range
("MediaLongevidad").Value, Range ("DesvEstLongevidad").value)

‘Escenario estocástico Gastos – Distribución Normal (media y Desv. Est)

Estocastico_Gastos = Function.NormInv(Rnd, Range
("MediaGastos").Value, Range ("DesvEstGastos").value)

‘Escenario estocástico Caídas – Distribución Normal (media y Desv. Est)

Estocastico_Caídas = Function.NormInv(Rnd, Range
("MediaCaidas").Value, Range ("DesvEstCaidas").value)

‘Escenario estocástico Rendimiento Financiero – Distribución Normal (media y Desv. Est)


```

Estocastico_Rmto = Function.NormInv(Rnd, Range      ("MediaRmto").Value,
                                   Range ("DesvEstRmto").value)

Function EDAD(FN As Date, FE As Date)
EDAD = Round((FE - FN) / 365.25, 3)
End Function

Function WX(TABLA As String, SEXO)
Dim NOMBRETABLA As String

If SEXO = "H" Or SEXO = "HOMBRE" Or SEXO = "Hombre" Or SEXO = "h" Or SEXO
= "v" Or SEXO = "V" Or SEXO = "hombre" Or SEXO = 1 Then

SEXO = "HOMBRE"

End If

If SEXO = "M" Or SEXO = "MUJER" Or SEXO = "Mujer" Or SEXO = "m" Or SEXO =
"mujer" Or _

SEXO = "hembra" Or SEXO = "Hembra" Or SEXO = "HEMBRA" Or SEXO = 2 Then

SEXO = "MUJER"

End If

NOMBRETABLA = TABLA

If InStr(TABLA, "AGRAVADA") > 0 Then NOMBRETABLA = Left(TABLA,
InStr(TABLA, "AGRAVADA") + 7)

Select Case NOMBRETABLA

Case "CIERTA"

WX = 130

Case "GK80"
    
```

If SEXO = "HOMBRE" Then

WX = 117

End If

If SEXO = "MUJER" Then

WX = 118

End If

Case "GK95"

If SEXO = "HOMBRE" Then

WX = 120

End If

If SEXO = "MUJER" Then

WX = 126

End If

Case "GR95"

If SEXO = "HOMBRE" Then

WX = 127

End If

If SEXO = "MUJER" Then

WX = 127

End If

Case "PER2000"

If SEXO = "HOMBRE" Then

WX = 116

End If

If SEXO = "MUJER" Then

WX = 116

End If

Case "PER2000AGRAVADA"

If SEXO = "HOMBRE" Then

WX = 116

End If

Case "%PER2000AGRAVADA"

If SEXO = "HOMBRE" Then

WX = 116

End If

Case "%PER2000AGRAVADA"

If SEXO = "HOMBRE" Then

WX = 116

End If

If SEXO = "MUJER" Then

WX = 116

End If

Case "PER2000C"

If SEXO = "HOMBRE" Then

WX = 114

End If

If SEXO = "MUJER" Then

WX = 114

End If

End Select

End Function

Function LX(EDAD1 As Double, TABLA As String, SEXO, Optional
AÑONACIMIENTO As Integer)

Dim EDAD As Integer

Dim NOMBRETABLA

Dim PxAgravada

Dim QXAGRAVADA

Dim i As Integer

Dim LxAgravada1

Dim LxAgravada2

EDAD = Int(EDAD1)

NOMBRETABLA = TABLA

If SEXO = "H" Or SEXO = "HOMBRE" Or SEXO = "Hombre" Or SEXO = "h" Or SEXO
= "v" Or SEXO = "V" Or SEXO = "hombre" Or SEXO = 1 Then

SEXO = "HOMBRE"

End If

```

If SEXO = "M" Or SEXO = "MUJER" Or SEXO = "Mujer" Or SEXO = "m" Or SEXO =
"mujer" Or _
SEXO = "hembra" Or SEXO = "Hembra" Or SEXO = "HEMBRA" Or SEXO = 2 Then
SEXO = "MUJER"
End If
W = WX(TABLA, SEXO)
If EDAD > W Then
LX = 0
Else
'*****TABLAS CON AGRAVACION*****
If InStr(TABLA, "AGRAVADA") > 0 Then
    NOMBRETABLA = Left(TABLA, InStr(TABLA, "AGRAVADA") + 7)
    If InStr(TABLA, "-") > 0 Then
        AGRAVACION = 1 - Val(Right(TABLA, Len(TABLA) - InStr(TABLA, "-"))) / 100
    End If
    If InStr(TABLA, "+") > 0 Then
        AGRAVACION = 1 + Val(Right(TABLA, Len(TABLA) - InStr(TABLA, "+"))) / 100
    End If
End If
Select Case NOMBRETABLA
Case "CIERTA"
    lx1 = 1

```

LX2 = 1

Case "GK95"

If SEXO = "HOMBRE" Then

lx1 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("D" & 4 + EDAD).Value

LX2 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("D" & 4 + EDAD + 1).Value

End If

If SEXO = "MUJER" Then

lx1 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("E" & 4 + EDAD).Value

LX2 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("E" & 4 + EDAD + 1).Value

End If

Case "GR95"

If SEXO = "HOMBRE" Then

lx1 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("J" & 4 + EDAD).Value

LX2 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("J" & 4 + EDAD + 1).Value

End If

If SEXO = "MUJER" Then

lx1 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("K" & 4 + EDAD).Value

LX2 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("K" & 4 + EDAD + 1).Value

End If

Case "PER2000"

If SEXO = "HOMBRE" Then

lx1 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("B" & 160 + EDAD).Offset(0, AÑONACIMIENTO - 1885).Value

LX2 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("B" & 160 + EDAD + 1).Offset(0, AÑONACIMIENTO - 1885).Value

End If

If SEXO = "MUJER" Then

lx1 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("B" & 283 + EDAD).Offset(0, AÑONACIMIENTO - 1885).Value

LX2 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("B" & 283 + EDAD + 1).Offset(0, AÑONACIMIENTO - 1885).Value

End If

Case "PER2000AGRAVADA"

PxAgravada = 1

If SEXO = "HOMBRE" Then

lx1 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("B" & 160).Offset(0, AÑONACIMIENTO - 1885).Value

For i = 1 To EDAD

LxAgravada1 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("B" & 160 + i - 1).Offset(0, AÑONACIMIENTO - 1885).Value

LxAgravada2 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("B" & 160 + i).Offset(0, AÑONACIMIENTO - 1885).Value

QXAGRAVADA = (((LxAgravada1 - LxAgravada2) / LxAgravada1) * AGRAVACION)

lx1 = (1 - QXAGRAVADA) * lx1

Next i

LxAgravada1 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("B" & 160 + EDAD).Offset(0, AÑONACIMIENTO - 1885).Value

LxAgravada2 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("B" & 160 + EDAD + 1).Offset(0, AÑONACIMIENTO - 1885).Value

If EDAD >= 116 Then

QXAGRAVADA = 1

Else

QXAGRAVADA = (((LxAgravada1 - LxAgravada2) / LxAgravada1) * AGRAVACION)

End If

LX2 = (1 - QXAGRAVADA) * lx1

End If

If SEXO = "MUJER" Then

lx1 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("B" & 283).Offset(0, AÑONACIMIENTO - 1885).Value

For i = 1 To EDAD

LxAgravada1 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("B" & 283 + i - 1).Offset(0, AÑONACIMIENTO - 1885).Value

LxAgravada2 = Workbooks("TABLAS.xlsm").Worksheets("TABLAS").Range("B" & 283 + i).Offset(0, AÑONACIMIENTO - 1885).Value

$QXAGRAVADA = 1 - (((LxAgravada1 - LxAgravada2) / LxAgravada1) * AGRAVACION)$

$Lx1 = QXAGRAVADA * lx1$

Next i

$LxAgravada1 = \text{Workbooks}("TABLAS.xlsm").\text{Worksheets}("TABLAS").\text{Range}("B" \& 283 + EDAD).\text{Offset}(0, \text{AÑONACIMIENTO} - 1885).\text{Value}$

$LxAgravada2 = \text{Workbooks}("TABLAS.xlsm").\text{Worksheets}("TABLAS").\text{Range}("B" \& 283 + EDAD + 1).\text{Offset}(0, \text{AÑONACIMIENTO} - 1885).\text{Value}$

If EDAD >= 116 Then

$QXAGRAVADA = 1$

Else

$QXAGRAVADA = 1 - (((LxAgravada1 - LxAgravada2) / LxAgravada1) * AGRAVACION)$

End If

$LX2 = QXAGRAVADA * lx1$

End If

End Select

$LX = lx1 + (LX2 - lx1) * (EDAD1 - EDAD)$

End If

End Function

Function QXMENSUAL(EDAD As Double, TABLA As String, SEXO, Optional AÑONACIMIENTO As Integer)

$QXMENSUAL = (LX(EDAD, TABLA, SEXO, AÑONACIMIENTO) - LX(EDAD + 1 / 12, TABLA, SEXO, AÑONACIMIENTO)) / LX(EDAD, TABLA, SEXO, AÑONACIMIENTO)$

End Function

Function EX(EDAD As Double, TABLA As String, SEXO, Optional AÑONACIMIENTO
As Integer)

Dim i As Double

E = 0

For i = EDAD To WX(TABLA, SEXO)

E = E + LX(i, TABLA, SEXO, AÑONACIMIENTO)

Next i

EX = E / LX(EDAD, TABLA, SEXO, AÑONACIMIENTO)

End Function

Function VALORACTUAL(FECHABASE As Date, INT1, FFININT1 As Date, INT4,
FECHADESCUENTO As Date, Optional INT2 = 0, Optional FFININT2 As Date,
Optional INT3 = 0, Optional FFININT3 As Date)

If FECHADESCUENTO < FECHABASE Then

VALORACTUAL = 0

End If

If FECHABASE > FFININT1 Then

FFININT1 = FECHABASE

End If

If FECHABASE > FFININT2 Then

FFININT2 = FECHABASE

End If

If FECHABASE > FFININT3 Then

FFININT3 = FECHABASE

End If

VINT1 = 1 / (1 + INT1)

VINT2 = 1 / (1 + INT2)

VINT3 = 1 / (1 + INT3)

VINT4 = 1 / (1 + INT4)

If INT2 > 0 And INT3 > 0 Then

 If FECHADESCUENTO <= FFININT1 Then

 VALORACTUAL = VINT1 ^ ((FECHADESCUENTO - FECHABASE) / 365.25)

 Elseif FECHADESCUENTO <= FFININT2 And FECHADESCUENTO > FFININT1
Then

 VALORACTUAL = (VINT1 ^ ((FFININT1 - FECHABASE) / 365.25)) * (VINT2 ^
((FECHADESCUENTO - FFININT1) / 365.25))

 Elseif FECHADESCUENTO <= FFININT3 And FECHADESCUENTO > FFININT2
Then

 VALORACTUAL = (VINT1 ^ ((FFININT1 - FECHABASE) / 365.25)) * (VINT2 ^
((FFININT2 - FFININT1) / 365.25)) * (VINT3 ^ ((FECHADESCUENTO - FFININT2) /
365.25))

 Else

 VALORACTUAL = (VINT1 ^ ((FFININT1 - FECHABASE) / 365.25)) * (VINT2 ^
((FFININT2 - FFININT1) / 365.25)) * (VINT3 ^ ((FFININT3 - FFININT2) / 365.25)) *
(VINT4 ^ ((FECHADESCUENTO - FFININT3) / 365.25))

End If

End If

```

If INT2 > 0 And INT3 = 0 Then
    If FECHADESCUENTO <= FFININT1 Then
        VALORACTUAL = VINT1 ^ ((FECHADESCUENTO - FECHABASE) / 365.25)
    ElseIf FECHADESCUENTO <= FFININT2 And FECHADESCUENTO > FFININT1
    Then
        VALORACTUAL = (VINT1 ^ ((FFININT1 - FECHABASE) / 365.25)) * (VINT2 ^
        ((FECHADESCUENTO - FFININT1) / 365.25))
    Else
        VALORACTUAL = (VINT1 ^ ((FFININT1 - FECHABASE) / 365.25)) * (VINT2 ^
        ((FFININT2 - FFININT1) / 365.25)) * (VINT4 ^ ((FECHADESCUENTO - FFININT2) /
        365.25))
    End If
End If

If INT2 = 0 And INT3 = 0 Then
    If FECHADESCUENTO <= FFININT1 Then
        VALORACTUAL = VINT1 ^ ((FECHADESCUENTO - FECHABASE) / 365.25)
    Else
        VALORACTUAL = (VINT1 ^ ((FFININT1 - FECHABASE) / 365.25)) * (VINT4 ^
        ((FECHADESCUENTO - FFININT1) / 365.25))
    End If
End If

End Function

Function RENTAMES(RENTABASE, CRECIMIENTO, MES, TIPOINCREMENTO,
FECHABASE, FECHARENTA)

```

Select Case MES

Case Is <= 12

$K = \text{Fix}((12 * (\text{Year}(\text{FECHARENTA}) - \text{Year}(\text{FECHABASE})) + \text{Month}(\text{FECHARENTA}) - \text{MES}) / 12)$

Case Is > 12

FECHABASE = MES

If MES > FECHARENTA Then

K = 0

Else

$K = \text{Fix}((12 * (\text{Year}(\text{FECHARENTA}) - \text{Year}(\text{FECHABASE})) + \text{Month}(\text{FECHARENTA}) - \text{Month}(\text{FECHABASE}) + 12) / 12)$

End If

End Select

If TIPOINCREMENTO = 1 Then

$\text{CRECIMIENTO} = \text{Application.WorksheetFunction.Round}(\text{RENTABASE} * \text{CRECIMIENTO}, 2)$

RENTAMES = RENTABASE

If K > 0 Then

For i = 1 To K

$\text{RENTAMES} = \text{Application.WorksheetFunction.Round}(\text{RENTAMES} + \text{CRECIMIENTO}, 2)$

Next i

End If

End If

If TIPOINCREMENTO = 2 Then

RENTAMES = RENTABASE

If K > 0 Then

For i = 1 To K

RENTAMES = Application.WorksheetFunction.Round(RENTAMES * (1 +
CRECIMIENTO), 2)

Next i

End If

End If

If TIPOINCREMENTO = 3 Then

RENTAMES = RENTABASE

If K > 0 Then

For i = 1 To K

RENTAMES = Application.WorksheetFunction.Round(RENTAMES +
CRECIMIENTO, 2)

Next i

End If

End If

End Function

Function FECHAENCIMIENTO(TIPO As String, DIA As Integer, FECHABASE As
Date, K As Integer)

Select Case TIPO

Case "UN DIA CONCRETO"

If DIA > Day(FECHABASE) Then

If Day(DateSerial(Year(FECHABASE), Month(FECHABASE) + K + 1, 1 - 1)) < DIA
Then

FECHAVENTAMIENTO = DateSerial(Year(FECHABASE), Month(FECHABASE) + K +
1, 1 - 1)

Else

FECHAVENTAMIENTO = DateSerial(Year(FECHABASE), Month(FECHABASE) + K,
DIA)

End If

End If

If DIA <= Day(FECHABASE) Then

If Day(DateSerial(Year(FECHABASE), Month(FECHABASE) + K + 2, 1 - 1)) < DIA
Then

FECHAVENTAMIENTO = DateSerial(Year(FECHABASE), Month(FECHABASE) + K +
2, 1 - 1)

Else

FECHAVENTAMIENTO = DateSerial(Year(FECHABASE), Month(FECHABASE) + K +
1, DIA)

End If

End If

Case "X DIAS ANTES"

FECHAVENTAMIENTO1 = DateSerial(Year(FECHABASE), Month(FECHABASE) + 1,
1 - DIA - 1)

If FECHAVENCIMIENTO1 < FECHABASE Then

FECHAVENCIMIENTO = DateSerial(Year(FECHABASE), Month(FECHABASE) + K + 2, 1 - DIA - 1)

Else

FECHAVENCIMIENTO = DateSerial(Year(FECHABASE), Month(FECHABASE) + K + 1, 1 - DIA - 1)

End If

Case Else

MsgBox "NO ES NINGUNO DE LOS CASOS DE FECHA DE PAGO DE LA RENTA"

End Select

End Function

Function FECHPAG(AÑO As Integer, MES As Integer, DIA As Integer, TIPO As String)

Select Case TIPO

Case "UN DIA CONCRETO"

If Day(DateSerial(AÑO, MES + 1, 1 - 1)) < DIA Then

FECHPAG = DateSerial(AÑO, MES + 1, 1 - 1)

Else

FECHPAG = DateSerial(AÑO, MES, DIA)

End If

Case "X DIAS ANTES"

FECHPAG = DateSerial(AÑO, MES + 1, 1 - 1 - DIA)

Case Else

MsgBox "NO ES NINGUNO DE LOS CASOS DE FECHA DE PAGO DEL FLUJO"

End Select

End Function

Function NUMERO_DE_MES(MES As String)

Select Case MES

Case "ENERO"

NUMERO_DE_MES = 1

Case "FEBRERO"

NUMERO_DE_MES = 2

Case "MARZO"

NUMERO_DE_MES = 3

Case "ABRIL"

NUMERO_DE_MES = 4

Case "MAYO"

NUMERO_DE_MES = 5

Case "JUNIO"

NUMERO_DE_MES = 6

Case "JULIO"

NUMERO_DE_MES = 7

Case "AGOSTO"

NUMERO_DE_MES = 8

Case "SETIEMBRE"

NUMERO_DE_MES = 9

Case "OCTUBRE"

NUMERO_DE_MES = 10

Case "NOVIEMBRE"

NUMERO_DE_MES = 11

Case "DICIEMBRE"

NUMERO_DE_MES = 12

End Select

End Function

Option Explicit

Option Base 1

Dim KCOMPR

Dim FILAPAGO

Dim EXTERIORIZADA As String

Dim CASADA As String

Dim RESCATE As String

Dim COEF

Dim casa As Integer

Dim cas As Integer

Dim NN As Integer

Dim P As Integer

Dim TIPOIMPORTES

Dim MATRIZFECHAS(1700) As Date

Dim matriztitulos()

Dim CODIGOS() As String

Dim I

Dim CODIGOSgarantias()

Dim DIMENSION As Integer

Dim FLUJOSPROBABLES(1700) As Double

Dim II As Integer

Dim kk As Integer

Dim III As Integer

Dim TIPOINFORME As String

Dim INDICECASACION As Integer

Dim NUMCASACIONES As Integer

Dim TIPORENTA As String

Dim DIAPROB As Integer

Dim FECHAPROB As Date

Dim FECHACALCULO As Date

Dim NUMREG As Integer

Dim HOJADATOS As String

Dim CAPITALFALLECIMIENTO

Dim LIBRODATOS As Object

Dim LIBROINFORME As Object

Dim i As Integer

Dim RANGOCAP As Object

Dim RANGO1 As Object

Dim TITULO As Long

Dim FE As Date

Dim FN1 As Date

Dim FN2 As Date

Dim DIFFECHAS As Date

Dim FECHADESCUENTO As Date

Dim INDICE1 As Integer

Dim COLUMNA1 As Integer

Dim SEXO1 As String

Dim SEXO2 As String

Dim TIPOINCR As String

Dim INCR As Double

Dim MESCRECIMIENTO

Dim GARANTIA As Integer

Dim DURACION As Integer

Dim DIFERIMIENTO

Dim FECHAFINDIFERIMIENTO As Date

Dim FVITALICIO

Dim IMPORTEVITALICIO

Dim DURFINANCIERO As Integer

Dim GGI As Double

Dim COMISION As Double

Dim TIPO1 As Double

Dim FFINTIPO1 As Date

Dim TIPO2 As Double

Dim FFINTIPO2 As Date

Dim TIPO3 As Double

Dim FFINTIPO3 As Date

Dim TIPO4 As Double

Dim TIPOPRIMA As String

Dim TASAIMPLICITA As Double

Dim REV1

Dim DURREV1

Dim REV2

Dim TABLA1 As String

Dim TABLA2 As String

Dim FV As Date

Dim CAPITALDIF As Double

Dim CAPITALFALL As Double

Dim ESTADOGARANTIA As String

Dim LLL As Double

Dim NUMPAGAS As Integer

Dim MESPAGA1 As Integer

Dim MESPAGA2 As Integer

Dim CASACION As String

Dim FP As Integer

Dim fpago As Date

Dim CRITERIO

Dim TIPODIA As String

Dim DIAPAGO As Integer

Dim NUMgarantias As Integer

Dim indicegarantia As Integer

'*****

Dim MATRIZRESULTADO() As Double

Dim MATNOCASADAS() As Double

Dim MATEXTERIORIZADAS() As Double

Dim MATSINRESCATE() As Double

Dim MATCONRESCATE() As Double

Dim FLUJOSPROBABLES1(1700) As Double

Dim K As Integer

Dim PAGOPROBABLE As Double

Dim EDADINICIAL1 As Double

Dim EDADINICIAL2 As Double

Dim EDADDIF1 As Double

Dim EDADDIF2 As Double

Dim EDAD12 As Double

Dim EDAD22 As Double

Dim W1 As Integer

Dim W2 As Integer

Dim FECHAPAGORENTA As Date

Dim FECHAPAGORENTA1 As Date

Dim FECHAPRIMERPAGO As Date

Dim EDAD1 As Double

Dim EDAD2 As Double

Dim DESCUENTO As Double

Dim PX As Double

Dim PY As Double

Dim PXDIF As Double

Dim PYDIF As Double

Dim QX As Double

Dim QXt As Double

Dim QY As Double

Dim QYt As Double

Dim N As Integer

Dim RENTA As Double

Dim PRIMERARENTA As Double

Dim FINFINANCIERO As Date

Dim FINREV1 As Date

Dim FINRENTA As Date

Dim FINSEGUROMUERTE As Date

Dim W As Integer

Dim tipo20

Dim MODIFICARTIPOCOLA

Dim vencimientoinversion As Date

Dim TIPOCOLA As Double

Dim tipoinversion

Dim adapinversion

Dim cambiotablas

Dim horainicio As Date

Dim horafin As Date

Sub FLUJOS_PROBABLES()

Set LIBRODATOS = ActiveWorkbook

HOJADATOS = ActiveSheet.Name

TIPOINFORME = UserFormReservas.ComboBoxTipoInforme.Value

ReDim CODIGOS(250)

LIBRODATOS.Activate


```
NUMREG = Range("A1").End(xlDown).Row - 1
CODIGOS(1) = Range("IS2").Value
cas = 1
For i = 3 To NUMREG + 1
    K = 0
    For casa = 1 To cas
        If Range("IS" & i).Value = CODIGOS(casa) Then
            K = K + 1
        End If
    Next casa
    If K = 0 Then
        CODIGOS(cas + 1) = Range("IS" & i).Value
        cas = cas + 1
    End If
Next i
ReDim Preserve CODIGOS(cas)
NUMCASACIONES = UBound(CODIGOS)
cambiotablas = vbNo
If UserFormReservas.OptionButton1 = False Then
    cambiotablas = MsgBox("¿cambiar las tablas a PER2000?", vbYesNo)
End If
If UserFormReservas.OptionButton3.Value = True Then
```

```
Workbooks("TABLAS.xlsm").Sheets("TABLAS").Range("B647").Value = 0.872

End If

FECHACALCULO = UserFormReservas.TXTFECHARESERVAS1.Value

LIBRODATOS.Activate

NUMREG = Range("A1").End(xlDown).Row - 1

MsgBox "SE VAN A EJECUTAR " & NUMREG & " REGISTROS"

Select Case TIPOINFORME

Case "FLUJOS PROBABLES ACUMULADOS"

ReDim MATRIZRESULTADO(1700)

For i = 2 To NUMREG + 1

CARGAR_VARIABLES

CALCULO_FLUJO

If UserFormReservas.OptionButton1 = True Then

COEF = (Month(FECHACALCULO) + 12 * (Year(FECHACALCULO) - 1999)) / 180

If TABLA1 = "PER2000" Or TABLA1 = "GR95" Or Left(TABLA1, 2) = "GK" Then

cambiotablas = vbNo

Else

For kk = 1 To 1700

FLUJOSPROBABLES1(kk) = FLUJOSPROBABLES(kk)

Next kk

CARGAR_VARIABLES

TABLA1 = "PER2000C"
```

```
TABLA2 = "PER2000C"

CALCULO_FLUJO

For kk = 1 To 1700
    FLUJOSPROBABLES(kk) = _
    FLUJOSPROBABLES1(kk) + (FLUJOSPROBABLES(kk) - FLUJOSPROBABLES1(kk)) *
    COEF
Next kk
End If
End If

For kk = 1 To 1700
    MATRIZRESULTADO(kk) = MATRIZRESULTADO(kk) + FLUJOSPROBABLES(kk)
Next kk
Next i

INFORME1

Case "FLUJOS PROBABLES POR TITULO Y GARANTIA"

Workbooks.Add

Set LIBROINFORME = ActiveWorkbook

Cells(1, 1) = "FECHA"

Cells(2, 1) = FECHACALCULO

For P = 2 To 1699

    Cells(P + 1, 1) = DateSerial(Year(FECHACALCULO), Month(FECHACALCULO) + P,
    1 - 1)
```

Next P

LIBRODATOS.Activate

Sheets(HOJADATOS).Select

For i = 2 To NUMREG + 1

CARGAR_VARIABLES

CALCULO_FLUJO

If UserFormReservas.OptionButton1 = True Then

COEF = (Month(FECHACALCULO) + 12 * (Year(FECHACALCULO) - 1999)) / 180

If TABLA1 = "PER2000" Or TABLA1 = "GR95" Or Left(TABLA1, 2) = "GK" Then

cambiotablas = vbNo

Else

For kk = 1 To 1700

FLUJOSPROBABLES1(kk) = FLUJOSPROBABLES(kk)

Next kk

CARGAR_VARIABLES

TABLA1 = "PER2000C"

TABLA2 = "PER2000C"

CALCULO_FLUJO

For kk = 1 To 1700

FLUJOSPROBABLES(kk) = _

FLUJOSPROBABLES1(kk) + (FLUJOSPROBABLES(kk) - FLUJOSPROBABLES1(kk)) *
COEF

```
Next kk
End If
End If
LIBROINFORME.Activate
Cells(1, i) = TITULO
For kk = 1 To 1700
Cells(kk + 1, i) = FLUJOSPROBABLES(kk)
Next kk
LIBRODATOS.Activate
Sheets(HOJADATOS).Select
Next i
Case "FLUJOS PROBABLES ACUMULADOS POR CODIGO DE CASACION"
ReDim MATRIZRESULTADO(1700, NUMCASACIONES)
For i = 2 To NUMREG + 1
CARGAR_VARIABLES
CALCULO_FLUJO
If UserFormReservas.OptionButton1 = True Then
COEF = (Month(FECHACALCULO) + 12 * (Year(FECHACALCULO) - 1999)) / 180
If TABLA1 = "PER2000" Or TABLA1 = "GR95" Or Left(TABLA1, 2) = "GK" Then
cambiotablas = vbNo
Else
For kk = 1 To 1700
```

FLUJOSPROBABLES1(kk) = FLUJOSPROBABLES(kk)

Next kk

CARGAR_VARIABLES

TABLA1 = "PER2000C"

TABLA2 = "PER2000C"

CALCULO_FLUJO

For kk = 1 To 1700

FLUJOSPROBABLES(kk) = _

FLUJOSPROBABLES1(kk) + (FLUJOSPROBABLES(kk) - FLUJOSPROBABLES1(kk)) *
COEF

Next kk

End If

End If

For kk = 1 To 1700

MATRIZRESULTADO(kk, INDICECASACION) = _

MATRIZRESULTADO(kk, INDICECASACION) + FLUJOSPROBABLES(kk)

Next kk

Next i

INFORME3

Case "FLUJOS PROBABLES ACUMULADOS POR CODIGO DE CASACION Y GRUPO
DE CASACION"

ReDim MATNOCASADAS(1700, NUMCASACIONES)

```
ReDim MATEXTERIORIZADAS(1700, NUMCASACIONES)
ReDim MATSINRESCATE(1700, NUMCASACIONES)
ReDim MATCONRESCATE(1700, NUMCASACIONES)
For i = 2 To NUMREG + 1
    CARGAR_VARIABLES
    CALCULO_FLUJO
    If UserFormReservas.OptionButton1 = True Then
        COEF = (Month(FECHACALCULO) + 12 * (Year(FECHACALCULO) - 1999)) / 180
        If TABLA1 = "PER2000" Or TABLA1 = "GR95" Or Left(TABLA1, 2) = "GK" Then
            cambiotablas = vbNo
        Else
            For kk = 1 To 1700
                FLUJOSPROBABLES1(kk) = FLUJOSPROBABLES(kk)
            Next kk
            CARGAR_VARIABLES
            TABLA1 = "PER2000C"
            TABLA2 = "PER2000C"
            CALCULO_FLUJO
            For kk = 1 To 1700
                FLUJOSPROBABLES(kk) = _
                    FLUJOSPROBABLES1(kk) + (FLUJOSPROBABLES(kk) - FLUJOSPROBABLES1(kk)) *
                    COEF
```

Next kk

End If

End If

Select Case CASADA

Case "NO SE CASA"

For kk = 1 To 1700

MATNOCASADAS(kk, INDICECASACION) = _

MATNOCASADAS(kk, INDICECASACION) + FLUJOSPROBABLES(kk)

Next kk

Case "SE CASA"

If EXTERIORIZADA = "EXTERIORIZADA" Then

For kk = 1 To 1700

MATEXTERIORIZADAS(kk, INDICECASACION) = _

MATEXTERIORIZADAS(kk, INDICECASACION) + FLUJOSPROBABLES(kk)

Next kk

End If

If EXTERIORIZADA = "NO EXTERIORIZADA" Then

If RESCATE = "NO" Then

For kk = 1 To 1700

MATSINRESCATE(kk, INDICECASACION) = _

MATSINRESCATE(kk, INDICECASACION) + FLUJOSPROBABLES(kk)

```
Next kk
End If
If RESCATE = "SI" Then
For kk = 1 To 1700
MATCONRESCATE(kk, INDICECASACION) = _
MATCONRESCATE(kk, INDICECASACION) + FLUJOSPROBABLES(kk)
Next kk
End If

End If
End Select
Next i
Case "FLUJOS PROBABLES ACUMULADOS POR CODIGO DE GARANTIA"
CODIGOSgarantias = Array(Range("W2").Value)
DIMENSION = 1
For I = 2 To NUMREG + 1
For II = 1 To DIMENSION
If CODIGOSgarantias(II) = Range("W" & I).Value Then
Exit For
End If
Next II
If II > DIMENSION Then
```

```
ReDim Preserve CODIGOSgarantias(II)

DIMENSION = UBound(CODIGOSgarantias)

CODIGOSgarantias(II) = Range("W" & I).Value

End If

Next I


NUMgarantias = UBound(CODIGOSgarantias)

ReDim MATRIZRESULTADO(1700, NUMgarantias)

For i = 2 To NUMREG + 1

    CARGAR_VARIABLES

    CALCULO_FLUJO

    If UserFormReservas.OptionButton1 = True Then

        COEF = (Month(FECHACALCULO) + 12 * (Year(FECHACALCULO) - 1999)) / 180

        If TABLA1 = "PER2000" Or TABLA1 = "GR95" Or Left(TABLA1, 2) = "GK" Then

            cambiotablas = vbNo

        Else

            For kk = 1 To 1700

                FLUJOSPROBABLES1(kk) = FLUJOSPROBABLES(kk)

            Next kk

            CARGAR_VARIABLES

            TABLA1 = "PER2000C"

            TABLA2 = "PER2000C"
```

CALCULO_FLUJO

For kk = 1 To 1700

FLUJOSPROBABLES(kk) = _

FLUJOSPROBABLES1(kk) + (FLUJOSPROBABLES(kk) - FLUJOSPROBABLES1(kk)) *
COEF

Next kk

End If

End If

For kk = 1 To 1700

MATRIZRESULTADO(kk, indicegarantia) = _

MATRIZRESULTADO(kk, indicegarantia) + FLUJOSPROBABLES(kk)

Next kk

Next i

End Select

End Sub

Sub CARGAR_VARIABLES()

TIPODIA = "UN DIA CONCRETO"

RENTA = 0

PAGOPROBABLE = 0

TITULO = 0

fpago = 0

```
tipoinversion = 0
FILAPAGO = 1
For kk = 1 To 1700
    FLUJOSPROBABLES(kk) = 0
Next kk
'VARIABLES
TITULO = Range("B" & i).Value
FE = Range("AC" & i).Value
If FE > FECHACALCULO Then
    ESTADOGARANTIA = "no ha entrado en vigor"
End If
FN1 = Range("N" & i).Value
FN2 = Range("R" & i).Value
SEXO1 = Range("O" & i).Value
SEXO2 = Range("S" & i).Value
TIPOINCR = Range("T" & i).Value
INCR = Range("U" & i).Value
If INCR > 0 Then
    TIPORENTA = "CRECIENTE"
Else
    TIPORENTA = "CONSTANTE"
End If
```

MESCRECIMIENTO = Range("V" & i).Value

DIAPAGO = Range("GO" & i).Value

DIAPROB = Range("IL" & i).Value

If DIAPROB < 1 Then

DIAPROB = DIAPAGO

End If

EXTERIORIZADA = Range("J" & i).Value

CASADA = Range("IF" & i).Value

RESCATE = Range("IG" & i).Value

GARANTIA = Range("W" & i).Value

DURACION = Range("X" & i).Value

DIFERIMIENTO = Range("Y" & i).Value

FVITALICIO = Range("Z" & i).Value

IMPORTEVITALICIO = Range("AA" & i).Value

FECHAPRIMERPAGO = Range("AW" & i).Value

PRIMERARENTA = Range("AX" & i).Value

CAPITALFALLECIMIENTO = Range("AV" & i).Value

DURFINANCIERO = Range("AB" & i).Value

GGI = Range("AD" & i).Value

COMISION = Range("AE" & i).Value

If UserFormReservas.OptionButton2 = True Then

GGI = 0

COMISION = 0

End If

TIPO1 = Range("AF" & i).Value

FFINTIPO1 = Range("AG" & i).Value

TIPO2 = Range("AH" & i).Value

FFINTIPO2 = Range("AI" & i).Value

TIPO3 = Range("AJ" & i).Value

FFINTIPO3 = Range("AK" & i).Value

TIPO4 = Range("AL" & i).Value

tipoinversion = Range("IT" & i).Value

vencimiento inversion = Range("IU" & i).Value

'vencimiento inversion = DateSerial(Year(vencimiento inversion),
Month(vencimiento inversion) + 1, 1 - 1)

CASACION = Range("IS" & i).Value

INDICECASACION = 0

For III = 1 To NUMCASACIONES

If CODIGOS(III) = CASACION Then

Exit For

End If

Next III

INDICECASACION = III

If TIPOINFORME = "FLUJOS PROBABLES ACUMULADOS POR CODIGO DE GARANTIA" Then

indicegarantia = 0

For III = 1 To NUMgarantias

If CODIGOSgarantias(III) = GARANTIA Then

Exit For

End If

Next III

indicegarantia = III

End If

TIPOPRIMA = Range("AM" & i).Value

REV1 = Range("AN" & i).Value

DURREV1 = Range("AO" & i).Value

REV2 = Range("AP" & i).Value

TABLA1 = Range("AQ" & i).Value

TABLA2 = Range("AR" & i).Value

If cambiotablas = vbYes Then

'If TABLA1 = "PER2000" Or TABLA1 = "GR95" Or Left(TABLA1, 2) = "GK" Then

If TABLA1 = "PER2000" Or Left(TABLA1, 2) = "GK" Or TABLA1 = "GR95" Then

TABLA1 = TABLA1

Else

TABLA1 = "PER2000C"

End If

If TABLA2 = "PER2000" Or TABLA2 = "GR95" Or Left(TABLA1, 2) = "GK" Then

TABLA2 = TABLA2

Else

TABLA2 = "PER2000C"

End If

End If

FV = Range("AT" & i).Value

CAPITALDIF = Range("AU" & i).Value

CAPITALFALL = Range("AV" & i).Value

NUMPAGAS = Range("IO" & i).Value

FP = Range("GP" & i).Value

TIPOIMPORTES = "IRREGULAR"

If IsDate(FVITALICIO) Then

TIPOIMPORTES = "REGULAR"

fpago = FECHPAG(Year(FVITALICIO), Month(FVITALICIO), DIAPAGO, TIPODIA)

Do While FECHACALCULO >= fpago

fpago = FECHPAG(Year(fpago), Month(fpago) + FP, DIAPAGO, TIPODIA)

Loop

If IsDate(fpago) Then

TIPORENTA = "REGULAR"

Else

TIPORENTA = "IRREGULAR"

End If

End If

If NUMPAGAS = 14 Then

MESPAGA1 = Range("IP" & i).Value

MESPAGA2 = Range("IQ" & i).Value

End If

If NUMPAGAS = 13 Then

MESPAGA1 = Range("IP" & i).Value

End If

Sub CALCULO_FLUJO()

If UserFormReservas.OptionButton3.Value = True Then

TABLA1 = "PER2000AGRAVADA"

TABLA2 = "PER2000AGRAVADA"

End If

If ESTADOGARANTIA = "ALTA" Then

Select Case GARANTIA

Case 1, 37, 65, 56

GARANTIA_1

Case 2, 46

GARANTIA_2

Case 3

GARANTIA_3

Case 4

GARANTIA_4

Case 5, 61

GARANTIA_5

Case 6

GARANTIA_6

Case 7

GARANTIA_7

Case 8

GARANTIA_8

Case 9, 54

GARANTIA_9

Case 10

GARANTIA_10

Case 11

GARANTIA_11

Case 12, 65

GARANTIA_12

End Select

End If

End Sub

Sub GARANTIA_1()

PAGOPROBABLE = 0

EDADINICIAL1 = EDAD(FN1, FECHACALCULO)

W1 = WX(TABLA1, SEXO1)

'*****PERIODO TEMPORAL

Do While FECHPAG(Year(FVITALICIO), Month(FVITALICIO), DIAPAGO, TIPODIA) >
FECHAPAGORENTA And EDAD1 < W1

For N = 49 To 194 Step 2

If Cells(i, N).Value <= FECHAPAGORENTA And Cells(i, N + 2).Value >
FECHAPAGORENTA Then

RENTA = Cells(i, N + 1).Value

End If

Next N

PX = LX(EDAD1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1)) / LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1,
Year(FN1))

PAGOPROBABLE = RENTA * PX

FLUJOSPROBABLES(FILAPAGO) = PAGOPROBABLE * (1 - COMISION) / (1 -
COMISION - GGI)

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHAPAGORENTA),
Month(FECHAPAGORENTA) + 1, DIAPAGO, TIPODIA)

FECHAPROB = FECHPAG(Year(FECHAPROB), Month(FECHAPROB) + 1, DIAPROB,
TIPODIA)

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPROB)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

Loop

FECHAPAGORENTA = fpago

FECHAPROB = FECHPAG(Year(fpago), Month(fpago), DIAPROB, TIPODIA)

If FECHAPROB < FECHACALCULO Then

FECHAPROB = FECHPAG(Year(fpago), Month(fpago), Day(FECHACALCULO),
TIPODIA)

End If

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPROB)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

If INCR > 0 Then

RENTA = RENTAMES(IMPORTEVITALICIO, INCR, MESCRECIMIENTO, TIPOINCR,
FVITALICIO, FECHAPAGORENTA)

Else

RENTA = IMPORTEVITALICIO

End If

If NUMPAGAS = 14 Then

If Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA1 Or Month(FECHAPAGORENTA) =
MESPAGA2 Then

RENTA = RENTA * 2

End If

End If

If Numpagas = 13 Then

If Month(Fechapagorenta) = Mespaga1 Then

RENTA = RENTA * 2

End If

End If

Do While EDAD1 < W1

PX = LX(EDAD1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1)) / LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1))

PAGOPROBABLE = RENTA * PX

FLUJOSPROBABLES(FILAPAGO) = PAGOPROBABLE * (1 - COMISION) / (1 - COMISION - GGI)

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHAPAGORENTA), Month(FECHAPAGORENTA) + FP, DIAPAGO, TIPODIA)

FECHAPROB = FECHPAG(Year(FECHAPROB), Month(FECHAPROB) + FP, DIAPROB, TIPODIA)

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPROB)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 + Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

If INCR > 0 Then

RENTA = RENTAMES(IMPORTEVITALICIO, INCR, MESCRESIMIENTO, TIPOINCR, FVITALICIO, FECHAPAGORENTA)

Else

RENTA = IMPORTEVITALICIO

End If

If NUMPAGAS = 14 Then

If Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA1 Or Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA2 Then

RENTA = RENTA * 2

End If

End If

If NUMPAGAS = 13 Then

If Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA1 Then

RENTA = RENTA * 2

End If

End If

Loop

End Sub

Sub GARANTIA_2()

PAGOPROBABLE = 0

EDADINICIAL1 = EDAD(FN1, FECHACALCULO)

W1 = WX(TABLA1, SEXO1)

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPROB)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

If INCR > 0 Then

RENTA = RENTAMES(IMPORTEVITALICIO, INCR, MESCRECIMIENTO, TIPOINCR,
FVITALICIO, FECHAPAGORENTA)

Else

RENTA = IMPORTEVITALICIO

End If

If NUMPAGAS = 14 Then

If Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA1 Or Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA2 Then

RENTA = RENTA * 2

End If

End If

Do While EDAD1 < W1

PX = LX(EDAD1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1)) / LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1))

PAGOPROBABLE = RENTA * PX

FLUJOSPROBABLES(FILAPAGO) = PAGOPROBABLE * (1 - COMISION) / (1 - COMISION - GGI)

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHAPAGORENTA), Month(FECHAPAGORENTA) + FP, DIAPAGO, TIPODIA)

FECHAPROB = FECHPAG(Year(FECHAPROB), Month(FECHAPROB) + FP, DIAPROB, TIPODIA)

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPROB)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 + Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

If INCR > 0 Then

RENTA = RENTAMES(IMPORTEVITALICIO, INCR, MESCRECIMIENTO, TIPOINCR, FVITALICIO, FECHAPAGORENTA)

Else

RENTA = IMPORTEVITALICIO

End If

If NUMPAGAS = 14 Then

If Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA1 Or Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA2 Then

RENTA = RENTA * 2

End If

End If

Loop

End Sub

Sub GARANTIA_3()

PAGOPROBABLE = 0

EDADINICIAL1 = EDAD(FN1, FECHACALCULO)

W1 = WX(TABLA1, SEXO1)

PAGOPROBABLE = RENTA * PX

FLUJOSPROBABLES(FILAPAGO) = PAGOPROBABLE * (1 - COMISION) / (1 - COMISION - GGI)

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHAPAGORENTA),
Month(FECHAPAGORENTA) + 1, DIAPAGO, TIPODIA)

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPAGORENTA)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

If INCR > 0 Then

RENTA = RENTAMES(IMPORTEVITALICIO, INCR, MESCRECIMIENTO, TIPOINCR,
FVITALICIO, FECHAPAGORENTA)

Else

RENTA = IMPORTEVITALICIO

End If

If NUMPAGAS = 14 Then

If Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA1 Or Month(FECHAPAGORENTA) =
MESPAGA2 Then

RENTA = RENTA * 2

End If

End If

Loop

End Sub

Sub GARANTIA_4()

EDADINICIAL1 = EDAD(FN1, FECHACALCULO)

W1 = WX(TABLA1, SEXO1)

PAGOPROBABLE = RENTA * PX

FLUJOSPROBABLES(FILAPAGO) = PAGOPROBABLE * (1 - COMISION) / (1 - COMISION - GGI)

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHAPAGORENTA),
Month(FECHAPAGORENTA) + FP, DIAPAGO, TIPODIA)

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPAGORENTA)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

If INCR > 0 Then

RENTA = RENTAMES(IMPORTEVITALICIO, INCR, MESCRECIMIENTO, TIPOINCR,
FVITALICIO, FECHAPAGORENTA)

Else

RENTA = IMPORTEVITALICIO

End If

If NUMPAGAS = 14 Then

If Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA1 Or Month(FECHAPAGORENTA) =
MESPAGA2 Then

RENTA = RENTA * 2

End If

End If

Loop

End Sub

PX = LX(EDAD1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1)) / LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1,
Year(FN1))

PAGOPROBABLE = RENTA * PX

FLUJOSPROBABLES(FILAPAGO) = PAGOPROBABLE * (1 - COMISION) / (1 - COMISION - GGI)

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHAPAGORENTA),
Month(FECHAPAGORENTA) + FP, DIAPAGO, TIPODIA)

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPAGORENTA)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

If INCR > 0 Then

RENTA = RENTAMES(IMPORTEVITALICIO, INCR, MESCRECIMIENTO, TIPOINCR,
FVITALICIO, FECHAPAGORENTA)

Else

RENTA = IMPORTEVITALICIO

End If

If NUMPAGAS = 14 Then

If Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA1 Or Month(FECHAPAGORENTA) =
MESPAGA2 Then

RENTA = RENTA * 2

End If

End If

If NUMPAGAS = 13 Then

If Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA1 Then

RENTA = RENTA * 2

End If

End If

Loop

End Select

End Sub

Sub GARANTIA_50()

RENTA = 0

PAGOPROBABLE = 0

EDADINICIAL1 = EDAD(FN1, FECHACALCULO)

W1 = WX(TABLA1, SEXO1)

EDADINICIAL2 = EDAD(FN2, FECHACALCULO)

W2 = WX(TABLA2, SEXO2)

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHACALCULO), Month(FECHACALCULO),
DIAPAGO, TIPODIA)

If FECHAPAGORENTA <= FECHACALCULO Then

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHACALCULO), Month(FECHACALCULO)
+ 1, DIAPAGO, TIPODIA)

End If

FECHAPROB = FECHPAG(Year(FECHAPAGORENTA), Month(FECHAPAGORENTA),
DIAPROB, TIPODIA)

If FECHAPROB < FECHACALCULO Then

FECHAPROB = FECHPAG(Year(FECHAPAGORENTA), Month(FECHAPAGORENTA),
Day(FECHACALCULO), TIPODIA)

End If

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPROB)

EDAD2 = EDAD(FN2, FECHAPROB)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

'*****PERIODO TEMPORAL

Do While FECHPAG(Year(FVITALICIO), Month(FVITALICIO), DIAPAGO, TIPODIA) >
FECHAPAGORENTA And EDAD1 < W1

For N = 49 To 194 Step 2

If Cells(i, N).Value <= FECHAPAGORENTA And Cells(i, N + 2).Value >
FECHAPAGORENTA Then

RENTA = Cells(i, N + 1).Value

End If

Next N

If EDAD1 < W1 Then

PX = LX(EDAD1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1)) / LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1,
Year(FN1))

Else

PX = 0

End If

If EDAD2 < W2 Then

PY = LX(EDAD2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2)) / LX(EDADINICIAL2, TABLA2, SEXO2,
Year(FN2))

Else

PY = 0

End If

PAGOPROBABLE = RENTA * (PX + PY - PX * PY)

FLUJOSPROBABLES(FILAPAGO) = PAGOPROBABLE * (1 - COMISION) / (1 - COMISION - GGI)

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHAPAGORENTA),
Month(FECHAPAGORENTA) + 1, DIAPAGO, TIPODIA)

FECHAPROB = FECHPAG(Year(FECHAPROB), Month(FECHAPROB) + 1, DIAPROB,
TIPODIA)

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPROB)

EDAD2 = EDAD(FN2, FECHAPROB)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

Loop

FECHAPAGORENTA = fpago

FECHAPROB = FECHPAG(Year(fpago), Month(fpago), DIAPROB, TIPODIA)

If FECHAPROB < FECHACALCULO Then

FECHAPROB = FECHPAG(Year(fpago), Month(fpago), Day(FECHACALCULO),
TIPODIA)

End If

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPROB)

EDAD2 = EDAD(FN2, FECHAPROB)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

If INCR > 0 Then

RENTA = RENTAMES(IMPORTEVITALICIO, INCR, MESCRECIMIENTO, TIPOINCR, FVITALICIO, FECHAPAGORENTA)

Else

RENTA = IMPORTEVITALICIO

End If

If NUMPAGAS = 14 Then

If Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA1 Or Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA2 Then

RENTA = RENTA * 2

End If

End If

Do While EDAD1 < W1 Or EDAD2 < W2

If EDAD1 < W1 Then

PX = LX(EDAD1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1)) / LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1))

Else

PX = 0

End If

If EDAD2 < W2 Then

PY = LX(EDAD2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2)) / LX(EDADINICIAL2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2))

Else

PY = 0

End If

PAGOPROBABLE = RENTA * (PX + PY - PX * PY)

FLUJOSPROBABLES(FILAPAGO) = PAGOPROBABLE * (1 - COMISION) / (1 - COMISION - GGI)

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHAPAGORENTA),
Month(FECHAPAGORENTA) + FP, DIAPAGO, TIPODIA)

FECHAPROB = FECHPAG(Year(FECHAPROB), Month(FECHAPROB) + FP,
DIAPROB, TIPODIA)

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPROB)

EDAD2 = EDAD(FN2, FECHAPROB)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

If INCR > 0 Then

RENTA = RENTAMES(IMPORTEVITALICIO, INCR, MESCRESIMIENTO, TIPOINCR,
FVITALICIO, FECHAPAGORENTA)

Else

RENTA = IMPORTEVITALICIO

End If

If NUMPAGAS = 14 Then

If Month(FECHAPAGORENTA) = MESPAGA1 Or Month(FECHAPAGORENTA) =
MESPAGA2 Then

RENTA = RENTA * 2

End If

End If

Loop

End Sub

Sub GARANTIA_60()

RENTA = 0

PAGOPROBABLE = 0

EDADINICIAL1 = EDAD(FN1, FECHACALCULO)

EDAD1 = EDADINICIAL1

W1 = WX(TABLA1, SEXO1)

EDADINICIAL2 = EDAD(FN2, FECHACALCULO)

EDAD2 = EDADINICIAL2

W2 = WX(TABLA2, SEXO2)

FECHAPAGORENTA1 = FECHACALCULO

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHACALCULO), Month(FECHACALCULO),
DIAPAGO, TIPODIA)

If FECHAPAGORENTA <= FECHACALCULO Then

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHACALCULO), Month(FECHACALCULO)
+ 1, DIAPAGO, TIPODIA)

End If

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

EDAD12 = EDAD(FN1, FECHAPAGORENTA)

EDAD22 = EDAD(FN2, FECHAPAGORENTA)

FINSEGUROMUERTE = FECHPAG(Year(FE), Month(FE) + DURACION - 1, DIAPAGO, TIPODIA)

Do While FINSEGUROMUERTE >= FECHAPAGORENTA And EDAD1 < W1

DIFFECHAS = Round((FECHAPAGORENTA - FECHAPAGORENTA1) / 2, 0)

FECHADESCUENTO = DateAdd("d", -DIFFECHAS, FECHAPAGORENTA)

DESCUENTO = VALORACTUAL(FECHACALCULO, TIPO1, FFINTIPO1, TIPO4, FECHADESCUENTO, TIPO2, FFINTIPO2, TIPO3, FFINTIPO3)

If EDAD1 < W1 Then

QX = (LX(EDAD1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1)) - LX(EDAD12, TABLA1, SEXO1, Year(FN1))) / LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1))

QXt = (LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1)) - LX(EDAD1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1))) / LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1))

Else

QX = 0

QXt = 1

End If

If EDAD2 < W2 Then

QY = (LX(EDAD2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2)) - LX(EDAD22, TABLA2, SEXO2, Year(FN2))) / LX(EDADINICIAL2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2))

QYt = (LX(EDADINICIAL2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2)) - LX(EDAD2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2))) / LX(EDADINICIAL2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2))

Else

QY = 0

QYt = 1

End If

PAGOPROBABLE = CAPITALFALLECIMIENTO * (QXt * QY + QYt * QX + QX * QY)

FLUJOSPROBABLES(FILAPAGO) = PAGOPROBABLE * (1 - COMISION) / (1 - COMISION - GGI)

FECHAPAGORENTA1 = FECHAPAGORENTA

EDAD1 = EDAD12

EDAD2 = EDAD22

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHAPAGORENTA),
Month(FECHAPAGORENTA) + 1, DIAPAGO, TIPODIA)

EDAD12 = EDAD(FN1, FECHAPAGORENTA)

EDAD22 = EDAD(FN2, FECHAPAGORENTA)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

Loop

End Sub

Sub GARANTIA_61()

PAGOPROBABLE = 0

EDADINICIAL1 = EDAD(FN1, FECHACALCULO)

W1 = WX(TABLA1, SEXO1)

EDADINICIAL2 = EDAD(FN2, FECHACALCULO)

W2 = WX(TABLA2, SEXO2)

FECHAPAGORENTA = FV

EDAD1 = EDAD(FN1, FECHAPAGORENTA)

EDAD2 = EDAD(FN2, FECHAPAGORENTA)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

If EDAD1 < W1 Or EDAD2 < W2 Then

If EDAD1 < W1 Then

PX = LX(EDAD1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1)) / LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1,
Year(FN1))

Else

PX = 0

End If

If EDAD2 < W2 Then

PY = LX(EDAD2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2)) / LX(EDADINICIAL2, TABLA2, SEXO2,
Year(FN2))

Else

PY = 0

End If

PAGOPROBABLE = CAPITALDIF * (PX + PY - PX * PY)

FLUJOSPROBABLES(FILAPAGO) = PAGOPROBABLE * (1 - COMISION) / (1 -
COMISION - GGI)

Else

PAGOPROBABLE = 0

End If

End Sub

Sub GARANTIA_62()

RENTA = 0

PAGOPROBABLE = 0

EDADINICIAL1 = EDAD(FN1, FECHACALCULO)

EDAD1 = EDADINICIAL1

W1 = WX(TABLA1, SEXO1)

EDADINICIAL2 = EDAD(FN2, FECHACALCULO)

EDAD2 = EDADINICIAL2

W2 = WX(TABLA2, SEXO2)

FECHAPAGORENTA1 = FECHACALCULO

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHACALCULO), Month(FECHACALCULO),
DIAPAGO, TIPODIA)

If FECHAPAGORENTA <= FECHACALCULO Then

FECHAPAGORENTA = FECHPAG(Year(FECHACALCULO), Month(FECHACALCULO)
+ 1, DIAPAGO, TIPODIA)

End If

EDAD12 = EDAD(FN1, FECHAPAGORENTA)

EDAD22 = EDAD(FN2, FECHAPAGORENTA)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

FINSEGUROMUERTE = FECHPAG(Year(FE), Month(FE) + DURACION - 1,
DIAPAGO, TIPODIA)

Do While FINSEGUROMUERTE >= FECHAPAGORENTA And EDAD1 < W1

DIFFECHAS = Application.WorksheetFunction.Round((FECHAPAGORENTA - FECHAPAGORENTA1) / 2, 0)

FECHADESCUENTO = DateAdd("d", -DIFFECHAS, FECHAPAGORENTA)

DESCUENTO = VALORACTUAL(FE, TIPO1, FFINTIPO1, TIPO4, FECHADESCUENTO, TIPO2, FFINTIPO2, TIPO3, FFINTIPO3)

If EDAD1 < W1 Then

QX = (LX(EDAD1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1)) - LX(EDAD12, TABLA1, SEXO1, Year(FN1))) / LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1))

QXt = (LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1)) - LX(EDAD1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1))) / LX(EDADINICIAL1, TABLA1, SEXO1, Year(FN1))

Else

QX = 0

QXt = 1

End If

If EDAD2 < W2 Then

QY = (LX(EDAD2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2)) - LX(EDAD22, TABLA2, SEXO2, Year(FN2))) / LX(EDADINICIAL2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2))

QYt = (LX(EDADINICIAL2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2)) - LX(EDAD2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2))) / LX(EDADINICIAL2, TABLA2, SEXO2, Year(FN2))

Else

QY = 0

QYt = 1

End If

```

PAGOPROBABLE = CAPITALFALLECIMIENTO * (QXt * QY + QYt * QX + QX * QY)

FLUJOSPROBABLES(FILAPAGO) = PAGOPROBABLE * (1 - COMISION) / (1 -
COMISION - GGI)

FECHAPAGORENTA1 = FECHAPAGORENTA

EDAD1 = EDAD12

EDAD2 = EDAD22

FECHAPAGORENTA      =      FECHPAG(Year(FECHAPAGORENTA),
Month(FECHAPAGORENTA) + 1, DIAPAGO, TIPODIA)

EDAD12 = EDAD(FN1, FECHAPAGORENTA)

EDAD22 = EDAD(FN2, FECHAPAGORENTA)

FILAPAGO = (Year(FECHAPAGORENTA) - Year(FECHACALCULO)) * 12 +
Month(FECHAPAGORENTA) - Month(FECHACALCULO) + 1

Loop

End Sub

Sub INFORME1()

Workbooks.Add

Set LIBROINFORME = ActiveWorkbook

Cells(1, 1) = "FECHA"

Cells(1, 2) = "FLUJOS PROBABLES A FECHA " & FECHACALCULO

Cells(2, 1) = FECHACALCULO

For P = 2 To 1699

Cells(P + 1, 1) = FECHPAG(Year(FECHACALCULO), Month(FECHACALCULO) + P -
1, DIAPAGO, TIPODIA)

```

Next P

For i = 1 To 1700

Cells(i + 1, 2) = MATRIZRESULTADO(i)

Next i

End Sub

Sub INFORME2()

Workbooks.Add

Set LIBROINFORME = ActiveWorkbook

Cells(1, 1) = "FECHA"

Cells(1, 2) = "FLUJOS PROBABLES A FECHA " & FECHACALCULO

Cells(2, 1) = FECHACALCULO

For P = 2 To 1699

Cells(P + 1, 1) = FECHPAG(Year(FECHACALCULO), Month(FECHACALCULO) + P - 1, DIAPAGO, TIPODIA)

Next P

For i = 1 To NUMREG

Cells(1, i + 1) = matriztitulos(i)

For II = 1 To 1700

Cells(II + 1, i + 1) = MATRIZRESULTADO(II, i)

Next II

Next i

End Sub


```

Sub INFORME3()
Workbooks.Add
Set LIBROINFORME = ActiveWorkbook
Cells(1, 1) = "FECHA"
Cells(1, 2) = "FLUJOS PROBABLES A FECHA " & FECHACALCULO
Cells(2, 1) = FECHACALCULO
For P = 2 To 1699
Cells(P + 1, 1) = FECHPAG(Year(FECHACALCULO), Month(FECHACALCULO) + P -
1, DIAPAGO, TIPODIA)
Next P
For i = 1 To NUMCASACIONES
Cells(1, i + 1) = CODIGOS(i)
For II = 1 To 1700
Cells(II + 1, i + 1) = MATRIZRESULTADO(II, i)
Next II
Next i
ChDir "C:\\"
ActiveWorkbook.SaveAs Filename:="C:\FLUJOS.xlsm", FileFormat:=xlNormal,
–
Password:="", WriteResPassword:="", ReadOnlyRecommended:=False, _
CreateBackup:=False
End Sub

```

```
Sub INFORME4()  
Workbooks.Add  
Set LIBROINFORME = ActiveWorkbook  
Cells(1, 1) = "FECHA"  
Cells(1, 2) = "FLUJOS PROBABLES A FECHA " & FECHACALCULO  
Cells(2, 1) = FECHACALCULO  
For P = 2 To 1699  
Cells(P + 1, 1) = FECHPAG(Year(FECHACALCULO), Month(FECHACALCULO) + P -  
1, DIAPAGO, TIPODIA)  
Next P  
For i = 1 To NUMgarantias  
Cells(1, i + 1) = CODIGOSgarantias(i)  
Cells(1, i + NUMgarantias + 3) = CODIGOSgarantias(i)  
For II = 1 To 1700  
Cells(II + 1, i + 1) = MATRIZRESULTADO(II, i)  
Next II  
Next i  
Range(Cells(1, NUMgarantias + 2), Cells(1, NUMgarantias + 2)).FormulaR1C1  
= "Total garantías"  
Range(Cells(2, NUMgarantias + 2), Cells(1700, NUMgarantias +  
2)).FormulaR1C1 = _  
"=SUM(RC2:RC[-1])"
```

```
Range(Cells(2, NUMgarantias + 4), Cells(1700, 2 * NUMgarantias + 3)).FormulaR1C1 = "=RC[" & -NUMgarantias - 2 & "]/RC" & NUMgarantias + 2
```

```
Range(Cells(2, NUMgarantias + 4), Cells(1700, 2 * NUMgarantias + 3)).NumberFormat = "0.00%"
```

```
ChDir "C:\"
```

```
ActiveWorkbook.SaveAs Filename:="C:\FLUJOS.xlsm", FileFormat:=xlNormal,
```

```
–
```

```
Password:="", WriteResPassword:="", ReadOnlyRecommended:=False, _
```

```
CreateBackup:=False
```

```
End Sub
```

```
Sub INFORME8()
```

```
Workbooks.Add
```

```
Set LIBROINFORME = ActiveWorkbook
```

```
Sheets("Hoja1").Select
```

```
Sheets("Hoja1").Name = "NO CASADAS"
```

```
Cells(1, 1) = "FECHA"
```

```
Cells(1, 2) = "FLUJOS PROBABLES A FECHA " & FECHACALCULO
```

```
Cells(2, 1) = FECHACALCULO
```

```
For P = 2 To 1699
```

```
Cells(P + 1, 1) = FECHPAG(Year(FECHACALCULO), Month(FECHACALCULO) + P - 1, DIAPAGO, TIPODIA)
```

```
Next P
```

```
ChDir "C:\"
```

```
ActiveWorkbook.SaveAs Filename:="C:\FLUJOS.xlsm", FileFormat:=xlNormal,  
—  
Password:="", WriteResPassword:="", ReadOnlyRecommended:=False, _  
CreateBackup:=False  
End Sub
```

ANEXO II: PROGRAMA ELABORADO PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE SPREAD

A continuación se detalla la programación que hemos desarrollado para los cálculos correspondientes al Subriesgo de Spread:

Dim FwdValor As Variant

Dim Firm_Value As Variant

Dim Correlacion_Matriz As Variant

Dim Correlacion_Matriz_Cholesky As Variant

Dim Cholesky_Matriz As Variant

Dim MatrizTransiccion As String

Dim EscenarioMC As Variant

Dim EscenarioCorr As Variant

Dim FwdCurva As String

Dim AssetReturn As String

Dim MonteCarlo As String

Dim FirmValue As String

Dim Fwd_Curva As Variant

Dim Transicion_Matriz As Variant

Dim Portfolio As Variant

Dim Transpose_Matriz As Variant

Dim CholeskyFila As Long

Dim CholeskyColumna As Long

Dim FirmValueFila As Long

Dim FirmValueColumna As Long

Dim Threshold As String

Dim Contador As Long

Dim i As Long

Dim j As Long

Dim k As Long

Dim EscenarioFila As Long

Dim EscenarioColumna As Long

Dim MCFila As Long

Dim MCColumna As Long

Dim TransposicionFila As Long

Dim TransposicionColumna As Long

Dim CreditMetrics As String

Dim Return_Media As Variant

Dim Return_Sigma As Variant

Dim Thresholds As Variant

Dim FRRow As Long

Dim FRCol As Long

Dim Escenario_Portfolio As Variant

Dim TasaRecuperacion As Variant

Dim NumeroSimulaciones As Long

'-----

CreditMetrics = "CreditMetrics"

MatrizTransiccion = "MatrizTransiccion"

FwdCurve = "FwdCurve"

AssetReturn = "AssetReturn"

MonteCarlo = "MonteCarlo"

FirmValue = "FirmValue"

Threshold = "Threshold"

numbCounter = 1

Fwd_Curve = Sheets(FwdCurve).Range("FwdCurve").Value

Trans_Mat = Sheets(MatrizTransiccion).Range("TransMatrix").Value

Portfolio = Sheets(CreditMetrics).Range("CmPortfolio").Value

Cor_Matrix = Sheets(AssetReturn).Range("GrossMatrix").Value

Return_Mean = Sheets(AssetReturn).Range("ReturnMean").Value

Return_Sigma = Sheets(AssetReturn).Range("ReturnSigma").Value

CholeskyRow = Sheets(MonteCarlo).Range("CholeskyDec").Row

CholeskyCol = Sheets(MonteCarlo).Range("CholeskyDec").Column

FirmValueRow = Sheets(FirmValue).Range("FirmValue").Row

FirmValueCol = Sheets(FirmValue).Range("FirmValue").Column

EscenarioRow = Sheets(MonteCarlo).Range("Escenario").Row

EscenarioCol = Sheets(MonteCarlo).Range("Escenario").Column

MCRow = Sheets(MonteCarlo).Range("MC").Row

```

MCCol = Sheets(MonteCarlo).Range("MC").Column
TransposeRow = Sheets(MonteCarlo).Range("Transpose").Row
TransposeCol = Sheets(MonteCarlo).Range("Transpose").Column
Thresholds = Sheets(Threshold).Range("TH").Value
FRRow = Sheets(FirmValue).Range("FR").Row
FRCol = Sheets(FirmValue).Range("FR").Column
RecoveryRate = Sheets(FwdCurve).Range("RR").Value
NumbSimulation = Sheets(CreditMetrics).Range("NbMC").Value
'-----

While Sheets(CreditMetrics).Cells(7 + numbCounter, 1).Value <> ""
    numbCounter = numbCounter + 1
Wend
'-----

ReDim FwdValue(1 To numbCounter - 1, 1 To 8)
ReDim Firm_Value(1 To numbCounter - 1, 1 To 8)
ReDim Cor_Matrix_Chol(1 To numbCounter - 1, 1 To numbCounter - 1)
ReDim Chol_Matrix(1 To numbCounter - 1, 1 To numbCounter - 1)
ReDim Transpose_Matrix(1 To numbCounter - 1, 1 To numbCounter - 1)
ReDim EscenarioMC(1 To 1, 1 To numbCounter - 1)
ReDim Sce_Portfolio(1 To NumbSimulation, 1 To 1)
'-----

For i = 1 To numbCounter - 1

```



```

For j = 1 To 7
    FwdValue(i, j) = Portfolio(i, 6)
    For k = 1 To Portfolio(i, 7)
        FwdValue(i, j) = Portfolio(i, 6) * Portfolio(i, 8) / (1 + Fwd_Curve(j, k)) ^ k
    + FwdValue(i, j)
    Next k
Next j
For k = 1 To 5
    If (Portfolio(i, 2) = RecoveryRate(k, 1)) Then FwdValue(i, 8) = Portfolio(i, 6)
* RecoveryRate(k, 2)
Next k
If (Portfolio(i, 4) = "AAA") Then
    Portfolio(i, 9) = FwdValue(i, 1)
    For j = 1 To 8
        Firm_Value(i, j) = Trans_Mat(1, j) * FwdValue(i, j)
    Next j
End If
If (Portfolio(i, 4) = "AA") Then
    Portfolio(i, 9) = FwdValue(i, 2)
    For j = 1 To 8
        Firm_Value(i, j) = Trans_Mat(2, j) * FwdValue(i, j)
    Next j

```

End If

If (Portfolio(i, 4) = "A") Then

Portfolio(i, 9) = FwdValue(i, 3)

For j = 1 To 8

Firm_Value(i, j) = Trans_Mat(3, j) * FwdValue(i, j)

Next j

End If

If (Portfolio(i, 4) = "BBB") Then

Portfolio(i, 9) = FwdValue(i, 4)

For j = 1 To 8

Firm_Value(i, j) = Trans_Mat(4, j) * FwdValue(i, j)

Next j

End If

If (Portfolio(i, 4) = "BB") Then

Portfolio(i, 9) = FwdValue(i, 5)

For j = 1 To 8

Firm_Value(i, j) = Trans_Mat(5, j) * FwdValue(i, j)

Next j

End If

If (Portfolio(i, 4) = "B") Then

Portfolio(i, 9) = FwdValue(i, 6)

For j = 1 To 8

```

        Firm_Value(i, j) = Trans_Mat(6, j) * FwdValue(i, j)
    Next j
End If
If (Portfolio(i, 4) = "CCC/C") Then
    Portfolio(i, 9) = FwdValue(i, 7)
    For j = 1 To 8
        Firm_Value(i, j) = Trans_Mat(6, j) * FwdValue(i, j)
    Next j
End If
Next i
'-----
Sheets(CreditMetrics).Range("CmPortfolio") = Portfolio
'-----
For i = 1 To numbCounter - 1
    For j = i To numbCounter - 1
        Cor_Matrix_Chol(i, j) = Cor_Matrix(j, i)
        Cor_Matrix_Chol(j, i) = Cor_Matrix(j, i)
    Next j
Next i
'-----
Sheets(AssetReturn).Range("GrossbisMatrix").Value = Cor_Matrix_Chol
'-----

```

```
k = 0
For i = 1 To numbCounter - 1
    For j = i + 1 To numbCounter - 1
        If (Cor_Matrix_Chol(i, j) = 1 And k < 1) Then
            MsgBox "The Correlation Matrix is not Positive Definite"
            MsgBox "Use the in-house R algorithm to transform the actual CM into
the nearest positive definite CM"
            k = k + 1
        End If
    Next j
Next i

'-----
Cor_Matrix_Chol = Sheets(AssetReturn).Range("CorMatrix").Value
'-----

Chol_Matrix = Cholesky(Cor_Matrix_Chol, numbCounter - 1)
For i = 1 To numbCounter - 1
    For j = 1 To numbCounter - 1
        If (Chol_Matrix(i, j) = "") Then Chol_Matrix(i, j) = 0
        Sheets(MonteCarlo).Cells(CholeskyRow + i, CholeskyCol + j) = Chol_Matrix(i,
j)
    Next j
Next i
```

```

'-----

For i = 1 To 8
    For j = 1 To numbCounter - 1
        Sheets(FirmValue).Cells(FirmValueRow + i, FirmValueCol + j) = FwdValue(j,
i)
    Next j
Next i
'-----

Transpose_Matrix = Application.Transpose(Chol_Matrix)

For i = 1 To numbCounter - 1
    For j = 1 To numbCounter - 1
        Sheets(MonteCarlo).Cells(TransposeRow + i, TransposeCol + j) =
Transpose_Matrix(i, j)
    Next j
Next i
'-----

For i = 1 To numbCounter - 1
    For j = 1 To NumbSimulation
        Sheets(MonteCarlo).Cells(MCRow + j, MCCol + i) =
Application.WorksheetFunction.NormInv(Rnd(), 0, 1) * Return_Sigma(i, 1) +
Return_Mean(i, 1)
    Next j
Next i

```

'-----

For i = 1 To NumbSimulation

For j = 1 To numbCounter - 1

EscenarioMC(1, j) = Sheets(MonteCarlo).Cells(MCRow + i, MCCol + j)

Next j

EscenarioCorr = MMYMULTIPLY(EscenarioMC, Transpose_Matrix)

Sheets(MonteCarlo).Range(Sheets(MonteCarlo).Cells(EscenarioRow + i, EscenarioCol + 1), Sheets(MonteCarlo).Cells(EscenarioRow + i, EscenarioCol + numbCounter - 1)) = EscenarioCorr

Next i

'-----

For i = 1 To NumbSimulation

For j = 1 To numbCounter - 1

If (Sheets(MonteCarlo).Cells(EscenarioRow + i, EscenarioCol + j) < Thresholds(j, 7)) Then Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "Default"

If (Sheets(MonteCarlo).Cells(EscenarioRow + i, EscenarioCol + j) > Thresholds(j, 7)) Then Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "CCC/C"

If (Sheets(MonteCarlo).Cells(EscenarioRow + i, EscenarioCol + j) > Thresholds(j, 6)) Then Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "B"

If (Sheets(MonteCarlo).Cells(EscenarioRow + i, EscenarioCol + j) > Thresholds(j, 5)) Then Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "BB"

If (Sheets(MonteCarlo).Cells(EscenarioRow + i, EscenarioCol + j) > Thresholds(j, 4)) Then Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "BBB"

If (Sheets(MonteCarlo).Cells(EscenarioRow + i, EscenarioCol + j) > Thresholds(j, 3)) Then Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "A"

```

    If (Sheets(MonteCarlo).Cells(EscenarioRow + i, EscenarioCol + j) >
Thresholds(j, 2)) Then Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "AA"

```

```

    If (Sheets(MonteCarlo).Cells(EscenarioRow + i, EscenarioCol + j) >
Thresholds(j, 1)) Then Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "AAA"

```

```

Next j

```

```

Next i

```

```

'-----

```

```

For i = 1 To NumbSimulation

```

```

    For j = 1 To numbCounter - 1

```

```

        If (Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "Default") Then
Sce_Portfolio(i, 1) = FwdValue(j, 8) + Sce_Portfolio(i, 1)

```

```

        If (Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "CCC/C") Then
Sce_Portfolio(i, 1) = FwdValue(j, 7) + Sce_Portfolio(i, 1)

```

```

        If (Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "B") Then Sce_Portfolio(i,
1) = FwdValue(j, 6) + Sce_Portfolio(i, 1)

```

```

        If (Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "BB") Then
Sce_Portfolio(i, 1) = FwdValue(j, 5) + Sce_Portfolio(i, 1)

```

```

        If (Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "BBB") Then
Sce_Portfolio(i, 1) = FwdValue(j, 4) + Sce_Portfolio(i, 1)

```

```

        If (Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "A") Then Sce_Portfolio(i,
1) = FwdValue(j, 3) + Sce_Portfolio(i, 1)

```

```

        If (Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "AA") Then
Sce_Portfolio(i, 1) = FwdValue(j, 2) + Sce_Portfolio(i, 1)

```

```

        If (Sheets(FirmValue).Cells(FRRow + i, FRCol + j) = "AAA") Then
Sce_Portfolio(i, 1) = FwdValue(j, 1) + Sce_Portfolio(i, 1)

```

```
Next j
Next i
Sheets(FirmValue).Range("ScePortfolio") = Sce_Portfolio
'-----
End Sub
```

```
Function Cholesky(Mat As Variant, n As Variant)
```

```
Dim A, l() As Variant, s As Variant
```

```
For i = j + 1 To n
```

```
    s = 0
```

```
    For k = 1 To j - 1
```

```
        s = s + l(i, k) * l(j, k)
```

```
    Next k
```

```
    l(i, j) = (A(i, j) - s) / l(j, j)
```

```
Next i
```

```
Next j
```

```
Cholesky = l
```

```
End Function
```


ANEXO III: PROGRAMA ELABORADO PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RENTA VARIABLE – ACCIONES

Sub VaR()

' VaR Macro RV

'Macro recorded 10/01/2009 by Aitor Barañano

Dim i As Integer, RetA As Double, RetB As Double, VA As Double, VB As Double,
Port As Double

Dim PctA As Double, PctB As Double, Corr As Double, MeanRet As Double, SD
As Double

Dim Mths As Integer, Iter As Integer, e1 As Double, e2 As Double, Gain As
Double, cumG As Double

Dim P As Double, cum_Gain As Double, avg_Gain As Double, avg_Cum As
Double, avg_SD As Double

Dim OpenForms

'ReDim Breaks(20) As Double

'ReDim Freq(20) As Double

ReDim Breaks(Range("contador1")) As Double

ReDim Freq(Range("contador1")) As Double

For i = 1 To Range("contador1") ' inicio cogiendo el valor de la cartera en
cada uno de los meses

Freq(i) = 0

Breaks(i) = Cells(i + 1, 14)

Breaks(i) = Cells(i + 1, 12)

Next i

RetA = Range("B2")

RetB = Range("C2")

VA = Range("B3")

VB = Range("C3")

PctA = Range("B4")

PctB = Range("C4")

Corr = Range("B5")

Port = Range("B6")

Mths = Range("B7")

Iter = Range("B8")

MeanRet = PctA * RetA + PctB * RetB

SD = PctA ^ 2 * VA ^ 2 + PctB ^ 2 * VB ^ 2 + 2 * PctA * PctB * Corr * VA * VB

SD = Sqr(SD)

MeanRet = (1 + MeanRet) ^ (1 / 12) - 1 ' Rentabilidad mensual equivalente
(tengo en cuenta la ponderación de la cartera)

SD = SD / Sqr(12) ' Volatilidad mensual

avg_Gain = 0

avg_Cum = 0

avg_SD = 0

For i = 1 To Iter

```

Range("C8") = i
Randomize
P = Port          ' Valor Inicial del portfolio
cum_Gain = 1      ' acumulo Ganancias
cum_SD = 0        ' acumulo SD (desviación estándar)
cumG = 0
For j = 1 To Mths

    'e1 = 1 + 399 * Rnd          ' recojo la ganancia "random"
    e1 = 1 + Range("contador2") * Rnd
    e1 = Cells(e1, 16)
    Gain = MeanRet + e1 * SD
    P = P * (1 + Gain)          ' Añado la ganancia del mes al Portfolio
    cum_Gain = cum_Gain * (1 + Gain) ' Actualizo la ganancia acumulada
    cumG = cumG + Gain          ' actualizo el promedio de ganancia mensual
    avg_Gain = avg_Gain + Gain  ' actualizo el promedio de ganancia de las
iteraciones
    cum_SD = cum_SD + Gain ^ 2  ' actualizo la desviación estándar
acumulada
Next j
' cuento nº veces final portfolio & ganancia acumulada es menor que breaks()
For j = 1 To Range("contador1")

```

```

        If cum_Gain < 1 + Breaks(j) Then Freq(j) = Freq(j) + 1
    Next j

    cumG = cumG / Mths ' ganancia promedio sobre meses
    cum_SD = cum_SD / Mths ' ganancia promedio al cuadrado sobre meses
    cum_Gain = cum_Gain - 1
    avg_Cum = avg_Cum + cum_Gain

    avg_SD = avg_SD + cum_SD - (cumG) ^ 2 ' ganancia promedio^2 - (ganancia
    promedio)^2
Next i

avg_Gain = avg_Gain / Iter
avg_SD = Sqr(avg_SD / Iter) * Sqr(Mths)
Range("l10") = avg_Gain
Range("l11") = avg_SD

For j = 1 To Range("contador1")
    Cells(j + 1, 17) = Freq(j) / Iter
Next j

End Sub

```

ANEXO IV: PROGRAMA ELABORADO PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RENTA VARIABLE - INDEXADO

Sub VaR()

' VaR Macro

'Macro recorded 11/01/2015 by Aitor Barañano

Dim i As Integer, RetA As Double, RetB As Double, VA As Double, VB As Double, Port As Double

Dim Mths As Integer, Iter As Integer, e1 As Double, Gain As Double, cumG As Double

Dim P As Double, cum_Gain As Double, avg_Gain As Double, avg_Cum As Double, avg_SD As Double

Dim x As Double, y As Double, z As Double, w As Double, Num As Integer, Rebal As Integer

Dim P1 As Double, P2 As Double, P3 As Double, P4 As Double

Dim OpenForms

ReDim Breaks(20) As Double

ReDim Freq(20) As Double

For i = 1 To 20

Freq(i) = 0

Breaks(i) = Cells(i + 1, 14)

Breaks(i) = Cells(i + 1, 12)

Next i

x = Range("B4")

```
y = Range("C4")
z = Range("D4")
w = Range("E4")
Port = Range("B6")
Mths = Range("B7")
Iter = Range("B8")
Rebal = Range("B46")

avg_Gain = 0
avg_Cum = 0
avg_SD = 0
Num = Range("AC2") - 1
Range("C8") = "counting ..."
```

```
For i = 1 To Iter
    Range("D8") = i
    Randomize
    P = Port
    P1 = x * P
    P2 = y * P
    P3 = z * P
    P4 = w * P
    cum_Gain = 1
```

```

cum_SD = 0
cumG = 0
For j = 1 To Mths
    e1 = 2 + Num * Rnd
    e2 = Cells(e1, 25)
    P1 = P1 * (1 + e2)
    e2 = Cells(e1, 26)
    P2 = P2 * (1 + e2)
    e2 = Cells(e1, 27)
    P3 = P3 * (1 + e2)
    e2 = Cells(e1, 28)
    P4 = P4 * (1 + e2)
    Gain = (P1 + P2 + P3 + P4) / P - 1
    P = P1 + P2 + P3 + P4
    If Int(j / Rebal) = j / Rebal Then
        P1 = x * P
        P2 = y * P
        P3 = z * P
        P4 = w * P
    End If
    cum_Gain = cum_Gain * (1 + Gain)
    cumG = cumG + Gain

```

```
    avg_Gain = avg_Gain + Gain
    cum_SD = cum_SD + Gain ^ 2
Next j

For j = 1 To 20
    If cum_Gain < 1 + Breaks(j) Then Freq(j) = Freq(j) + 1
Next j

cumG = cumG / Mths
cum_SD = cum_SD / Mths
cum_Gain = cum_Gain - 1
avg_Cum = avg_Cum + cum_Gain
avg_SD = avg_SD + cum_SD - (cumG) ^ 2
Next i

avg_Gain = avg_Gain / Iter
avg_SD = Sqr(avg_SD / Iter) * Sqr(Mths)
Range("I10") = avg_Gain
Range("I11") = avg_SD

For j = 1 To 20
    Cells(j + 1, 17) = Freq(j) / Iter
Next j

Range("C8") = ""
```



```
Range("D8") = ""
```

```
End Sub
```

```
Public Sub getData()
```

```
    Dim symRange As Range, dateRange As Range
```

```
    Set symRange = ActiveSheet.Range("Simbolo")
```

```
    Set dateRange = ActiveSheet.Range("Fecha")
```

```
    'clear old data
```

```
    Dim firstCell As Range, lastCell As Range
```

```
    Set firstCell = dateRange.Offset(1, 0)
```

```
    Set lastCell = firstCell.SpecialCells(xlCellTypeLastCell)
```

```
    If firstCell.Row < lastCell.Row Then Range(firstCell, lastCell).Clear
```

```
    While symRange.Text <> ""
```

```
        'get data from yahoo
```

```
        Dim qt As QueryTable
```

```
        Set qt = getQuery(getUrl(symRange.Text))
```

```
        Application.StatusBar = "Requesting " & Left(qt.Connection, 100) &  
        "..."
```

```
        symRange.ClearComments
```

```
        Err.Clear
```

```
    On Error Resume Next
```

```
qt.Refresh

If Err.Number <> 0 Then
    symRange.AddComment Err.Description
    GoTo WhileSymRange
End If

On Error GoTo 0

If qt.ResultRange.Count <= 2 Then
    symRange.AddComment qt.ResultRange(1, 1).Text
    GoTo WhileSymRange
End If

'save data

Application.StatusBar = "Saving data for " & Left(symRange.Text,
100) & "..."

Application.ScreenUpdating = False

Dim monthlyData As Boolean

monthlyData =
ActiveSheet.Shapes("obMonthly").ControlFormat.Value = 1

Call saveData(dateRange, symRange, qt.ResultRange, monthlyData)

Application.ScreenUpdating = True

'move to the next symRange

WhileSymRange:
    Set symRange = symRange.Offset(0, 1)
```

Wend

Application.StatusBar = False

End Sub

Private Function getUrl(symbol As String) As String

'url =

"URL;http://chart.yahoo.com/table.csv?s=IBM&a=01&b=01&c=98&d=01
&e=01&f=99&g=m&q=q&y=0"

'url =

"URL;http://chart.yahoo.com/table.csv?s=IBM&a=01&b=01&c=98&d=01
&e=01&f=99&g=m&q=q"

'getUrl =

"URL;http://chart.yahoo.com/table.csv?s=IBM&a=01&b=01&c=98&d=01
&e=01&f=99&g=m&q=q"

Dim startDate As Date, endDate As Date

startDate = ActiveSheet.Range("StartDate")

endDate = ActiveSheet.Range("EndDate")

Dim intervalCode As String * 1

If ActiveSheet.Shapes("obDaily").ControlFormat.Value = 1 Then
intervalCode = "d"

If ActiveSheet.Shapes("obWeekly").ControlFormat.Value = 1 Then
intervalCode = "w"

If ActiveSheet.Shapes("obMonthly").ControlFormat.Value = 1 Then
intervalCode = "m"

getUrl = "URL;http://chart.yahoo.com/table.csv?s=" & symbol _

& "&a=" & Month(startDate) - 1 _

```
& "&b=" & Day(startDate) _  
& "&c=" & Year(startDate) _  
& "&d=" & Month(endDate) - 1 _  
& "&e=" & Day(endDate) _  
& "&f=" & Year(endDate) _  
& "&g=" & intervalCode _  
& "&q=q"
```

End Function

Private Function getQuery(urlString As String)

```
Dim wa As Worksheet  
Set wa = Worksheets("WorkArea")  
wa.Cells.Clear  
Dim qt As QueryTable  
If wa.QueryTables.Count = 0 Then  
    Set qt = wa.QueryTables.Add("URL;", wa.Range("A1"))  
End If  
Set qt = wa.QueryTables(1)  
qt.BackgroundQuery = False  
qt.Connection = urlString  
qt.Destination = wa.Range("A1")  
qt.EnableEditing = False
```

```
qt.EnableRefresh = True  
qt.RefreshOnFileOpen = False  
qt.RefreshStyle = xlOverwriteCells  
qt.RowNumbers = False  
qt.saveData = False  
qt.TablesOnlyFromHTML = False  
Set getQuery = qt
```

End Function

```
Private Sub saveData(dateRange As Range, symRange As Range, qr As  
Range, monthlyData As Boolean)
```

```
    'extract dates and close prices  
    Application.DisplayAlerts = False  
    Dim fi As Variant  
    fi = fieldInfo(qr(1, 1))  
    'remove "Date,Open,High,Low,Close,Volume"  
    Set qr = Range(qr(2, 1), qr.End(xlDown))  
    'convert to columns  
    qr.TextToColumns _  
        Destination:=qr.Offset(0, 1), _  
        DataType:=xlDelimited, _  
        Comma:=True, _  
        fieldInfo:=fi
```

```
Application.DisplayAlerts = True

Dim srcDateRange As Range, dstDateRange As Range

Set srcDateRange = qr.Worksheet.Cells(qr.Rows.Count + 1, qr.Column + 1)

Set dstDateRange = dateRange.Offset(1, 0)

Dim srcValRange As Range, dstValRange As Range

Set srcValRange = srcDateRange.Offset(0, 1)

Set dstValRange = symRange.Offset(1, 0)

'go through all the received data

Dim srcInc As Integer

While srcDateRange.Row > 1

    'defaults

    srcInc = -1

    'destination range may be empty: fill it in

    If dstDateRange.Text = "" Then

        'copy date and value

        srcDateRange.Copy Destination:=dstDateRange

        If monthlyData Then dstDateRange.NumberFormat = "mmm-yy"

        srcValRange.Copy Destination:=dstValRange

    End If

    ElseIf dstDateRange.Value = srcDateRange.Value Then
```

```
'copy value
srcValRange.Copy Destination:=dstValRange
Elseif dstDateRange.Value > srcDateRange.Value Then
'insert new row, insert data
dstDateRange.EntireRow.Insert
Set dstDateRange = dstDateRange.Offset(-1, 0)
Set dstValRange = dstValRange.Offset(-1, 0)
srcDateRange.Copy Destination:=dstDateRange
If monthlyData Then dstDateRange.NumberFormat = "mmm-yy"
srcValRange.Copy Destination:=dstValRange
Else 'dstDateRange.Value < srcDateRange.Value Then
'go to the next dst with the same src
srcInc = 0
End If

'move to the next data point
Set srcDateRange = srcDateRange.Offset(srcInc, 0)
Set srcValRange = srcValRange.Offset(srcInc, 0)
Set dstDateRange = dstDateRange.Offset(1, 0)
Set dstValRange = dstValRange.Offset(1, 0)

Wend
End Sub
```

```
Private Function fieldInfo(s As String) As Variant

    Dim closePos As Integer, closeIndex As Integer

    closePos = InStr(1, s, "Close")

    closeIndex = 0

    Dim commaPositions As Variant, commaCount As Integer

    commaCount = 0

    Dim nextCommaPos As Integer, lastCommaPos As Integer

    lastCommaPos = 0

    Do

        nextCommaPos = InStr(lastCommaPos + 1, s, ",")

        If nextCommaPos <> 0 Then

            commaCount = commaCount + 1

            If nextCommaPos = (closePos - 1) Then closeIndex = commaCount

            lastCommaPos = nextCommaPos

        Else

            Exit Do

        End If

    Loop

    If closeIndex = 0 Then

        MsgBox "Columna no encontrada"

        Exit Function

    End If
```



```
Dim fi As Variant
ReDim fi(0 To commaCount, 0 To 1) As Variant
Dim i As Integer
For i = 0 To commaCount
    fi(i, 0) = i + 1
    fi(i, 1) = 9 'xlSkipColumn in XL2K
Next i
fi(0, 1) = 6 'xlMYDFormat in XL2K
fi(closeIndex, 1) = 1 'xlGeneralFormat in XL2K
fieldInfo = fi
End Function
```


ANEXO V: PROGRAMA ELABORADO PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE PRIMA – SEGUROS GENERALES (NO VIDA)

Sub Perdida()

Dim i, j As Integer

Dim coste_siniestro, coste_trimestral, coste_parcial As Double

Dim k, n, siniestros As Long

n = InputBox("INDIQUE NÚMERO DE ESCENARIOS - PROYECCIONES AITOR BARAÑANO")

'LIMPIA COLUMNA

Columns("Q:Q").Select

Selection.ClearContents

'GENERA CASOS

For i = 1 To n

Application.Calculation = xlCalculationManual

'CALCULO por TRIMESTRES

Range("D114:G115").Select

Selection.ClearContents

For j = 1 To 4

siniestros = Round(Application.WorksheetFunction.NormInv(Rnd, _

Worksheets("Estadísticos Frecuencia").Cells(2, 5).Value, _

```

Worksheets("Estadísticos Frecuencia").Cells(2, 7).Value), 0)

If j = 1 Then
    Range("D14").Value = siniestros
Elseif j = 2 Then
    Range("E14").Value = siniestros
Elseif j = 3 Then
    Range("F14").Value = siniestros
Else
    Range("G14").Value = siniestros
End If

coste_trimestre = 0
coste_parcial = 0
For k = 1 To siniestros
    coste_siniestro = Application.WorksheetFunction.NormInv(Rnd, _
        Worksheets("Estadísticos Coste").Cells(2, 5).Value, _
        Worksheets("Estadísticos Coste").Cells(2, 6).Value)
    coste_trimestre = coste_trimestre + coste_siniestro
    If k < 26 Then
        coste_parcial = coste_parcial + coste_siniestro
        Worksheets("Convolución y Montecarlo").Cells(k + 14, j + 3).Value =
coste_siniestro
    End If

```

```
Next k
If j = 1 Then
    Range("D40").Value = coste_trimestral - coste_parcial
    Range("D41").Value = coste_trimestral
Elseif j = 2 Then
    Range("E40").Value = coste_trimestral - coste_parcial
    Range("E41").Value = coste_trimestral
Elseif j = 3 Then
    Range("F40").Value = coste_trimestral - coste_parcial
    Range("F41").Value = coste_trimestral
Else
    Range("G40").Value = coste_trimestral - coste_parcial
    Range("G41").Value = coste_trimestral
End If
Next j

Application.Calculation = xlCalculationAutomatic

Range("M12").Select
Selection.Copy
Range("Q" & i).Select
```

```
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,  
SkipBlanks _  
:=False, Transpose:=False  
Next i  
  
'Ordena T_VaR  
Columns("Q:Q").Select  
Selection.Sort Key1:=Range("Q1"), Order1:=xlDescending, Header:=xlGuess, _  
OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _  
DataOption1:=xlSortNormal  
  
End Sub
```

ANEXO VI: PROGRAMA ELABORADO PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE RESERVA – SEGUROS GENERALES (NO VIDA)

Option Explicit

Function PoissonRandomNumber(Mean As Double) As Long

Dim k As Long

Dim p As Double

k = 0

p = 1

Do While p >= Exp(-Mean)

k = k + 1

p = p * Rnd

Loop

PoissonRandomNumber = k - 1

End Function

Sub Bootstrap(simulations As Long)

Application.Calculation = xlCalculationManual

Dim i, j As Long

Dim suma, suma_parcial As Double

i = 0

suma = 0

Worksheets("grafico").Activate

```
Range("B6").Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Selection.ClearContents
With Worksheets("grafico").Range("B6")
    Do While i < simulations
        Calculate
        .Offset(i, 0).Value = Range("reserva")
        suma = suma + Range("reserva")
        i = i + 1
        Application.StatusBar = "Simulacion " & i
    Loop
    .Select
    Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
    Selection.Sort Key1:=Range("B6"), Order1:=xlAscending, Header:=xlGuess, _
        OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
        DataOption1:=xlSortTextAsNumbers
End With
i = 0
Range("A6").Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Selection.ClearContents
With Worksheets("grafico").Range("A6")
```



```
Do While i < simulations
```

```
    j = 0
```

```
    suma_parcial = 0
```

```
    Do While j < i + 1
```

```
        suma_parcial = suma_parcial + Worksheets("grafico").Cells(j + 6, 2).Value
```

```
        j = j + 1
```

```
    Loop
```

```
    .Offset(i, 0).Value = suma_parcial / suma
```

```
    i = i + 1
```

```
    Application.StatusBar = "Probabilidad " & i
```

```
Loop
```

```
End With
```

```
Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
```

```
Worksheets("Entrada").Activate
```

```
End Sub
```

```
Sub Evaluation()
```

```
    ' tolerancia de error
```

```
    Dim tol As Double
```

```
    tol = 10 ^ -12
```

```
    Dim r As Range, startzelle As Range
```

```
    Dim sparte As Integer
```

```
    Set r = Range("D1")
```

```
sparte = r.Value
Call clearOut
If Not checkParameter Then
    Exit Sub
End If
Call AverageCLF
' periodos originales en la pestaña de datos acumulados
Application.Worksheets("datos acumulados").Activate
Set r = Range("B2:B31")
Set startzelle = Range("B31")
'check input in start cell B31
If startzelle.Value = "" Or Not (IsNumeric(startzelle.Value)) Then
    MsgBox ("La celda no contiene valor de entrada.")
    Exit Sub
End If
Dim l As Integer
l = 0
Dim Anfalljahr As Range
For Each StroAnual In r
    If StroAnual.Value <> "" Then
        l = l + 1
    Else
```

If I > 1 Then

MsgBox ("incompleto run-off ")

Exit Sub

End If

End If

Next

MsgBox (I & " años totales")

If I = 1 Then

Exit Sub

End If