

## Solvencia II, IFRS 17 y Stress Testing

### Material:

Presentaciones PDF,  
Ejercicios: Python, R, SAS  
Excel y JupyterLab

**Duración Curso S II:** 40 horas

**Duración C. Propedéutico:** 20 horas

**Precio Curso SII:** 7.000 EUR

**Precio Curso Propedeutico:** 2.000 EUR

## OBJETIVO DEL CURSO SOLVENCIA y DIRECTIVO

El objetivo del curso es mostrar al participante los requerimientos de la Directiva de Solvencia II, la reciente normativa IFRS 17: contratos de seguro, así como las metodologías de risk appetite y Stress testing en las compañías de seguros.

Se explica como medir los riesgos de mercado, operacional, de suscripción del seguro de vida y no vida, catástrofes, crédito y liquidez a los que están expuestas las compañías de seguros. Se expone los requerimientos de la autoevaluación de riesgos conocido como ORSA ("Own Risk and Solvency Assessment").

El contenido del curso hace especial énfasis en los módulos de riesgo de suscripción del seguro de vida y no vida, valoración de provisiones de seguros de vida y no vida, modelización avanzada de la siniestralidad y riesgo biométrico.

Se revisan las directivas de las fórmulas estándar y de los modelos internos, y se comparan, para conocer las ventajas e inconvenientes de cada uno.

Se explica brevemente la IFRS 4 y ampliamente la reciente, normativa internacional de información financiera, IFRS 17. Sobre esta ultima, se muestra el impacto que tendrá en las compañías de seguros, costes y beneficios, así como las principales metodologías para valorar los contratos de seguros. También se explica la relación de la IFRS 17 y Solvencia II. Y las diferencias entre la IFRS 4 y la IFRS 17.

Se entregan herramientas de modelos internos de riesgo de mercado y crédito así como ejercicios de avanzados de gestión de activos y pasivos, entre otras técnicas: inmunización, estructura temporal de tipo de interés, cash flow matching y optimización estocástica de activos y pasivos.

Se explican modelos de forma de reducida, estructurales y de enfoque portfolio para medir el riesgo de crédito para compañías de seguro.

Para la mitigación del riesgo, se explican los Insurance-Linked Securities, entre otros, longevity bonds, swaps, derivados de clima, etc.

Este curso intensivo, además, de proporcionar al participante conocimientos, de gestión de riesgos, lo hace con metodologías para crear escenarios, medir el apetito y tolerancia al riesgo y desarrollar pruebas de estrés.

Para asegurarnos, del aprendizaje del participante, complementamos la teoría con ejercicios prácticos y data real, en Excel con VBA, y macros tanto en R como en SAS.

Se analizan, estados financieros reales, para medir el impacto de los escenarios y pruebas de estrés, así como las sensibilidades requeridas del IFRS.

## **OBJETIVO DEL CURSO PROPEDÉUTICO**

El objetivo del curso propedéutico es ofrecer a los participantes, antes de entrar al curso de Solvencia II, IFRS 17 y Stress Testing, conocimientos previos que maximicen la calidad de la enseñanza y homogeneicen el nivel de los participantes. Hay un total de ocho módulos de diversas disciplinas, a saber, programación en R y Python, estadística, probabilidad, finanzas, machine learning, introducción a los riesgos financieros y ciencias actuariales para no actuarios. Los módulos del propedéutico mejoraran el entendimiento del curso de Solvencia II,

Durante el curso propedéutico, semanalmente, se requerirá a los participantes una actividad extra-clase para mejorar el aprendizaje.

## **¿QUIÉNES DEBEN ASISTIR?**

Este programa está dirigido a profesionistas de riesgos, actuarios, responsables, analistas y consultores del sector asegurador. Para la mejor comprensión de los temas es recomendable que el participante tenga conocimientos de estadística y matemáticas. El participante conocerá no solo la teoría sino ejercicios prácticos en SAS, R y Excel. No es necesario dominar un lenguaje de programación pero sí es aconsejable conocer Excel Avanzado.

## Módulo 1: Probabilidad

Objetivo: Explicar algunos conceptos elementales de la teoría matemática de la probabilidad. Se expone cuales son las distribuciones de probabilidad usadas en los riesgos financieros y de seguro y como estimar parámetros. Se explica la importancia de la probabilidad en Solvencia II.

- Introducción a la probabilidad
- Análisis combinatorio
- Probabilidad condicional e independencia
- Variables aleatorias
- Funciones de densidad y de distribución
- Esperanza, varianza, momentos
- Distribuciones de probabilidad
- Distribuciones de frecuencia, Poisson, Binomial, Binomial Negativa
- Distribuciones de pérdidas, lognormal, EVT, gyl, beta, gamma, weibull, etc.
- Vectores Aleatorios
- Ajuste de distribuciones y estimación de parámetros
- Uso de distribuciones de probabilidad en Solvencia II
- [Ejercicio 1: Ajustes de distribuciones de probabilidad en R](#)

## Módulo 2: Estadística

Objetivo: La estadística es la ciencia que se encarga de recolectar, organizar, resumir y analizar datos para después obtener conclusiones a partir de ellos. De manera general, la estadística puede ser dividida en dos grandes áreas: estadística inferencial y estadística descriptiva. La estadística descriptiva es una colección de métodos para la organización, resumen y presentación de datos. La estadística inferencial consiste en un conjunto de técnicas para obtener, con determinado grado de confianza, información de una población con base en la información de una muestra. La estadística es imprescindible para la construcción de modelos y validación de los mismos.

- Introducción
- Variables y tipos de datos
- Estadística descriptiva
- Estadística inferencial
- Muestras aleatorias y estadísticas
- Estimación puntual
- Estimación por intervalos
- Pruebas de hipótesis
- Importancia de la estadística en Solvencia II
- [Ejercicio 2: Estadística descriptiva en Python de datos de una compañía de seguros](#)
- [Ejercicio 3: Pruebas de hipótesis en R](#)

## Módulo 3: Finanzas

Objetivo: Revisar los conceptos del valor del dinero en el tiempo, matemáticas financieras, valoración de las annuities, bonos, y modelos de valoración Capital Asset Pricing Model y Arbitrage pricing theory. Los modelos son fundamentales para la valoración de activos y pasivos de una compañía de seguros.

- Valor del dinero en el tiempo
- Matemáticas financieras y annuities
- Valoración de bonos
- Duración y convexidad
- Modelo CAPM y APT
- Procesos estocásticos
- Simulación de Monte Carlo

- **Ejercicio 4:** Valoración bonos en Excel
- **Ejercicio 5:** Estimación de la duración y convexidad en Excel
- **Ejercicio 6:** Estimación del CAPM y APT en Excel
- **Ejercicio 7:** Simulación de Monte Carlo y Procesos Estocásticos en R

#### **Módulo 4: Programación en Python**

Objetivo: Explicar que es el lenguaje de programación Python y funcionalidades. Se explica que es Jupyter y como instalarlo. Exponer nociones básicas de programación y las librerías que serán usadas desarrollar modelos de Solvencia II.

- Introducción a Python
- Entorno e instalación de librerías
- Jupyter
- Importación y exportación de datos
- Programación básica
- Herramientas de estadística
- Librerías de regresión
- Librerías de finanzas
- Librerías de Machine Learning
- **Ejercicio 8:** programación en Python

#### **Módulo 5: Programación en R**

Objetivo: Explicar que es R y Rstudio y como instalarlo. Explicar nociones básicas de programación de R y las librerías usadas para desarrollar modelos de Solvencia II.

- Introducción a R
- Entorno e instalación de librerías
- R Studio
- Importación y exportación de datos
- Programación básica
- Herramientas de estadística
- Librerías de regresión
- Librerías de finanzas
- Librerías de ciencias actuariales
- **Ejercicio 9:** programación en R

#### **Módulo 6: Machine Learning**

Objetivo: El aprendizaje automático de maquinas, en ingles machine learning, indispensable para que los sistemas sean inteligentes, permite desarrollar predicciones basadas en datos y mejora las proyecciones de los modelos tradicionales. Se introduce el uso de los algoritmos de machine learning y Deep learning. Se explican los beneficios del machine learning en la gestión de riesgos de las compañías de seguros.

- Introducción Machine Learning
- Diferencias con la estadística
- Modelos supervisados y no supervisados
- Introducción a los Árboles de decisión
- Introducción al Support Vector Machine
- Introducción al K-means
- Introducción al Random Forest
- Introducción a las redes neuronales
- Introducción a los modelos de conjunto
- Introducción al Deep learning
- **Ejercicio 10:** Estimación del Support Vector Machine y Random Forest
- **Ejercicio 11:** Creación de algoritmo de Deep learning

## Módulo 7: Introducción Riesgos Financieros

Objetivo: Sentar las bases teóricas sobre los riesgos financieros que impactan a las compañías de seguros, explicar la tipología de riesgos y las fuentes de tales riesgos. Entender la probabilidad e impacto de los eventos que detonan el riesgo financiero en las compañías de seguro.

- ¿Qué es el riesgo?
- Riesgos financieros en las compañías de seguros
- Probabilidad e Impacto
- Fuentes de riesgos financieros
- Diferencias entre Riesgos financieros y no financieros
- Riesgo de Mercado
- Riesgo de tipo de interés
- Riesgo de liquidez
- Riesgo de Crédito
- Riesgo operacional

## Módulo 8: Ciencias Actuariales para no Actuarios

Objetivo: Introducción de las ciencias actuariales para participantes sin formación actuarial. Se expone una breve introducción del seguro de vida y no vida, así como de matemáticas actuariales.

- ¿Qué hacen los actuarios?
- Introducción al seguro de Vida
- Introducción al seguro de No Vida
- Tipología de contratos
- Introducción a las Reservas de seguro de vida
- Introducción a las Reservas del seguro de no vida
- Margin Based Pricing
- Introducción a las matemáticas actuariales
- Introducción al Seguro de Vida
- Introducción al Seguro de No Vida
- **Ejercicio 12:** Modelización de distribución de la severidad y frecuencia de siniestros en Excel y R
- **Ejercicio 14:** Simulación de los valores actuales de una Annuity de una renta vitalicia.

# CURSO SOLVENCIA II, IFRS 17 y STRESS TESTING

## Módulo 1: Solvencia II

Objetivo: Explicar como Solvencia II refleja las nuevas prácticas de gestión de riesgos para definir el capital necesario y gestionar riesgos financieros y de seguro. Se explica pormenorizadamente el Solvency Capital Requirement SCR, Minimum Capital Requirement MCR y los tres pilares de Solvencia II.

- La Directiva de Solvencia II y EIOPA
- Estructura general
- Experiencia Basilea II y III
- Calendario de Implementación
- Valuación de Activos
- Provisiones Técnicas
  - Segmentación
  - Productos
- Análisis de Pasivo: Best Estimate y Margin Risk
- Recursos Propios: Tier 1, Tier 2 y Tier 3
- MCR-Estimación y cálculo
- SCR-Fórmula Estándar

- Directivas de modelos internos
- **Pilar 1: Recursos propios para solvencia**
  - Solvency Capital Requirement (SCR)
  - Enfoque Estándar
  - Modelo Interno
  - Aspectos tecnológicos e implementación
  - Minimum Capital Requirement (MCR)
- **Pilar 2 Proceso de Supervision y Own Risk and Solvency Assessment (ORSA)**
  - Definición y alcance ORSA
  - El rol ORSA
- **Pilar 3 Requerimientos de Transparencia**
  - Financial Condition Report
  - Directiva Solvencia II
- **IFRS**
  - Margen Residual
  - Margen de Riesgo
  - Best Estimate

## Módulo 2: Metodología de Fórmula Estándar

Objetivo: Explicar las fórmulas del enfoque estándar para la estimación del SCR y MCR. Comprender los riesgos de las compañías de seguros. Explicar detalladamente las fórmulas matemáticas y los posibles valores esperados.

- Especificaciones técnicas para la fase preparatoria parte 1
- Estructura de Dependencia
- Técnicas de mitigación de riesgo
- Riesgo de Mercado
  - Riesgo de tipo de interés
  - Riesgo de renta variable
  - Riesgo Inmobiliario
  - Riesgo de Spread
  - Riesgo de Concentración
  - Riesgo de iliquidez
- Riesgo de Crédito
  - Riesgo de contraparte
  - Cálculo LGD y PD
- Riesgo Operacional
  - Fórmula Estándar
- Riesgo de suscripción: No vida
  - Riesgo de Reserva
  - Riesgo de Prima
  - Riesgo catastrófico
- Riesgo de suscripción: Vida
  - Riesgo de Mortalidad
  - Riesgo de Longevidad
  - Riesgo de Morbilidad
  - Riesgo de Discapacidad
  - Riesgo de Caída de Cartera
  - Riesgo de Gastos
  - Riesgo de revisión
- Riesgo Técnico de Salud
- Especificaciones técnicas para la fase preparatoria parte 2
- Determinación del tipo de interés libre de riesgo
- **Ejercicio 1: Estimación de SCR Mkt de tipo de interés y Mkt Spread en un portfolio de bonos y SCR Mkt de Renta variable en un portfolio de acciones.**

## Módulo 3: Aprobación de Modelos Internos

Objetivo: Definir que son los modelos internos y explicar las directrices sobre el uso de modelos internos que deben tener en cuenta las compañías de seguros para que las autoridades de supervisión aprueben y continúen permitiendo el uso de modelos internos para el cálculo del capital de solvencia.

- Pre-aplicación
- Aplicación
- Valoración y derecho a retirar la aplicación
- Decisión sobre la aplicación: Términos y condiciones
- Monitorización

## Módulo 4: Test de Uso

Objetivo: Explicar el desafío que representa la integración de los modelos en los procesos de decisión y las directivas del test de uso.

- Comparativa test de uso Basilea 3 vs Solvencia 2
- Requerimientos de Solvencia
- Dificultad que los modelos sean parte del proceso de decisión
- Como pueden los modelos añadir valor a la compañía de seguros
- Aspectos de Gobernanza

## Módulo 5: Estándares en la calidad estadística

Objetivo: Explicar los estándares de la calidad estadística en los modelos internos y estándar. El impacto de la deficiencia de datos en los riesgos financieros y técnicos y el nuevo riesgo de modelo.

- Métodos y asunciones
- Replica de Portfolios
- Consistencia, cobertura, resolución y congruencia
- Calidad de la data
- Criterio experto
- Riesgo mercado
- Riesgo de suscripción de no vida
- Riesgo operacional
- Gobernanza
- Comunicación en la compañía de seguros
- Cobertura de riesgos materiales
- Efecto de diversificación
- Técnicas de mitigación
- Modelización de acciones futuras
- Opciones y garantías financieras

## Módulo 6: Own Risk and Solvency Assessment (ORSA)

Objetivo: ORSA es el acrónimo de Own Risk and Solvency Assessment y se explica el conjunto de procesos empleados para evaluar los riesgos conforme a las necesidades de capital. Se explica pormenorizadamente el marco de gestión, el proceso ORSA y los informes ORSA.

- Alcance de ORSA
- Contexto normativo:
- Marco de gestión
- Proceso ORSA
- Informe ORSA

- Sistema de gobierno
- Riesgo de la entidad
- Prueba de estrés y análisis de escenarios
- Requerimientos de capital y evaluación de la solvencia
- Plan de negocio y planificación de capital

## Estructura Temporal de los Tipos de Interés

### Módulo 7: Modelización de estructura temporal de tipo de interés (ETTI)

Objetivo: La relevancia de modelizar adecuadamente la estructura temporal de tipo de interés o yield curve es crucial para la adecuada valoración de los pasivos de la compañía de seguros. Se explica como construir la curva, el rol de los modelos estocásticos y metodologías de extrapolación entre muchos otros temas.

- Concepto Yield Curve
- Nelson Siegel
- Yield curve smoothing y modelos de estructura temporal
- Métodos de interpolación: Cubic Splines
- Métodos de Extrapolación: Wilson-Smith
- Modelización estocástica
  - Modelo Cox-Ingersoll-Ross
  - Modelo Heath-Jarrow-Morton
- Seleccionando variables objetivos
- Análisis de Componentes Principales
- Selección de escenarios
- Modelo de Vasicek
- Modelo Vasicek de tipo de interés
- Modelo Libor Market Model
- Curva de tipo de interés en EIOPA
  - Curva básica
  - Last Liquid point
  - Ajuste de volatilidad
  - Ajuste por casamiento de flujos
  - Implementación de la extrapolación
- **Ejercicio 2:** Ejercicio de Componentes Principales en SAS
- **Ejercicio 3:** Estimación parámetros Nelson Siegel en SAS y Excel
- **Ejercicio 4:** Interpolación en Excel
- **Ejercicio 5:** Calculadora de simulación CIR y Vasicek en Excel y VBA
- **Ejercicio 6:** Caplet y Swaption usando Libor Market Model en Excel y VBA
- **Ejercicio 7:** Método de extrapolación de Wilson-Smith en Excel y R

### Módulo 8: Medición del riesgo de tipo de interés

Objetivo: Se mide el riesgo de tipo de interés con herramientas clásicas como duración y convexidad y se explica la inmunización, técnica, para mitigar el riesgo de tipo de interés.

- Duración Macaulay en bonos
- Duración Modificada
- Convexidad
- Duración y Duración Modificada
- Duración y convexidad de cartera
- Duración de Recursos Propios
- Inmunización de carteras
- Convexidad Negativa
- **Ejercicio 8:** Estimación de duración y efecto de convexidad en Excel



- **Ejercicio 9:** Inmunización en cartera de bonos Excel

## IFRS 17

### Módulo 9: Normativa Internacional de información financiera IFRS 17 e IFRS 4

Objetivo: El estándar IFRS 17 cambia profundamente el enfoque de contabilización de los seguros, pasando de un esquema tradicional, basado en valores históricos, a un enfoque más cercano al "valor económico" de los contratos. Se explican las metodologías y mediciones del contrato del seguro.

- **IFRS 4 valoración del pasivo por contrato de seguro**
  - Objetivo y Alcance
  - Current exit value
  - Proyección de flujos futuros estimados
  - Tipo de mercado ajustado al pasivo
  - Margen de riesgos
  - Current value approach
- **IFRS 17: Contrato de Seguro**
  - Objetivo y Alcance
  - Tipología de contratos de seguros
  - Desagregación y clasificación de contratos IFRS 9
  - Diferencias con IFRS 4
  - Fechas de implementación
  - Mejoras del IFRS 17 sobre las actuales prácticas contables
  - Costes de implementación
  - Información sobre la rentabilidad
    - Estimación del valor actual de flujos de caja futuros
    - Ajuste al riesgo
    - Margen de servicio contractual
  - Diferencia en el estado de resultados con IFRS 17
  - Metodologías y medición de los contratos de seguro
    - Building Block Approach (BBA)
    - Variable Fee Approach (VFA)
    - Premium Allocation Approach (PAA)
  - IFRS 17 y Solvencia II
  - **Ejercicio 10:** Impacto de escenarios económicos en balance, cuenta de resultados y flujos de caja futuros por valoración de contratos de seguro de vida, bajo enfoque IFRS 17, incluyendo ajuste al riesgo y margen de servicio contractual en Excel y R.

## VALORACIÓN DE PROVISIONES

### Módulo 10: Valoración de provisiones de Seguro de Vida

Objetivo: Se muestran las Directrices sobre la valoración de las provisiones técnicas de seguro de Vida para aumentar la coherencia y la convergencia de la práctica profesional de todos los tipos y tamaños de empresas aseguradoras. Fermac Risk muestra la experiencia Europea de esta práctica.

- Modelos determinístico de Seguro de Vida
- Valoración de portfolio determinístico
- Valoración de portfolio estocástico
- Riesgo Técnico de Vida
- Protección frente a riesgo técnico de vida con opciones
- Contratos con PB
- Contratos sin PB

- Unit link
- Variable Annuities
- Reaseguro
- Modelo de Caída Dinámico (Lapse rate)
- Opciones de Rescate
- Opción en participación de beneficios
- **Ejercicio 11:** Herramienta de Valoración de portfolio de seguro de vida, incluye:
  - Simulación de tipo de interés Vasicek
  - Simulación estocástica de riesgo de mortalidad
  - Modelización de lapse rate
  - Opciones usando modelo black sholes.
- **Ejercicio 12:** Variable Annuities usando modelo Black Sholes

## Módulo 11: Valoración de provisiones de Seguro No Vida

Objetivo: Se muestran las Directrices sobre la valoración de las provisiones técnicas de seguro de No Vida para aumentar la coherencia y la convergencia de la práctica profesional de todos los tipos y tamaños de empresas aseguradoras. Se explican algunas técnicas tradicionales y modernas para el cálculo de la reserva.

- La provisión técnica para prestaciones. Normativa en Solvencia 2
- Modelización de la Siniestralidad Agregada
- Distribuciones de Frecuencia
- Distribuciones de la cuantía del siniestro
- Métodos Analíticos
- Simulación de Montecarlo
- Métodos basados en triángulos para el cálculo de la Provisiones Loss Reserving
  - *Grossing up*
  - *Link ratio*
  - *Chain Ladder*
  - *Bornhuetter Ferguson*
- Métodos estocásticos para el cálculo de la Provisión para prestaciones.
  - Método de Mack
  - Método Bootstapp
- **Ejercicio 14:** Ajuste frecuencia usando binomial negativa y Poisson
- **Ejercicio 15:** Ajuste de cuantía de siniestros usando lognormal, gamma, weibull, exponencial y G-H en SAS y R
- **Ejercicio 16:** Estimación distribución de siniestralidad con simulación de Monte Carlo en SAS y R
- **Ejercicio 17:** Estimación distribución de siniestralidad con métodos Panjer y FFT en R y SAS
- **Ejercicio 18:** Estimación de provisiones usando Run Off Chain Ladder
- **Ejercicio 19:** Estimación de provisiones usando Bootstrapp en R

## RIESGO DE MERCADO

### Módulo 12: Value at Risk (VaR) y Expected Shortfall en ramo vida y no vida

Objetivo: Explicar el concepto del Valor en Riesgo VaR y del Expected Shortfall en los ramos de vida y no vida. Se explica el tratamiento de los rendimientos y de la volatilidad usando modelos de GARCH.

- Introducción al VAR
- VAR en ramo de vida
- VAR en el ramo de no vida
- Estimación de Volatilidad
  - GARCH(1,1)
  - GARCH Multivariante
  - EWMA
- Forecasting de la volatilidad
- Modelos Paramétricos

- Normal VaR
- Distribución t-student
- Distribución Lognormal
- Modelo Lineal para acciones y bonos
- Modelo Cuadrático para opciones
- Extensiones del VaR
  - Expected Shortfall o Tail VaR
  - VaR Condicional
- Cash Flow mapping
- **Ejercicio 20:** Simulación y forecasting volatilidad usando GARCH(1,1) y modelo multivariante en R
- **Ejercicio 21:** estimación de modelo interno de VaR y Expected Shortfall en ramo seguros de vida y no vida

## Módulo 14: VaR paramétrico con Teoría del Valor Extremo

Objetivo: Explicar la teoría del valor de extremo para aplicarla en modelos internos. Esta distribución permite estimar la probabilidad de eventos realmente extremos. Se explica los pros e inconvenientes de estas distribuciones en la práctica de los seguros.

- Distribuciones de valor extremo EVT
  - Gumbel
  - Frechet
  - Weibull
- Distribuciones generalizadas de Pareto
  - Exponencial
  - Pareto
  - Beta
- Estimación del umbral
- Selección del Modelo
  - Gráfico de Hill y Mean Excess
- Generación de valores aleatorios EVT
- Estimación EVT bajo enfoque Bayesiano
- Inconvenientes de la EVT
- **Ejercicio 22:** Estimación de Gráficos: Mean Excess, Q-Q y Hill plot en R
- **Ejercicio 23:** Estimación de parámetros por máxima verosimilitud de GDP en SAS y R
- **Ejercicio 24:** Estimación VaR por EVT en SAS y R

## Módulo 15: Simulación Histórica y Monte Carlo

Objetivo: Se explica el VaR por simulación de Monte Carlo aplicado a las compañías de seguros. Siendo la mejor metodología para estimar el VaR en un horizonte temporal de un año.

- VaR Simulación Histórica
  - Ajuste a la volatilidad
- VaR Simulación de Monte Carlo
  - Simulación con un factor de riesgo
  - Simulación con múltiples factores de riesgo
  - Métodos de Reducción de varianza
- Distribución Multivariante Normal
- Distribución Multivariante T-Student
- VaR Monte Carlo basado en copula gaussiana
- VaR Monte Carlo basado en copula t-student
- Ejercicio 25: Estimación del VaR: usando Simulación de Monte Carlo y Simulación Histórica en Excel y R
- Ejercicio 26: Backtesting de Simulación Histórica
- Ejercicio 27: VaR usando copula gaussiana y tStudent en SAS y R

## Módulo 16: Riesgo de Mercado

Objetivo: Se explican las buenas prácticas del riesgo de mercado para las compañías de seguros. Se compara los resultados del SCR bajo la fórmula estándar contra los modelos internos.

- Fórmula estándar en riesgo de mercado
- Sub-módulos en riesgo mercado
  - Riesgo de tipo de interés
  - Riesgo de renta variable
  - Riesgo Inmobiliario
  - Riesgo de Spread
  - Riesgo de Concentración
  - Riesgo de iliquidez
- SCR VaR 99,5%
- Modelos internos y parciales
- Modelo Interno de riesgo de mercado
- VaR por riesgo de tipo de interés
  - Selección del Procesos Estocástico
  - VaR usando proceso estocástico de un activo
  - Simulación con componentes principales
  - Simulación de Escenarios
- VaR por riesgo de tipo de interés con componentes principales
- VaR de Spread
- VaR de tipo de cambio
- VaR de renta variable
- Modelización de Riesgo de concentración y de correlación
- VaR de Opciones
  - Delta Normal VaR
  - Delta Gamma VaR
  - Simulación de Monte Carlo
- Estructura de Límites
- Ejercicio 28: Estimación del VaR de opciones con simulación de Monte Carlo en Excel y R
- Ejercicio 29: Cash Flow mapping y estimación de VaR de un portfolio de bonos
- Ejercicio 31: estimación de VaR de riesgo de no vida y vida

## Módulo 17: Stress Testing y Backtesting

Objetivo: El stress testing es una de las mejores herramientas para la gestión del riesgo de mercado. Considera eventos excepcionales pero plausibles. Las compañías de seguros también habrán de validar los modelos internos con pruebas de backtesting.

- Enfoques de Stress Testing
- Stress Testing histórico
- Reverse Stress Test
- Stress testing en la correlación
- Stress testing en la volatilidad
- Stress testing multivariante
- Backtesting
  - Kupiec`s Test
- Cobertura condicional de frecuencia
- Análisis de pérdidas en la cola de la distribución
- Backtesting limpio y sucio
- Ejercicio 30: Stress testing en matriz de correlación en Excel
- Ejercicio 31: Backtesting del VaR en Excel

## Módulo 18: Riesgo de Crédito Modelos Estructurales y de forma reducida

Objetivo: Los modelos de riesgo de crédito estructurales requieren información financiera de la empresa y han probado ser eficientes durante la pandemia. Estos modelos ayudan a medir el riesgo de crédito de las inversiones de renta fija particularmente de bonos. Además, se muestran modelos de forma reducida que usan el CDS spread para medir el riesgo de crédito.

- Modelos Estructurales
  - Modelo de Merton
  - Modelo de KMV
- Modelos de forma reducida
  - Jarrow-Turnbull Model
  - Duffie y Singleton Model
  - Probabilidades neutrales de default
  - Conversión de intensidades de default en PDs discretas
  - Ajuste de modelos de forma reducida a BBDD históricas
  - Construcción de curvas de probabilidad de default
  - Validación con Falkenstein y Boral Test
  - Jump to default
  - Bonos cupón cero
  - Bono con cupones
  - Bonos convertibles
  - Valoración de CDS
- Ejercicio 32: Modelo estructural en R y Excel
- Ejercicio 33: Construcción de curvas de probabilidad de default y hazard rate en Excel y SAS
- Ejercicio 34: Valoración bono y CDS en Excel con VB
- Ejercicio 35: Modelo Interno de riesgo de mercado y crédito
  - simulación CIR de tipo de interés en renta fija y variable
  - modelo de Jarrow-Turnbull-Lando para riesgo crédito con matrices de transición.
  - Comparativa frente a fórmulas estándar.

## Módulo 19: Modelos de Portfolio de Riesgo de Crédito

Objetivo: Se explica como modelizar el riesgo de crédito de carteras de inversión de bonos, prestamos y derivados de crédito. Se explica el riesgo de crédito de las reaseguradoras. Se muestran los enfoques de creditmetrics y Creditrisk+ para la estimación del capital económico.

- Modelos de Rating
- Estimación de PD y LGD
- Correlación de default
- Correlación de activos
- Modelos de Capital Económico
  - - Creditmetrics
    - Creditrisk +
    - Modelo Unifactorial
- Modelos de Forma Reducida
- Riesgo de Contraparte
- Reinsurance Counterparty Default Risk
- Riesgo de Crédito en Reaseguro enfoque portfolio
- Riesgo de Concentración
- Riesgo de Crédito en el Seguro de Crédito enfoque portfolio
- Ejercicios 36: Capital económico con Modelo unifactorial usando Simulación de Monte Carlo en Excel y SAS.
- Ejercicio 37: Capital económico: CreditRisk+ en SAS
- Ejercicio 38: Capital económico: Creditmetrics en Excel

- Ejercicio 39: Capital Económico de portfolio de bonos

## RIESGO SUSCRIPCIÓN SEGURO DE VIDA Y NO VIDA

### Módulo 20: Riesgo Suscripción de No Vida

Objetivo: Este riesgo se divide en tres grandes bloques, el riesgo por primas: se refiere a los futuros siniestros que puedan surgir durante y posteriormente al periodo para el que se realiza el cálculo de solvencia, es decir, que los gastos más las pérdidas debidas a los siniestros sean superiores a las primas recibidas. El riesgo por reservas debido a dos causas, el mal cálculo de las provisiones y fluctuaciones de la cifra real de siniestros en torno al punto medio. El tercero es el riesgo catastrófico.

- Análisis Fórmulas estándar
  - Riesgo de suscripción: No vida
  - Riesgo de Reserva
  - Riesgo de Prima
  - Riesgo catastrófico
  - Riesgo de suscripción de salud
- Riesgo No Catastrófico
  - Modelos interno Riesgo de Prima
  - Modelo interno Riesgo de Reserva
- Riesgo de catástrofe
- Modelo interno usando Simulación de Monte Carlo
- Modelo Interno usando enfoque Multiyear approach
  - Estimación VaR 99.5%
- Modelización del Riesgo Catastrófico
  - Frecuencia y Severidad
  - Ciencia de los catástrofes
  - Tsunamis
  - Huracanes: Frecuencia, regiones
  - Modelización de Huracanes
  - Terremotos, frecuencia y severidad
- Ejercicio 40: VaR por riesgo de Prima en Excel y SAS
- Ejercicio 41: VaR por riesgo de Reserva en R
- Ejercicio 42: Modelo interno riesgo suscripción de no vida y comparativa frente a fórmulas estándar en SAS y R

### Módulo 21: Riesgo de Suscripción Vida

Objetivo: Este riesgo se divide en Riesgo biométrico (mortalidad, longevidad, discapacidad / enfermedad), Riesgo de caída de cartera, Riesgo de gastos, Riesgo de revisión y Riesgo de catástrofe. Se muestra un comparativo de resultados entre el SCR por formula estándar y modelos internos. Se explican modelos de mortalidad tradicionales y otros con técnicas avanzadas de machine learning.

- Riesgo Biométrico
  - Riesgo de Mortalidad
  - Riesgo de Longevidad
  - Riesgo de Morbilidad
- Riesgo de caída de cartera
- Riesgo de gastos
- Riesgo de revisión
- Riesgo catastrófico y pandemias
- Modelos actuariales para tarificar
- Behavioral Risks
- Tablas de Mortalidad Dinámicas
- Modelos de mortalidad
  - Modelo Lee Carter
  - Singular Value Decomposition

- Modelo estocástico de Mortalidad
- Riesgo de Longevidad
- factores de mejora
- Índice de longevidad
- Distribuciones analíticas de supervivencia
- Modelo Interno de Riesgo Seguro de Vida
- Gestión del riesgo
  - Gamificación
  - Análisis de Behavioral risk
  - Insured Linked Securities
- Ejercicio 43: Modelo Estocástico Mortality Shock en SAS
- Ejercicio 44: Modelo Lee Carter, Makeham y Logit en SAS
- Ejercicio 45: Modelo Interno Riesgo Seguro de Vida
  - Simulación de Monte Carlo
  - Modelo de Lee Carter
  - Modelo y simulación de estructura temporal de tipo de interés
  - Copulas en Excel y R

## RIESGO OPERACIONAL

### Módulo 22: Riesgo Operacional

Objetivo: Explicar tanto la gestión avanzada del riesgo operacional en compañías de seguros como una introducción a la medición de este riesgo para obtener una distribución de pérdidas.

- Introducción Riesgo Operacional
- Loss Event Management
- Risk Control Self Assessment
- Scenario Based Assessment
- Key Risk Indicators
- Estimación de capital enfoque LDA
- Ejercicio 46: Estimación de Capital Económico de 5 unidades de negocio, agregadas e individuales, utilizando las siguientes distribuciones de Frecuencia y Severidad:
  - Frecuencia
    - Poisson
    - Binomial Negativa
  - Severidad
    - Lognormal
    - Burr
    - Gamma
    - Weibull
    - Inversa Gaussiana
    - GDP EVT
    - LogLogistic
    - G-H 4 parámetros
    - Mixtura de Lognormales
    - Lognormal-EVT
    - Alpha Stable
- Poisson-Gamma Enfoque bayesiano
- Partición Lognormal y GDP
- Escenarios con criterio Experto
- Ejercicio 47: Selección de mejor distribución usando test de bondad de ajustes en Excel
- Ejercicio 48: Estimación del capital económico con datos truncados
- Ejercicio 49: Modelo interno usando Simulación de Monte Carlo con efecto del deducible / franquicia del seguro en R
- Ejercicio 50: Modelo interno con Simulación de Monte Carlo con distribución de frecuencias con copulas gaussianas en R

- Ejercicio 51: Modelo interno con Simulación de Monte Carlo de pérdidas agregadas de las unidades de negocio con copulas t y frank en R
- Ejercicio 52: comparativo de modelos interno con Panjer Recursivo, Fast Fourier Transformation y Simulación de Monte Carlo en R y Excel

## GESTIÓN Y MITIGACIÓN DEL RIESGO

### Módulo 23: Gestión práctica del Riesgo

Objetivo: Explicar las mejores prácticas de la gestión del riesgo en las compañías aseguradoras a través de alertas tempranas y Key Performance Indicators entre otras metodologías.

- Análisis de la situación actual de la organización
- Diagramas y optimización de procesos
- Mapa de riesgos
- Key Risk Indicators en las compañías de seguros
- Cualificación del riesgo a través de Frecuencia e impacto
- Principales riesgos en las compañías de seguros
- Riesgos Operacionales
- Planes de contingencia
- Key Performance indicators en las compañías de seguros
  - Indicadores financieros
  - Indicadores comerciales
  - Indicadores de producción
  - Indicadores de tratamiento de recibos
  - Indicadores de siniestros
  - Indicadores de sistemas de información
  - Indicadores de Fraude
- Indicadores externos: Siniestralidad del mercado
- Control de la siniestralidad

### Módulo 24: Insured Linked Securities (ILS)

Objetivo: Los ILS se definen, en términos generales, como instrumentos financieros cuyos valores son impulsados por eventos de pérdidas de seguros. Los instrumentos están vinculados a las catástrofes, mortalidad y longevidad. Ayudan a la transferencia y mitigación del riesgo así como a la diversificación del capital.

- Definición Insurance-Linked Securities
- Mercado de derivados
- Derivados y bonos vinculados a Property and Casualty risk
  - Derivados de Clima
  - Catastrophe Bonds
  - Catastrophe Derivatives
- Derivados y bonos vinculados al riesgo de longevidad y mortalidad
  - Longevity Swaps
  - Longevity Bonds
- Gestión de riesgos en portfolios de ILS
- Ejercicio 53: Valoración Longevity Swap en Excel
- Ejercicio 54: Valoración derivados de Clima en Excel

## VALIDACIÓN DE MODELOS INTERNOS

### Módulo 25: Validación de Modelos Internos I

Objetivo: Se explica el proceso de validación de los modelos internos, las técnicas más comunes como el backtesting. Se explica en términos generales el reporting adecuado para validar modelos.



- Proceso de validación
- Proceso de modelización
- Herramientas de modelización
- Análisis de Backtesting
- Stress Testing
- Estabilidad de resultados
- Limitación del modelo
- Reporting
- Modelo de Scoring

## Módulo 26: Validación de Modelos Internos II

Objetivo: Se explica la validación de modelos internos pormenorizada para cada tipo de riesgo. Se explican técnicas avanzadas de validación del SCR calculado por modelos internos.

- Validación de Modelos internos
  - Riesgo de Mercado
  - Riesgo de Crédito
  - Riesgo Operacional
  - Riesgo de suscripción: No vida
  - Riesgo de suscripción: Vida
- Validación de:
  - Diseño del Modelo
  - Output del Modelo
  - Procesos, data y test de uso
- Kupiec`s Test para riesgo de mercado
- Validación de la agregación de pérdidas
- Testing de distribuciones usando Berkowitz test
- Distribución de pérdidas
- Simulación del chi-square value crítico
- Test de Berkowitz en subportfolios
- Valoración del poder
- Alcance y límites del test
- Riesgo de Modelo por incertidumbre
- Ejercicio 55: implementación del Berkowitz test en modelos internos de crédito
- Ejercicio 56: Simulación de pérdidas y riesgo de modelo en riesgo de suscripción no vida

## GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS

### Módulo 27: Gestión de Activos y Pasivos

Objetivo: La gestión de los activos y pasivos cada día es más importante para las compañías de seguro debido a la pandemia. Se explican modelos de optimización, desde el conocido cash flow matching, hasta modelos avanzados de programación estocástica de los activos y pasivos. Se explica el riesgo de liquidez.

- Herramientas para gestionar activos y pasivos
  - Duración Gap analysis
  - Riesgo de tipo de interés
  - Riesgo de Liquidez
  - Cash Flow Testing
  - Inmunización
  - Cash Flow Matching
- Optimización de activos y pasivos
  - Análisis Financiero Dinámico
  - Arboles de Escenarios estocásticos y dinámicos en activos y pasivos
  - Programación dinámica
  - Programación dinámica Estocástica
  - Maximización del margen financiero y valor económico

- Aplicación de teorías económicas y financieras recientes
- Condicionantes de liquidez, capital y Solvencia 2
- Escenarios de Stress Testing
- Normativas internacionales de información financiera y Solvencia II
- Sensibilidades en Estados financieros IFRS 4
  - Riesgo de Seguro de Vida y No Vida
  - Riesgos Financieros
- Ejercicio 57: Optimización del Cash Flow Matching en Excel con Solver
- Ejercicio 58: Optimización de portfolio usando programación dinámica estocástica en SAS
- Ejercicio 59: Impacto en estados financieros por cambios de sensibilidades de riesgos de seguro y financieros en Excel

## RISK APPETITE

### Módulo 28: Risk Appetite

Objetivo: El llamado apetito en riesgo es el riesgo asumido para la consecución de los objetivos de negocio de una compañía de seguros. Se explican las buenas prácticas del Risk Appetite que serán definidas por la alta dirección y aprobadas por el consejo.

- ¿Porque del Risk Appetite en una compañía de seguros?
- Entorno Económico, Financiero y Regulatorio EIOPA
- Principios de una metodología efectiva de Risk Appetite
- Definiciones y análisis:
  - Risk appetite framework
  - Risk Appetite Statement
  - Risk Tolerance
  - Risk Capacity
  - Risk Profile
  - Risk Limits
- Roles y Responsabilidades del Consejo, CEO, CRO y CFO
- Convergencia y Alineación de objetivos del plan estratégico de negocios y el Risk Appetite
- Ejercicio 60: Risk Appetite y Stress Testing
  - Integración de riesgos
  - Estimación de riesgo de concentración individual y sectorial
  - Proyección Balance general y estado de resultados
  - Estimación de los principales KPIs, KRIs y triggers
  - Métricas cualitativas
  - Establecimiento de límites de Risk Appetite
  - Tolerancia de riesgo
  - Capacidad de riesgo
  - Risk Appetite Statement
  - Análisis de Escenarios
  - Stress Testing
  - Cuadro de mando con principales métricas cuantitativas y cualitativas tipo traffic light

## STRESS TESTING

### Módulo 29: Análisis de Escenarios

Objetivo: Se explica como construir escenarios de riesgo. Actividad cada día mas acuciante por la pandemia y sus implicaciones graves en la economía.

- Definición de los escenarios
- Uso de los escenarios
- Identificación de escenarios
- Tipología de escenarios
- Scenario-based risk assessment

- Proceso de análisis de escenarios
- Gobernanza en los escenarios
- Impacto en la rentabilidad
- Definición del risk appetite
- Evaluación de los escenarios

### **Módulo 30: Modelos de Forecasting**

Objetivo: Para proyectar escenarios de cara a futuro es necesario disponer de herramientas tradicionales como los modelos VAR y ARIMA y otras más sofisticadas y precisas como el machine learning.

- Tratamiento de los datos
  - Series No Estacionarias
  - Test Dickey-Fuller
  - Pruebas de Cointegración
- Modelos Econométricos
  - Modelos ARIMA
  - Modelos de Vectores Autoregresivos VAR
  - Modelos GARCH
- Modelos de Machine Learning
  - Supported Vector Machine
  - Red Neuronal
- Revisión de supuestos de los modelos econométricos
  - Revisión de los coeficientes y errores estándar de los modelos
  - Heterocedasticidad
  - Outliers
  - Correlación Serial
  - Detección de colinealidad
- Ejercicio 61: Pruebas de Series no estacionarias y cointegración
- Ejercicio 62: Modelos VAR en R
- Ejercicio 63: Forecasting volatilidad GARCH SAS
- Ejercicio 64: Forecasting Machine Learning SPV y NN en R
- Ejercicio 65: Detección series no estacionarias y cointegración
- Ejercicio 66: colinealidad en modelo de regresión logística y lineal

### **Módulo 31: Determinación de escenarios Macroeconómicos**

Objetivo: La determinación de escenarios macroeconómicos requiere de un conocimiento profundo de modelos econométricos y los llamados modelos estructurales. Se explican técnicas de simulación para estimarlos.

- Escenarios de stress testing macroeconómicos en EIOPA
- Diseño de escenarios adversos
- Shocks financieros y económicos
- Modelos macroeconómicos
- Medición de la Severidad del escenario adverso macroeconómico
- Análisis de redes
- Ejercicio 67: Escenarios macroeconómicos modelos VAR en R
- Ejercicio 68: Análisis de redes e interacción de variables macroeconómicas en el stress testing en Gephi

### **Módulo 32: Stress Testing para compañías de Seguros**

Objetivo: El stress testing consiste en generar para cada escenario shocks a los parámetros tales como la tasa de mortalidad, precio de las acciones, tipos de interés, etc.. y medir el impacto que tendrían en el capital. Se explica el rol de ORSA en esta materia. Y se muestra un ejercicio global de stress testing para una compañía de seguros.

- Stress testing alineado con ORSA
- Análisis stress testing 2011,2014 y 2016 en EIOPA

- Aspectos cuantitativos y cualitativos del stress testing
- Escenarios de stress testing
- Riesgo de tipo de interés
  - Tipo de Interés bajo a largo plazo
  - Doble hit
- Riesgo de Credit Spread
- Riesgo de Seguro no vida
- Riesgo de Crédito de Reaseguradoras
- Riesgo de Catástrofe
- Riesgo de Seguro vida
  - Eventos de Mortalidad
  - Mejoras en la longevidad
- Riesgo de Liquidez
- Impacto en los activos y pasivos
- Impacto en el SCR y MCR
- Correlaciones y copulas para modelizar la dependencia
- Stress Testing como herramienta de toma de decisión
- Ejercicio Global 69 y 70: Stress Testing en SAS, R, Excel con VBA y Gephi, incluye:
- Risk Appetite y Plan de Negocios
- Forecasting de la Cuenta de resultados y Balance General
- Planificación de capital
- Aplicación de Escenarios y Shocks Externos
- Análisis de redes de principales variables macroeconómicas
- Impacto en los activos y pasivos
- Impacto en el SCR y MCR