

## Riesgo de Modelo para Riesgo Crédito

### Material:

Presentaciones PDF

Ejercicios en R, Python, SAS y Excel

**Duración:** 30 h

**Precio:** 5.900 €

## OBJETIVO DEL CURSO

Recientemente, el número de modelos usados en las entidades financieras, se ha incrementado, exponencialmente, particularmente en el ámbito del riesgo de crédito, tal es el caso de los modelos de scoring en admisión, seguimiento y recobro, modelos de machine learning, modelos de parámetros IRB, capital, correlaciones, stress testing y los recientes parámetros del IFRS 9, entre muchos otros.

Esta proliferación de modelos tiene beneficios como la automatización, eficiencia y rapidez en la toma de decisiones. No obstante, también tienen inconvenientes, debido a las decisiones tomadas por modelos erróneos o empleados de forma inapropiada.

El riesgo de modelo, en Estados Unidos, se define como el conjunto de posibles consecuencias adversas derivadas de decisiones basadas en resultados e informes incorrectos de modelos, o de su uso inapropiado. El regulador europeo, lo define, como el riesgo relacionado con la subestimación de los fondos propios, por ejemplo, por el uso del IRB.

Los objetivos del curso son los siguientes:

- Explicar la definición y alcance del riesgo de modelo, las mejores prácticas en cuanto a gestión, control, validación gobernanza y cuantificación del mismo. Conocer como impacta el COVID-19 en los modelos de riesgo crédito y en el propio riesgo de modelo.
- Explicar la pionera directiva sobre riesgo de modelo SR 11-7 en EEUU, la reciente directiva de revisión de modelos internos, TRIM, en la Unión Europea, UE, y otras directivas importantes en materia de riesgo de modelo y validación como la directiva de estimación de PD y LGD y tratamiento de exposiciones de default de EBA.
- Explicar el uso de la inteligencia artificial para la validación de los modelos.
- Se muestran técnicas para alcanzar la automatización de la Construcción y Calibración de Modelos a través de la Inteligencia Artificial
- Indicar las mejores prácticas de validación de modelos de riesgo crédito de las entidades financieras.
- Mostrar técnicas de cuantificación del riesgo de modelo en los modelos de credit scoring, parámetros PD, LGD y EAD y capital regulatorio y económico.

- Explorar técnicas de validación del credit scoring, y otras como el poder discriminante, pruebas de estabilidad y backtesting.
- Ofrecer un número muy importante de metodologías econométricas y de machine learning, para desarrollar modelos de credit scoring, PD, LGD y EAD bajo los enfoques IRB e IFRS9.
- Explicar metodologías para desarrollar modelos de capital económico y stress testing.
- Exponer técnicas de validación para modelos de capital económico y regulatorio.
- Mostrar, un número importante, de técnicas de validación de modelos econométricos y series temporales usadas en el stress testing.
- Modelizar el stress testing de la PD, LGD y matrices de transición carteras de consumo y corporate.
- Mostrar, innovadoras, técnicas de validación de stress testing.
- Explicar y detectar el riesgo modelo en el stress testing.

## **¿QUIÉNES DEBEN ASISTIR?**

Este programa está dirigido a responsables, analistas y consultores de riesgo crédito. Particularmente, a profesionales del riesgo de modelo, validación de modelos y auditoría de modelos. Para la mejor comprensión de los temas es recomendable que el participante tenga conocimientos de estadística. El curso contiene ejercicios en SAS, R y Excel.

# INTRODUCCIÓN RIESGO DE MODELO

## Módulo 1: Gestión del Riesgo Modelo y Cuantificación

- Definiciones de riesgo modelo
- Gestión del riesgo modelo
- Definición de modelo
- Fuentes del riesgo modelo
  - Data
  - Estimación
  - Uso
- Inventario de modelos de riesgos
- Metodología de control
- Gestión de procesos y tecnología
- Gobernanza
- Gestión del ciclo de vida de los modelos
- Cuantificación del riesgo modelo
- Ciclo de la gestión cuantitativa del riesgo modelo
- Identificación de la fuente
- Mitigación del riesgo modelo
- Documentación de modelos
- Validación de modelos
- Perfil de equipos de riesgo de modelo en entidades financieras
- Estructura y organigrama
- Principales actividades del equipo
- ¿cómo realizar un inventario de modelos?
- COVID-19
  - Impacto del COVID-19 en el riesgo de crédito
  - Impacto del COVID-19 en el riesgo de modelo
  - Principales fallos en los modelos de riesgo crédito
  - Generación de modelos de riesgo crédito Post-COVID-19
- **Caso de estudio 1:** riesgo de modelo banco europeo
- **Caso de estudio 2:** riesgo de modelo en modelos de riesgo crédito

# IMPLEMENTACIÓN DEL RIESGO DE MODELO

## Módulo 2: PROCESO DE RIESGO MODELO

- Proceso de validación de modelos
- Definición del objetivo y metodología del modelo
- Revisión de las memorias del modelo
- Plan de validación
- Conclusiones de la validación
- Subriesgos del riesgo de modelo:
  - Riesgo de modelo en los datos
  - Riesgo de modelo en la metodología
  - Riesgo de modelo en la implementación
  - Riesgo en los resultados del modelo
- Gobernanza del modelo
- Controles en cada nivel de subriesgo
- Análisis y validación de la documentación del modelo
- Propósito del modelo
- Data
- Diseño y metodología
- Especificación y estimación

- Pruebas
- Implementación
- Monitorización
- Controles operacionales
- Reporting
- Cuadro de mando
- Soluciones y tecnología necesaria para la gestión del riesgo de modelo
- **Caso de estudio 3:** Gestión del riesgo de modelo para modelos de riesgo de crédito, validación y revisión de documentación

## REGULACIÓN DEL RIESGO DE MODELO UE y EEUU

### Módulo 3: Directiva sobre la gestión del Riesgo Modelo SR 11-7 en USA

- Introducción
- Alcance y propósito
- Model Risk Management
- Desarrollo del modelo, implementación y uso
- La validación del modelo
- Evaluación de la solidez conceptual y pruebas de desarrollo
- Monitorización permanente, verificación de procesos y Benchmarking
- Análisis de los resultados, incluido el Backtesting
- Gobernanza, Políticas y Controles
- Políticas y procedimientos
- Roles y responsabilidades
- Auditoría Interna
- Inventario de modelos

### Módulo 4: Guide for the Targeted Review of Internal Models (TRIM) UE

- Alcance y objetivos de la guía
- Principios generales de los modelos internos Roll-out and PPU
- Gobernanza
- Auditoría interna
- Validación interna
- Uso del modelo
- Gestión en los cambios del modelo
- Calidad del dato
- Participación de terceros
- **Riesgo de Crédito**
  - Alcance de la guía de riesgo crédito
  - Requerimientos de datos
- **Probability of default (PD)**
  - Estructura de los modelos de PD
  - Principales drivers
  - Distribución de los pools
  - Filosofía del Rating
  - Cálculo de la tasa de default
  - Cálculo de PD media a largo plazo
- **Loss Given Default (LGD)**
- **Credit conversion factor (CCF)**
- Margen de conservadurismo relacionado con el modelo
- Revisión de las estimaciones

## Módulo 5: Validación de Modelos en la práctica

- Lecciones aprendidas en la crisis financiera sobre validación
- Validation Framework
- Definición de Validación
- Principios de validación
- Roles y Responsabilidades
- Alcance y frecuencia
- Proceso de Validación
- Gobernanza Interna
- Validación de Modelos IRB
- Validación Cualitativa
  - Model Design
  - Data Quality
  - Use Test
- Validación Cuantitativa
  - Backtesting
  - Poder Discriminante
  - Pruebas de Estabilidad
- Infraestructura tecnológica
- Documentación Requerida
- Departamento y equipo de validación interna
- Departamento y equipo de Auditoria
- Inteligencia Artificial
  - Validación, reconstrucción y recalibración autónoma
  - Validación de Modelos usando Machine Learning
  - Inteligencia artificial para riesgo de modelo
  - Inteligencia artificial para validar modelos

## Módulo 6: Gestión del Riesgo de Modelo

- Gobernanza en el riesgo de modelo
  - Rol del consejo y alta dirección
  - Rol del departamento de riesgos
  - Responsables y creadores del modelo
  - Comités de riesgo de modelo
  - Auditoria interna
  - Definición de políticas
- Organización
  - Tres líneas de defensa
  - Comunicación interna y externa
- Fases del Ciclo de vida del modelo
  - Identificación
  - Inventario de los modelos
  - Clasificación
  - Niveles o "Tiering" en función a materialidad, sofisticación e impacto
  - Planificación y desarrollo
  - Validación interna
  - Documentación
  - Aprobación del modelo
  - Implementación y uso del modelo
  - Monitorización del modelo
  - Mejores prácticas internacionales de gestión del riesgo modelo
- Mitigación del riesgo de modelo
  - Test de calidad del dato

- Validación y auditoria
- Benchmarks
- Pruebas de sensibilidad what-if
- Stress testing
- Backtesting
- Model risk appetite
  - Model risk appetite statement
  - Tolerancia al riesgo
- Medición cualitativa del riesgo de modelo
  - Creación del Scorecard de riesgo de modelo
  - Definición de escala y rangos
  - Mejores prácticas internacionales de scorecards
- **Caso de estudio:** Scorecard para riesgo de modelo

## RIESGO DE MODELO EN EL CREDIT RATING Y SCORING

### Módulo 7: Riesgo de modelo en rating y scoring

- Dimensión y uso de la materialidad
- Clasificación de modelos de scoring por importancia dentro de la entidad financiera
- Impacto del modelo en la entidad
- Dependencia del modelo
- Limitaciones del modelo
- Gobernanza del modelo
- Documentación y revisión
- Implementación
- Controles operativos
- Árbol de decisión para valorar modelos de rating y scoring
- Casuística en modelos de Credit Rating expertos
- Casuística en modelos de credit scoring estadísticos
- Riesgo modelo en el big data
- Riesgo modelo por machine learning y black box

## Construcción del Credit Scoring y análisis del riesgo de modelo

### Módulo 8: Validación avanzada de los datos

- Tipología de datos
- Datos transaccionales
- Unstructured data embebida en documentos de texto
- Social Media Data
- Fuentes de datos
- Revisión del dato
- Definición del Target
- Horizonte temporal de la variable objetivo
- Muestreo
  - Muestreo Aleatorio
  - Muestreo Estratificado
  - Muestreo Rebalanceado
- Análisis Exploratorio:
  - Histogramas
  - Q-Q Plot
  - Análisis de momentos
  - Box Plot

- Tratamiento de los valores Missing
  - Imputación
  - Borrar
  - Mantener
- Técnicas avanzadas de detección de Outliers y tratamiento
  - Z-Score
  - Distancia de Mahalanobis
- Estandarización de los Datos
- Categorización de variables
  - Equal Interval Binning
  - Equal Frequency Binning
  - Prueba Ji-Cuadrada
- Binary Coding
- WOE Coding
  - Definición WOE
  - Análisis Univariante con variable Target
  - Selección de variables
  - Tratamiento de Variables continuas
  - Tratamiento de Variables Categóricas
  - Fisher Score
  - Gini
  - Information Value
  - Pearson Correlation
  - Cramer Von Misses
  - Optimización de variables continuas
  - Optimización de variables categóricas
  - Árboles de Decisión
- Segmentación
  - Decisión Experta
  - Estadística
    - Árboles de Decisión
    - K Means Clustering
    - Finite Mixture Model
    - Mixtura gaussiana Univariante
    - Mixtura gaussiana Bivariante
- **Ejercicio 1:** Análisis Exploratorio en R
- **Ejercicio 2:** Detección y tratamiento de Outliers en R
- **Ejercicio 3:** Técnicas de imputación de missing en R
- **Ejercicio 4:** Muestreo estratificado y Aleatorio
- **Ejercicio 5:** Análisis del Weight of Evidence en Excel
- **Ejercicio 6:** Análisis univariante en percentiles en R
- **Ejercicio 7:** Análisis univariante óptimo variable continua en R
- **Ejercicio 8:** Validación KS, Gini e IV de cada variable en R y Excel
- **Ejercicio 9:** Optimización de variables categóricas en R
- **Ejercicio 10:** Análisis Univariante con árboles de decisión en R
- **Ejercicio 11:** Segmentación usando K means Clustering en R

## Módulo 9: Modelos multivariantes y Machine Learning

- Modelos Multivariantes
  - Regresión Logística
  - Regresión Cox
  - Riesgo de Modelo
- Machine Learning
  - Árboles de decisión
  - Redes Neuronales
  - SVM

- Ensemble Learning
- Bagging
- Boosting
- Random Forest
- Riesgo Modelo en Machine Learning
  - Sobreajuste
  - Transparencia
  - Muestreo fallido
  - Variables importantes
- **Ejercicio 12:** Regresión Logística, método stepwise en R
- **Ejercicio 14:** Regresión Piecewise en Excel y R
- **Ejercicio 15:** Árboles de decisión en R
- **Ejercicio 16:** Support Vector Machine en R
- **Ejercicio 17:** Redes Neuronales en R
- **Ejercicio 18:** Ensemble models enR
- **Ejercicio 19:** Random Forest en R
- **Ejercicio 20:** Bagging en R
- **Ejercicio 23:** Comparativo de modelos de poder discriminante entre modelos: Redes Neuronales, Regresión Logística, Regresión Logística Panel Data y Regresión Cox
- **Ejercicio 24:** Riesgo de Modelo usando Intervalos de confianza de coeficientes de regresión logística

## Módulo 10: Riesgo de Modelo en el Scorecard

- Asignación de puntuación
- Clasificación del Scorecard
  - Scorecard WOE
  - Scorecard Binario
  - Scorecard Continuo
- Reescalamiento del Scorecard
  - Análisis del Factor y Offset
  - Scorecard WOE
  - Scorecard Binario
- Técnicas de Reject Inference
  - Cut-Off
  - Parcelling
  - Fuzzy Augmentation
- Técnicas Avanzadas de punto de corte
  - Optimización del punto de corte usando curvas ROC
- Riesgo de Modelo por decisión de punto de corte
- Riesgo de Modelo por ausencia de datos
- Riesgo de Modelo por no actualizar o recalibrar
- **Ejercicio 21:** Construcción de Tarjeta de Puntuación en Excel
- **Ejercicio 22:** Estimación óptima punto de corte en Excel y riesgo modelo por selección punto de corte
- **Ejercicio 23:** Matriz de confusión para verificar Error Tipo 1 y Tipo 2 en Excel con y sin variables
- **Ejercicio 24:** Riesgo de modelo en credit scoring por no recalibrar a tiempo

## Validación de modelos de Credit Scoring

### Módulo 11: Pruebas de estabilidad

- Índice de estabilidad en modelo
- Índice de estabilidad en factores
- Test Xi-cuadrada
- Test K-S
- **Ejercicio 25:** Pruebas de estabilidad de modelos y de factores

### Módulo 12: Validación de modelos tradicionales y de Machine Learning

- Validación Out of Sample y Out of time
- Verificación p-values en regresiones
- R cuadrado, MSE, MAD
- Diagnóstico de los residuos
- Test de Bondad de Ajuste
  - Deviance
  - Bayesian Information Criterion (BIC)
  - Akaike Information Criterion
- Multicolinealidad Multivariante
- Validación cruzada
- Bootstrapping del error
- Matriz de confusión caso binario
- Matriz de confusión caso multinomial
- Principales test de poder discriminante:
  - KS, Curva ROC, Gini Index, Cumulative Accuracy Profile, Distancia de Kullback-Leibler, Pietra Index, 1-Ph, Entropía condicional, Valor de Información, Tau de Kendall, Brier Score, Divergencia
- Intervalos de confianza
- Jackknifing con test de poder discriminante
- Bootstrapping con test de poder discriminante
- Estadístico Kappa
- K-Fold Cross Validation
- Análisis Semafórico
- **Ejercicio 26:** Validación cruzada en R
- **Ejercicio 27:** Estimación Gini, Valor de la Información, Brier Score, Curva Lift, CAP, ROC, Divergencia en Excel
- **Ejercicio 28:** Bootstrapping de parámetros R
- **Ejercicio 29:** Bootstrapping de Gini/ROC en R
- **Ejercicio 30:** Estimación Kappa
- **Ejercicio 31:** K-Fold Cross Validation en R
- **Ejercicio 32:** Validación semafórica out of time (horizonte 6 años) de modelos Logístico y de Machine Learning

## Automatización de la Construcción y Calibración de Modelos con Inteligencia Artificial

### Módulo 14: Automatización de la Construcción y Calibración

- ¿ Que es la automatización de la modelización?
- Que se automatiza
- Automatización de los procesos de machine learning
- Optimizadores y evaluadores
- Componentes del Workflow de la automatización de la modelización
  - Resumen
  - Procesado
  - Feature engineering
  - Generación del modelo
  - Evaluación
- Optimización de hiperparámetros
- Reconstrucción o recalibración del credit scoring
- Modelización del Credit Scoring
  - Principales hitos
  - Evaluación y optimización
  - Posibles Issues
- Modelización de la calibración de la PD

- Evaluación y optimización
- Backtesting
- Poder Discriminante
- Pruebas de Estabilidad
- Evaluación global de la automatización de la modelización
- Implementación de la automatización de la modelización en banca
- Requerimientos tecnológicos
- Herramientas disponibles
- Beneficios y posible estimación del ROI
- Principales Issues
- Riesgo de Modelo
- **Ejercicio 33:** Automatización de la modelización y optimización y validación de hiperparametría del credit scoring

## Inteligencia Artificial Explicable

### Módulo 15: Explainable Artificial Intelligence XAI

- Problema de interpretabilidad
- Riesgo de modelo
- Regulación del Reglamento General de Protección de Datos GDPR
- EBA discussion paper on machine learning for IRB models
  - 1. El desafío de interpretar los resultados,
  - 2. El desafío de asegurar que las funciones gerenciales entiendan adecuadamente los modelos, y
  - 3. El desafío de justificar los resultados a los supervisores
- Modelos de caja negra contra algoritmos transparentes e interpretables
- Herramientas de interpretabilidad
- Shap, Shapley Additive explanations
  - Global Explanations
  - Dependence Plot
  - Decision Plot
  - Local Explanations Waterfall Plot
- Lime, explicaciones agnósticas del modelo interpretable local
- Explainer Dashboard
- Otras herramientas avanzadas
- **Ejercicio 34:** Interpretabilidad XAI del credit scoring

## VALIDACIÓN DE MODELOS

### Validación PD, LGD y EAD IRB e IFRS 9

#### Módulo 16: Directiva sobre la estimación de PD y LGD IRB y exposiciones en default dictada EBA

- Directiva Europea sobre estimación de PD y LGD, y exposiciones en default
- ¿Porque es recomendable considerarla en Latinoamérica?
- Reducción de variabilidad de los parámetros
- Homogeneización del cálculo de PD y LGD
- Fechas de implementación en bancos europeos
- Calidad de la dato
- Representatividad de los datos para el desarrollo del modelo y para la calibración de los parámetros de riesgo
- Juicio humano para la estimación de parámetros
- Tratamiento de deficiencias y margen de conservadurismo (Moc)
- **Estimación de la PD**

- Desarrollo del modelo
- Requerimiento de datos
- Risk drivers y criterio del rating
- Tratamiento de ratings externos
- Filosofía del rating
- Tratamiento de los Pools
- **Calibración de la PD**
- Requerimiento de datos
- Cálculo de tasa de default a un año
- Cálculo y uso de la tasa media de default observada
- Tasa de default a largo plazo
- Calibración de la tasa de default a largo plazo
- **Estimación de la LGD**
- Metodologías para la estimación de la PD
- Requerimiento de datos
- Recuperaciones desde los colaterales
- Desarrollo del modelo
- Risk drivers
- Elegibilidad de los colaterales
- Inclusión de colaterales
- **Calibración de LGD**
- Definición de pérdida económica y pérdida realizada
- Tratamiento de comisiones, intereses y otros retiros tras el default
- Tasa de descuento
- Costes directos e indirectos
- LGD a largo plazo
- Calibración LGD a largo plazo
- **Estimación de parámetros de riesgo para exposiciones en default**
- Estimación y calibración del Expected Loss Best Estimate
- Estimación y calibración del LGD in-default
- **Aplicación de parámetros de riesgo**
- **Revisión de las estimaciones**
- **Documentos que acompañan**
- Valoración del impacto
- Identificación del problema
- Objetivos de las políticas
- Escenario Baseline
- Opciones consideradas
- Análisis del coste-beneficio

## **Módulo 17: Modelos de PD para enfoque IRB e IFRS 9**

- Introducción a la Probabilidad de Default
- Definición de Default
- Triggers del Default
- Proceso efectivo y robusto para detectar al default
- Defaults técnicos y filtros técnicos del default
- Modelo de datos indispensable
- Análisis Unifactorial
- Análisis Multifactorial
- Selección del Modelo
- PD Histórica
- Modelos Econométricos y de Machine Learning de la PD
- Factores de riesgo que afectan el default
  - Macroeconómicos
  - Idiosincráticos
- PD Regresión Logística

- PD Regresión COX
- PD Log-log Complementary
- PD Regresión Logística Data Panel
- Machine Learning para estimar la PD
- Calibración de la PD
- Introducción a la Calibración
- Estimación Anchor Point
- Mapping de Score a PD
- Estructura temporal de la PD
  - PD Marginal
  - PD Forward
  - PD Acumulada
- Técnicas de Mapeo de PD´s a estructura temporal
- Añadas o cosechas de PD
- PD Bayesiana
- Juicio Experto
- Distribución a priori y posteriori
- Markov Chain Monte Carlo
- Modelo Probit
- Ajuste al Ciclo Económico de la PD
- Introducción de Ajuste al Ciclo Económico
- Directivas sobre el ciclo económico en la PD
- Modelos de PD Trough The Cycle (PD TTC)
- Consideraciones del Ajuste al ciclo enfoque “Variable escalar”
- PD en Low Default Portfolios
- Estimación de PD sin correlaciones
- Estimación de PD con correlaciones
- Calibración de LDP usando Curvas CAP
- Estimación Bayesiana de PD para LDP
- Correlación de defaults
- Correlación de defaults y multiperiodo
- Neutral Bayesian y Conservative Bayesian
- Matrices de Transición y PD
- Propiedades de las matrices de transición
- Multi-year transition matrix
  - Tiempo discreto
  - Tiempo continuo
  - Matriz Generatriz
  - Exponencial de una matriz
- Método de duración
- Método Cohort
- Gestión del error
- Modelización PD IFRS 9
- Requerimientos IFRS 9
- Probability Weighted
- Forward Looking
- Modelización del Lifetime PD
- Modelización PD Forecasting
- PD Point in Time Forecasting
- Cadenas de Markov
- **Ejercicio 35: Calibración de PD con regresión COX en R**
- **Ejercicio 36: Calibración de PD con log-log complementary en R**
- **Ejercicio 37: Calibración de PD con modelo logístico en R**
- **Ejercicio 38** Calibración de PD regresión bayesiana logística
- **Ejercicio 39:** Calibración de PD regresión panel data logística
- **Ejercicio 40: Calibración de PD regresión Lasso**
- **Ejercicio 41: Calibración de PD regresión Bayesiana Probit en R**

- **Ejercicio 42: Matrices de transición en Excel y R**
- **Ejercicio 43: Regresión Multinomial para estimar PD Lifetime**
- **Ejercicio 44: Multi stage Cadenas de Markov en R**

## Módulo 18: Backtesting PD IRB e IFRS9

- Validación de la PD en IRB PIT y TTC
- Validación de la PD Lifetime y PD12m en IFRS 9
- Backtesting PD
- Validación de Calibración de PD
- Hosmer Lameshow test
- Normal test
- Binomial Test
- Spiegelhalter test
- Redelmeier Test
- Traffic Light Approach
- Análisis Semafórico y Cuadro de mando de la PD
- PD Stability Test
- Forecasting PD vs PD Real en el tiempo
- Validación con simulación de Monte Carlo
- **Ejercicio 45: Backtesting de PD IRB y PD IFRS 9**
- **Ejercicio 46: Forecasting PD Estimada y PD real en Excel**
- **Ejercicio 47: Validación usando Simulación de Monte Carlo**

## Módulo 19: Modelos de LGD para enfoque IRB e IFRS 9

- LGD de BASILEA III y EBA
- Estimación y calibración de la LGD en la práctica
- Estimación de LGD in-default
- Modelos Econométricos y de Machine Learning de LGD
- Ventajas e inconvenientes de los Modelos Predictivos de LGD
- Modelos Forward Looking incorporando variables Macroeconómicas
- Modelos paramétricos, no paramétricos y transformation regressions
- Regresión Lineal y transformación Beta
- Regresión Lineal y transformación Logit
- Regresión Lineal y transformación Box Cox
- Regresión Logística y Lineal
- Regresión Logística y no Lineal
- Censored Regression
- Generalized Additived Model
- Redes Neuronales
- SVM
- Regresión Beta
- Inflated beta regression
- Fractional Response Regression
- LGD para IFRS 9
- Comparativa de LGD regulatoria frente a IFRS 9
- Ajustes en la LGD
- Selección de Tipos de Interés
- Imputación de Costes
- Floors
- Tratamiento del colateral en el tiempo
- LGD Marginal
- LGD PIT
- Concepto del Lifetime de las pérdidas
- Tratamiento de la exposición
- **Ejercicio 48: Regresión Logística y lineal LGD en R**
- **Ejercicio 49: Redes Neuronales y SVM LGD**

- **Ejercicio 50: Generalized Additived Model LGD en R**
- **Ejercicio 51: Beta Regression Model LGD en R**
- **Ejercicio 52: Calibración de la LGD a largo plazo**
- **Ejercicio 53: Inflated Beta Regression en SAS**
- **Ejercicio 54: Comparativo del performance de los modelos usando test de Calibración y precisión**

## Módulo 20: Backtesting LGD

- Backtesting LGD en IRB
- Backtesting LGD en IFRS 9
- Ratio de precisión
- Indicador absoluto de precisión
- Intervalos de Confianza
- Análisis de transición
- Análisis de RR usando Triángulos
- Backtesting Avanzado de LGD con enfoque vintage
- Backtesting para modelos econométricos
- Curva ROC, Gini y K-S
- **Ejercicio 55: Comparativo del performance de los modelos usando test de Calibración y precisión.**

## Módulo 21: Modelos de EAD

- Directivas para la estimación del CCF
- Directivas para la estimación del CCF Downturn
- Horizonte temporal
- Transformaciones para modelizar el CCF
- Enfoques para estimar el CCF
- Enfoque Fixed Horizon
- Enfoque Cohort
- Enfoque Variable time horizon
- Modelos Econométricos y de Machine Learning de la CCF
  - Regresión lineal
  - Regresión Logística
  - Generalized Additived Model
  - Redes Neuronales
  - SVM
  - Regresión Beta
  - Inflated beta regression
  - Fractional Response Regression
- EAD para IFRS 9
  - Comparativa de EAD regulatoria frente a IFRS 9
  - Ajustes en la EAD
  - Interest Accrual
  - Estimación CCF PIT
  - Modelización del disponible lifetime
- **Ejercicio 56: Estimación y ajustes para EAD IFRS 9 en excel y R**
- **Ejercicio 57: Redes Neuronales y SVM CCF**
- **Ejercicio 58: Generalized Additived Model CCF en R**
- **Ejercicio 59: Beta Regression Model CCF en R**

## Módulo 22: Backtesting EAD

- Validación EAD
- Validación CCF
- Backtesting EAD y CCF IRB
- Backtesting de la EAD y CCF IFRS 9
- R cuadrada
- Coeficiente de Pearson

- Spearman correlation
- Validación usando ROC, K-S y Gini
- **Ejercicio 60:** Comparativo del performance de los modelos de EAD

## Validación Expected Credit Loss (ECL) IFRS 9

### Módulo 23: Validación ECL

- Validación inicial
- Validación periódica
- Monitorización
- Principales hitos de la validación cualitativa
  - Calidad de los datos
  - Definición del Default
  - Relevancia del proceso de calificación
  - Override Analysis
  - Dinámica ambiental
  - User-Test
- Principales hitos de la validación cuantitativa
  - Muestras utilizadas con fines de validación
  - Poder Discriminante
  - Population Stability
  - Characteristic Stability
  - Análisis de concentración
  - Staging analysis
  - Calibración de parámetros
  - ECL backtesting
- Principio 5 – Validación del modelo ECL en Basilea III
  - Gobernanza
  - Model inputs
  - Diseño de modelo
  - Model output/performance
- Métricas de validación
  - Bayesian/Akaike/Schwartz/Deviance information criteria
  - Receiver operating characteristic (ROC) curve or AUROC statistic
  - Lorenz curve, Gini coefficient, Kolmogorov-Smirnov test
  - T-tests, F-tests, Wald test, log likelihood test
  - RMSE, MAPE, MAD
  - R-squared, Adjusted R-squared
  - Out-of-sample testing
  - Benchmarking
  - Population stability index (PSI)
- Problemas estadísticos
  - Sampling bias
  - Survivorship bias
  - Disproportionately high model weights
  - Términos autorregresivos y rezagados que no capturan los efectos macroeconómicos
  - Correlación espuria
  - Los métodos de suavizado que alteran la integridad de los datos
  - modelos lineales simples en relaciones no lineales

## Validación del Capital Regulatorio y Económico por Riesgo Crédito

### Módulo 24: Modelos de Capital Económico

- Definición y Objetivo
- Horizonte temporal

- Correlación de Default
- Correlación de activos
- Pérdida Inesperada
- Modelos de capital regulatorio
- Modelos de Capital Económico ASRF
- Modelos Comerciales
- Modelos Multifactoriales
- Capital Económico para retail usando Charge off
- Modelización de Dependencia usando copulas
- Estimación de VaR y Expected Shortfall
- Gestión del capital económico
- **Ejercicio 61:** Matriz de correlación de Default en SAS
- **Ejercicio 62:** Correlación de default: carteras de consumo en R
- **Ejercicio 63:** Correlación de activos con EMV y datos observables en R
- **Ejercicio 64:** Creditrisk + en R
- **Ejercicio 65:** Modelo Unifactorial en Excel y R
- **Ejercicio 66:** Modelo Multifactorial en Excel
- **Ejercicio 67:** T-student en Excel en Excel
- **Ejercicio 68:** Copulas en R

## Módulo 25: Validación capital económico

- Modelos de Capital Regulatorio
- Modelos de Capital Económico
- Validación de Credit Portfolio Models
  - Diseño del Modelo
  - Output del Modelo
  - Procesos, data y test de uso
- Validación de la agregación de pérdidas
- Validación modelos de Basilea
- Testing de distribuciones usando Berkowitz test
- Distribución de pérdida crediticia
- Simulación del chi-square value crítico
- Test de Berkowitz en subportfolios
- Valoración del poder
- Alcance y límites del test
- Riesgo de Modelo en el capital económico por incertidumbre
- **Ejercicio 69:** implementación del Berkowitz test en modelos de capital económico y regulatorio
- **Ejercicio 70:** Simulación de pérdidas y riesgo de modelo en capital regulatorio y económico

## Validación de Stress Testing Riesgo Crédito

### Módulo 26: Modelos de Forecasting

- Tratamiento de los datos
  - Series No Estacionarias
  - Test Dickey-Fuller
  - Pruebas de Cointegración
- Modelos Econométricos
  - Modelos ARIMA
  - Modelos de Vectores Autoregresivos VAR
  - Modelos ARCH
  - Modelos GARCH
  - Regresión Líneal
- Modelos de Machine Learning
  - Supported Vector Machine
  - Red Neuronal

- **Ejercicio 71:** Pruebas de Series no estacionarias y de cointegración en R y Python
- **Ejercicio 72:** variables macroeconómicas con VAR en R
- **Ejercicio 73:** Modelización Garch variables de mercado R
- **Ejercicio 74:** Modelización Machine Learning SPV y NN en Python

## Módulo 27: Validación de modelos econométricos

- Revisión de supuestos de los modelos econométricos
- Revisión de los coeficientes y errores estándar de los modelos
- Medidas de la confiabilidad del modelo
- Gestión de los errores
- No normalidad
- Heterocedasticidad
- Outliers
- Autocorrelación
- Multicolinealidad
- **Ejercicio 75:** Medición de colinealidad de regresión logística

## Módulo 28: Stress Testing Riesgo Crédito Consumo

- Horizonte temporal
- Enfoque Multiperíodo
- Impacto en P&L, RWA y Capital
- Escenarios Macroeconómicos de Estrés en consumo
- Stress Testing de la PD , LGD y EAD
- Stress Testing de la Matriz de Transición
- Stress Testing del Chage Off
- Pérdidas por activos deteriorados nuevos
- Pérdidas por activos deteriorados antiguos
- **Ejercicio 76:** Stress Testing PD en Excel y R modelo multifactorial
- **Ejercicio 77:** Stress Testing PD enfoque Multiyear Approach
- **Ejercicio 78:** Stress test de PD y Vectores Autoregresivos
- **Ejercicio 79:** Stress Test del Net Charge Off
- **Ejercicio 80:** Stress Test de la LGD

## Módulo 29: Stress Testing Riesgo Crédito Portfolios Corporate

- Metodología de Stress Test para portfolios corporate
- Creditmetrics y Matrices de transición
- Credit Index y PD
- Simulación de PD y matrices de transición
- **Ejercicio 81:** Stress Test de cartera corporativa

## Módulo 30: Stress Testing del ECL IFRS 9

- Stress testing IFRS 9 y COVID-19
- Escenarios de la pandemia aplicada al cálculo del ECL
- Stress Testing de parámetros IFRS 9
- EBA Stress Testing 2021
- Tratamiento de la moratoria
- Posibles escenarios regulatorios
- Impacto en P&L
- Parámetros de partida PIT
- Parámetros proyectados PIT
- Cálculo de activos no productivos y deterioros
- Cambios en el stock de provisiones
- Cambios en el stock de provisiones de exposiciones fase S1
- Cambios en el stock de provisiones de exposiciones fase S2

- Cambios en el stock de provisiones de exposiciones fase S3
- Pérdidas por deterioro de exposiciones soberanas
- Impacto en el capital
- Modelo interno de Stress Testing para ECL IFRS 9
- **Ejercicio 82:** Stress Testing del ECL usando matrices y series temporales R y Excel

### Módulo 31: Validación de Stress Testing

- Validación del Stress Testing
- Validación del Best Case y de los escenarios adversos
- Estacionariedad de las variables
- Los signos de los coeficientes económicamente intuitivos
- Significación estadística de coeficientes
- Niveles de confianza
- Los diagnósticos residuales
- Métricas de rendimiento del modelo
  - Bondad de ajuste
  - Clasificación de riesgo
  - Medidas de error acumulativo
- Umbrales aceptados por la industria
- Orden de clasificación intuitivo
- Generalized Cross Validation
- Squared Correlation
- Root Mean Squared Error
- Cumulative Percentage Error
- Akaike Information Criterion
- **Ejercicio 83:** Pruebas de Validación del stress testing VAR vs MARS