

Course Information	
Subject	Advanced Quantitative Methods and Structured Products
Degree	Master in Finance
Course	First course
Term	Second term
ECTS – Credits	3
Type of Course	Elective
Department	ICADE Business School
Area	Finance
Professor	
Name	Mónica Hernández Rollón
CV	http://web.upcomillas.es/profesor/mhernaez
Department	ICADE Business School
Área	Finance
e-mail	hernaez.monica@gmail.com
Office hours	Continuously available by e-mail

COURSE SPECIFICS

Context of the Course	
Contribution to the professional profile of the master degree.	
<p>Financial markets have experienced a complete revolution in the last three decades with the emergence of complex financial instruments and the development of new quantitative methods. Risk management, portfolio allocation, trading or pricing derivatives now require a technical competence in mathematics and programming well above what is typically obtained in undergraduate programs in economics or business administration.</p> <p>The aim of this course is to fill this gap by introducing the main analytical and computational tools needed for a wide variety of positions within a bank, financial firm or a consultancy. In particular, we will provide a basic background in probability and stochastic processes, an introduction to the pricing of derivatives using binomial trees and Monte Carlo methods, and an overview of how these methods can be applied to project valuation and risk assessment. In addition, the course allows the student to develop some basic skills in programming (using Matlab).</p>	
Class Aims / Objectives	
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Probability:</i> <ul style="list-style-type: none"> o To understand the concept of probability, conditional probability and statistical independence. o To understand the concept of random variable, probability density function, mean and variance. o To understand the concept of stochastic process, stationarity and correlation. - <i>Simulation of Random Variables:</i> <ul style="list-style-type: none"> o To understand the concept of discrete and continuous random variable. o To develop programming skills to simulate discrete and continuous random variables - <i>Pricing Options:</i> <ul style="list-style-type: none"> o To understand the main models of asset price 	

- To develop programming skills to simulate asset price
 - To be able to price options using binomial trees and Monte Carlo methods
- *Value at Risk:*
- To understand the mathematical concept of value at risk
 - To be able to compute VaR by Monte Carlo simulation.

CONTENTS

Module 1: Probability
Lesson 1: Probability, random variables and stochastic processes
1.1 Introduction to probability. 1.2 Random variables. Cumulative distribution function and probability density function. 1.3 Mean and variance. 1.3 Multiple random variables. Correlation and covariance. 1.4 Stochastic processes. Stationarity.
Module 2: Computer Simulation of Random Variables
Lesson 2: Uniform random variable generator and generating discrete random variables
2.1 Uniform random variable generator. 2.2 Generating discrete random variables. Poisson distribution.
Lesson 3: Simulation of continuous random variables
3.1 Simulation of continuous random variables. 3.2 Cauchy, Exponential, Weibull, Gaussian and Lognormal distribution
Module 3: Valuation of Contingent Claims and Pricing Options
Lesson 4: General approach to the valuation of contingent claims
4.1 The Cox, Ross and Rubinstein binomial model of option pricing 4.2 Black and Scholes and Merton option pricing model
Lesson 5: Pricing options using Monte Carlo simulation
5.1 Simple simulation 5.2 Simulations with antithetic variables 5.3 Simulations with control variates 5.4 Simulations with stochastic interest rate
Module 4: Internal models for risk assessment
Lesson 6: Value at Risk
6.1 Definition of the value at risk. 6.2 Approaches to compute VaR 6.3 Computing VaR by Monte Carlo Simulation

Competences
General competences
CGB 1. Capacity for analysis and synthesis CGB 2. Problem solving and decision making CGB 3. Capacity for organization and planning CGB 4. Ability to manage information from different sources CGB 5. Advanced computer skills related to field of study CGB 6. Interpersonal skills: listen, argue and debate CGB 7. Leadership and teamwork CGB 8. Critical and self-criticism capacity CGB 9. Ethical commitment CGB 10. Recognition and respect for diversity and multiculturalism CGB 11. Ability to learn and work independently CGB 13. Action and quality orientation CGB 14. Ability to process and transmit ideas, projects , reports, problems and solutions
Specific competences
CE 4. Basic understanding of probability, financial mathematics and programming

TEACHING AND LEARNING

General methodology Issues of the course	
Classroom Activities / On site activities	Competences
<u>Theoretical classes:</u> Master classes covering theoretical explanations and providing guidance over the study of each specific lesson. <u>Practical work:</u> These hours will be dedicated to realize exercises and to practice programming.	CGB 1, CGB 2, CGB 5, CGB 6, CGB 7, CGB 8, CGB 9, GCB 10, CGB 13, CGB 14 and CE 4.
Out of Class Activities	Competences
Outside the classroom the student should do following activities: <ul style="list-style-type: none"> • To ensure that new concepts are clear, and to consult the professor any questions • Every week it will be indicated the homework to do for next class. • Some practical will be done in groups of 2 people. 	CGB 1, CGB 2, CGB 3, CGB 4, CGB 5, CGB 8, CGB 11, CGB 14 and CE 4.

EVALUATION AND GRADING CRITERIA

ASSESSMENT SCHEME	CRITERIA	WEIGHT
Final exam (Writing Exercise)	From 0 to 10. Clarity of exposition. Mathematical proficiency. Minimum 4,9 mark required to obtain a Pass grade	60%
Individual exercises or in groups of two people will be resolved and discussed in class.	Participation (right or wrong answers). Attendance. Right answers	40%

- o Attendance is mandatory, minimum of 75% attendance rate to obtain a Pass grade in the subject.
- o No late assignment will be graded.
- o Students who fail in the regular season have the right to undertake a special exam in a second call assessment. In this case the final grade will be 5.0 if passed.

SUMMARY OF EXPECTED WORKING HOURS							
ATTENDANCE HOURS							
Lectures (AF1)	Presentations (AF2)	Group presentations (AF3)	Exercises, and assessment (AF4)	Class discussion (AF5)	Seminars, workshops, case studies (AF6)	Interdisciplinary activities (AF7)	Simulations (AF8)
5	8	1	4	2	3	3	4
NON-ATTENDANCE HOURS							
Reading, researching, studying and analyzing the material provided (AF9)		Performing assignment and case studies (AF10)		Tutorials (AF11)		Research and coworking (AF12)	
35		10		3		5	
ECTS CREDITS: 3							

BIBLIOGRAPHY

Basic references
Textbooks
<ul style="list-style-type: none">• BJORK, T (2009) Arbitrage Theory in Continuous Time. 3rd Edition. Ed. Oxford Finance Series.• HULL, J. (2005). Options, Futures and Other Derivates. 6th edition. Ed. Prentice Hall.
Webpages
https://cs.uwaterloo.ca/~paforsyt/agon.pdf
Complementary references
Textbooks
<ul style="list-style-type: none">• EICHENGREEN, B. (1996). Globalizing Capital. Ed. Princeton University Press.• HUYNH, H., LAI, V., SOUMARE, I. (2008). Stochastic simulation and applications in finance with matlab programs. Ed. Wiley Finance• KWOK, Y-K. (2008). Mathematical Models of Financial Derivatives. Ed. Springer.• LUENBERGER, D. (1998). Investment Science. Ed. Oxford University• PEEBLES, P. (1993). Probability, Random Variables and Random Signal Principles. Ed. McGraw-Hill.• ROSS, S. (2003). Introduction to Probability Models. Academic Press.• SHREVE, S. E. (2008). Stochastic Calculus for Finance II. Ed. Springer• TSAY, R. (2005). Analysis of Financial Time Series. Ed. Wiley-Interscience.
Papers
<ul style="list-style-type: none">• Black, F. and M. Scholes (1973). "The pricing of options and corporate liabilities", <i>Journal of Political Economy</i> 81, 637-659.• Corrado, C. and T. Su (1996), "Skewness and kurtosis in S&P 500 index returns implied by option prices", <i>Journal of Financial Research</i> 19, 175-192.• Corrado, C. and T. Su (1997), "Implied Volatility Skews and Stock Return Skewness and Kurtosis Implied by Stock Option Prices", <i>European Journal of Finance</i> 3, 73-85.• Cox, J., Ross, S. and M. Rubinstein (1979), "Option pricing: a simplified approach, <i>Journal of Financial Economics</i> 7, 229-263.• Derman, E. and Kani I. (1994), "<i>Riding on a smile</i>", <i>Risk</i> 7, 18-20.• Hull, J. and A. White (1987), "The Pricing of Options with Stochastic Volatilities", <i>Journal of Finance</i> 42, 281-300.• Rubinstein, M. (1994), "Implied Binomial Trees", <i>Journal of Finance</i> 49, 771-818.

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre	Métodos Cuantitativos Avanzados y Productos Estructurados
Titulación	Master Universitario en Finanzas (MUF)
Curso	Primero
Semestre	Segundo
Créditos ECTS	3
Carácter	Optativa
Departamento	ICADE Business School
Área	Finanzas
Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Mónica Hernández Rollón
CV	http://web.upcomillas.es/profesor/mhernaez
Departamento	ICADE Business School
Área	Finanzas
e-mail	hernaez.monica@gmail.com
Horario de Tutorías	Disponibilidad continua vía mail

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
Aportación al perfil profesional de la titulación
<p>Los mercados financieros han experimentado en los últimos años una auténtica revolución con el desarrollo de productos derivados cada vez más complejos. Dichos productos se valoran mediante técnicas basadas en la simulación de modelos matemáticos desarrollados por los analistas cuantitativos (<i>quants</i>).</p> <p>Simultáneamente, la introducción de la regulación de Basilea II y III ha obligado a los bancos a contratar personal con conocimientos básicos en modelos de estimación de riesgos. En la actualidad, perfiles tan variados como <i>trader</i>, analista de riesgos, gestor de fondos de inversión, estructurador o consultor comparten la necesidad de disponer de unos conocimientos básicos en la elaboración de modelos financieros elementales, tanto de gestión de carteras como de valoración de derivados.</p> <p>La crisis financiera ha puesto de manifiesto de manera dramática como la falta de comprensión de los derivados financieros puede llevar a la toma de decisiones fatales tanto para una compañía como para la economía en su conjunto.</p>
Objetivos
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Probabilidad:</i> <ul style="list-style-type: none"> o Comprender los conceptos de probabilidad, probabilidad condicionada e independencia. o Comprender los conceptos de variable aleatoria. o Comprender los conceptos de proceso estocástico, estacionariedad y correlación. - <i>Simulación de variables aleatorias:</i> <ul style="list-style-type: none"> o Comprender el concepto de variable aleatoria discreta y continua. o Desarrollar habilidades de programación para simular variables aleatorias discretas y continuas.

- *Valoración de opciones*
 - o Comprender los principales modelos de precio de los activos.
 - o Desarrollar habilidades de programación para simular precios de los activos
 - o Ser capaz de valorar el precio de las opciones usando árboles binomiales y métodos de Monte Carlo

- *Valor en Riesgo:*
 - o Comprender el concepto matemático de valor en riesgo
 - o Ser capaz de calcular el valor en riesgo mediante la simulación de Monte Carlo

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos
BLOQUE 1: Conceptos de probabilidad y estadística
Tema 1: Probabilidad, variables aleatorias y procesos estocásticos
1.1 Introducción a la teoría de probabilidad.
1.2 Variables aleatorias. Función cumulativa y distribución de probabilidad. Distribuciones discretas y continuas.
1.3 Media y varianza
1.3 Variables multidimensionales. Correlación y dependencia.
1.4 Procesos estocásticos y estacionariedad
BLOQUE 2: Simulación de variables aleatorias
Tema 2: Variables aleatorias uniformes y generación de variables aleatorias discretas
2.1 Generación de variables aleatorias uniformes
2.2 Generación de variables aleatorias discretas. Distribución de Poisson
Tema 3: Simulación de variables aleatorias continuas
3.1 Simulación de variables aleatorias continuas
3.2 Distribución de Cauchy, Exponential, Weibull, Gaussian and Lognormal
BLOQUE 3: Valoración de opciones
Tema 4: Enfoque general para la valoración de opciones
4.1 Los modelos de Cox, Ross and Rubinstein para la valoración de opciones
4.2 Los modelos de Black y Scholes y Merton para la valoración
Tema 5: Valoraciones de opciones mediante la simulación de Monte Carlo
5.1 Simulación simple
5.2 Simulación con variables de control
5.3 Simulación con tasas de interés
Module 4: Modelos internos para la gestión del riesgo
Tema 6: Valor en riesgo
6.1 Definición de valor en riesgo.
6.2 Enfoque para el cálculo del VaR
6.3 Cálculo del VaR mediante la simulación de Monte Carlo

Competencias
Competencias Genéricas del área-asignatura
CGB 1. Capacidad de análisis y síntesis
CGB 2. Resolución de problemas y toma de decisiones
CGB 3. Capacidad de organización y planificación
CGB 4. Capacidad de gestionar información proveniente de fuentes diversas
CGB 6. Habilidades interpersonales: escuchar, argumentar y debatir

<p>CGB 7. Capacidad de liderazgo y trabajo en equipo CGB 8. Capacidad crítica y autocrítica CGB 9. Compromiso ético CGB 10. Reconocimiento y respeto a la diversidad y multiculturalidad CGB 11. Capacidad para aprender y trabajar autónomamente CGB 13. Orientación a la acción y a la calidad CGB 14. Capacidad de elaboración y transmisión de ideas, proyectos, informes, soluciones y problemas</p>
Competencias Específicas del área-asignatura
CE 4. Entendimiento básico de probabilidad, matemática financiera y programación

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura	
Metodología Presencial: Actividades	Competencias
<p>Las sesiones pueden ser teóricas o prácticas. En las sesiones teóricas se persigue la comprensión de los fundamentos matemáticos de las finanzas cuantitativas.</p> <p>Las sesiones prácticas están orientadas a la familiarización con las herramientas software que permiten elaborar los modelos.</p>	CGB 1, CGB 2, CGB 5, CGB 6, CGB 7, CGB 8, CGB 9, GCB 10, CGB 13, CGB 14 y CE 4.
Metodología No presencial: Actividades	Competencias
Realización de pequeñas tareas individuales o en grupo	CGB 1, CGB 2, CGB 3, CGB 4, CGB 5, CGB 8, CGB 11, CGB 14 y CE 4.

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	CRITERIOS	PESO
Examen final (Ejercicio escrito)	De 0 a 10. Claridad de exposición. Rigor matemático. Aprobado al menos con 4.9	60%
Ejercicios individuales o en grupos de 2 personas que serán discutidos y resueltos en clase.	Participación. Asistencia. Respuestas correctas.	40%

- Asistencia obligatoria, mínimo de 75% de horas para aprobar.
- No se corregirán entregas con retraso.
- Estudiantes que no aprueben en primera ronda tienen derecho a una segunda evaluación. La nota en caso de aprobar en segunda evaluación es de 5.0.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO							
HORAS PRESENCIALES							
Lecciones magistrales (AF1)	Presentación de contenidos (AF2)	Exposición temas y trabajos (AF3)	Ejercicios y prácticas evaluadas (AF4)	Debates Organizados (AF5)	Seminarios, talleres, casos	Actividades Interdisciplinarias (AF7)	Simulaciones (AF8)

					prácticos (AF6)		
5	8	1	4	2	3	3	4
HORAS NO PRESENCIALES							
Estudio y análisis de documentación (AF9)		Realización trabajos prácticos y monografías (AF10)		Sesiones tutoriales (AF11)		Realización de trabajos colaborativos (AF12)	
35		10		3		5	
CRÉDITOS ECTS: 3 ECTS							

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

Libros de texto

- BJORK, T (2009) Arbitrage Theory in Continuous Time. 3rd Edition. Ed. Oxford Finance Series.
- HULL, J. (2005). Options, Futures and Other Derivates. 6th edition. Ed. Prentice Hall.

Páginas web

<https://cs.uwaterloo.ca/~paforsyt/agon.pdf>

Bibliografía Complementaria

Libros de texto

- EICHENGREEN, B. (1996). Globalizing Capital. Ed. Princeton University Press.
- HUYNH, H., LAI, V., SOUMARE, I. (2008). Stochastic simulation and applications in finance with matlab programs. Ed. Wiley Finance
- KWOK, Y-K. (2008). Mathematical Models of Financial Derivatives. Ed. Springer.
- LUENBERGER, D. (1998). Investment Science. Ed. Oxford University
- PEEBLES, P. (1993). Probability, Random Variables and Random Signal Principles. Ed. McGraw-Hill.
- ROSS, S. (2003). Introduction to Probability Models. Academic Press.
- SHREVE, S. E. (2008). Stochastic Calculus for Finance II. Ed. Springer
- TSAY, R. (2005). Analysis of Financial Time Series. Ed. Wiley-Interscience.

Artículos

- Black, F. and M. Scholes (1973). "The pricing of options and corporate liabilities", *Journal of Political Economy* 81, 637-659.
- Corrado, C. and T. Su (1996), "Skewness and kurtosis in S&P 500 index returns implied by option prices", *Journal of Financial Research* 19, 175-192.
- Corrado, C. and T. Su (1997), "Implied Volatility Skews and Stock Return Skewness and Kurtosis Implied by Stock Option Prices", *European Journal of Finance* 3, 73-85.
- Cox, J., Ross, S. and M. Rubinstein (1979), "Option pricing: a simplified approach, *Journal of Financial Economics* 7, 229-263.
- Derman, E. and Kani I. (1994), "*Riding on a smile*", *Risk* 7, 18-20.
- Hull, J. and A. White (1987), "The Pricing of Options with Stochastic Volatilities", *Journal of Finance* 42, 281-300.
- Rubinstein, M. (1994), "Implied Binomial Trees", *Journal of Finance* 49, 771-818.