



FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

| Datos de la asignatura | |
|-------------------------------|--|
| Nombre | Métodos Cuantitativos para la Decisión |
| Código | DOI-IND-581 |
| Titulación | Máster en Ingeniería Industrial (MII) |
| Curso | Primero |
| Cuatrimestre | 1º |
| Créditos ECTS | 6 |
| Carácter | Básico |
| Departamento | Organización Industrial |
| Área | Estadística e Investigación Operativa |
| Coordinador | Andrés Ramos |

| Datos del profesorado | |
|------------------------------|--|
| Profesor | |
| Nombre | Andrés Ramos |
| Departamento | Organización Industrial |
| Área | Estadística e Investigación Operativa |
| Despacho | SM26.D-103 |
| e-mail | Andres.Ramos@comillas.edu |
| Teléfono | 915406150 |
| Horario de Tutorías | Previa petición por correo electrónico |

| Profesor | |
|---------------------|--|
| Nombre | Eugenio Sánchez |
| Departamento | Organización Industrial |
| Área | Estadística e Investigación Operativa |
| Despacho | SM26.D-304 |
| e-mail | Eugenio.Sanchez@comillas.edu |
| Teléfono | 915422800 Ext. 2706 |
| Horario de Tutorías | Previa petición por correo electrónico |

| Profesor | |
|---------------------|--|
| Nombre | Pedro Moreno Alonso |
| Departamento | Organización Industrial |
| Área | Estadística e Investigación Operativa |
| Despacho | |
| e-mail | moralpe@yahoo.es |
| Teléfono | |
| Horario de Tutorías | Previa petición por correo electrónico |



| Profesor | |
|----------------------------|--|
| Nombre | Joanna Virginia Rodríguez César |
| Departamento | Organización Industrial |
| Área | Estadística e Investigación Operativa |
| Despacho | |
| e-mail | joanna.rodriguezcesar@gmail.com |
| Teléfono | |
| Horario de Tutorías | Previa petición por correo electrónico |

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

| Contextualización de la asignatura |
|---|
| Aportación al perfil profesional de la titulación |
| <p>En el perfil profesional del alumno de Máster, esta asignatura pretende iniciar al alumno en el conocimiento de técnicas de análisis de datos y de simulación para la posterior toma de decisiones.</p> <p>En particular se pretende conseguir que el alumno sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar un conjunto de datos multivariante mediante diferentes perspectivas y usando técnicas clásicas de análisis multivariante y técnicas de inteligencia artificial. • Comunicar los resultados de un análisis de datos tanto de tipo serie temporal como de tipo multivariante no temporal. • Comprender los fundamentos más críticos del análisis multivariante, las técnicas de inteligencia artificial y el análisis de series temporales. • Conocer el ámbito de aplicación de la técnica de simulación de sistemas, las ventajas e inconvenientes de su uso, así como las características deseables del software comercial de simulación. • Diseñar y desarrollar modelos de simulación de procesos utilizando software de simulación de propósito general. • Comprender el modelado de la aleatoriedad de entrada a los modelos de simulación. • Conocer y diseñar los procedimientos de generación de aleatoriedad dentro de los modelos de simulación. • Planificar el diseño de experimentos aplicado al estudio de simulación de un sistema. • Comunicar las características principales de un estudio de simulación, el análisis de resultados y las conclusiones principales • Evaluar la idoneidad de diferentes configuraciones del mismo sistema aplicando técnicas de simulación • Conocer los fundamentos de teoría de colas aplicada a sistemas abiertos y cerrados y su relación con la técnica de simulación. • Comprender el cálculo de los resultados de interés de los sistemas de colas y su relación con la técnica de simulación. |



- Desarrollar un trabajo práctico del aprendizaje alcanzado y que concluya con el desarrollo de un modelo de soporte a la toma de decisiones.

Esta asignatura tiene un carácter mixto teórico-práctico por lo que a los componentes teóricos se les añaden los de carácter práctico, tanto la resolución de cuestiones numéricas como la realización de trabajos prácticos de modelado en los que se ejercitarán los conceptos estudiados.

Prerrequisitos

Conocimientos básicos de álgebra y estadística.



| Competencias - Objetivos | |
|--|---|
| Competencias Genéricas del título-curso | |
| CG1. | Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc. |
| CG4. | Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos. |
| CG11. | Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo. |

| Competencias Específicas y Resultados de Aprendizaje¹ | |
|---|--|
| CMG1. | Conocimientos y capacidades para organizar y dirigir empresas. |
| CMG2. | Conocimientos y capacidades de estrategia y planificación aplicadas a distintas estructuras organizativas. |
| CMG5. | Conocimientos de sistemas de información a la dirección, organización industrial, sistemas productivos y logística y sistemas de gestión de calidad. |

¹ Los resultados de aprendizaje son indicadores de las competencias que nos permiten evaluar el grado de dominio que poseen los alumnos. Las competencias suelen ser más generales y abstractas. Los R.A. son indicadores observables de la competencia



BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

| |
|---|
| Contenidos – Bloques Temáticos |
| BLOQUE 1: Modelado |
| Los siguientes contenidos estarán enfocados a los sistemas de información a la dirección, la organización industrial, sistemas productivos y logística y sistemas de gestión de calidad. |
| Tema 1: MODELADO DE SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS |
| <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Componentes y procesos. 1.2 Modelado mediante simulación. 1.3 Software de simulación. |
| Tema 2: MODELADO DE LA ALEATORIEDAD EN SIMULACIÓN |
| <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Modelado de la aleatoriedad de entrada. Ajuste paramétrico y medidas de bondad. 2.2 Generación de números aleatorios y variables aleatorias. |
| Tema 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS DE SIMULACIÓN |
| <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Estadísticos en régimen transitorio y permanente. 3.2 Simulación de horizonte finito e infinito. 3.3 Gestión y escritura de resultados y salidas de la simulación 3.4 Comparación de dos o más configuraciones del sistema. 3.5 Diseños factoriales 2k y 2k-p 3.6 Superficies de respuesta y metamodelos |
| Tema 4: TEORÍA DE COLAS |
| <ul style="list-style-type: none"> 4.1 Procesos poissonianos. Elementos de un sistema de colas. 4.2 Modelos de sistemas abiertos y cerrados. |
| Tema 5: ANÁLISIS DE DATOS MULTIVARIANTE |
| <ul style="list-style-type: none"> 5.1 Introducción al análisis de datos 5.2 Modelos de análisis de la varianza. Modelos ANOVA de uno, dos o más factores. 5.3 Técnicas de reducción de la información. Análisis de componentes principales. Análisis factorial. |
| Tema 6: TÉCNICAS DE FORMACIÓN DE CONGLOMERADOS Y CLASIFICACIÓN |
| <ul style="list-style-type: none"> 6.1 Método de las k-medias. Método KSOM. Redes de Kohonen. 6.2 Análisis discriminante. 6.3 Árboles de decisión. |
| Tema 7: MÉTODOS DE REGRESIÓN |
| <ul style="list-style-type: none"> 7.1 Modelos de regresión. Regresión lineal y modelos aditivos. 7.2 Redes neuronales. Perceptrón multicapa. |
| Tema 8: PREDICCIÓN Y SERIES TEMPORALES |
| <ul style="list-style-type: none"> 8.1 Técnicas de descomposición. 8.2 Métodos de suavizado. 8.3 Modelos ARIMA. |



METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

Metodología Presencial: Actividades

1. **Clase magistral y presentaciones generales:** Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. Incluirá presentaciones dinámicas, pequeños ejemplos prácticos y la participación reglada o espontánea de los estudiantes.
2. **Resolución en clase de problemas prácticos:** Resolución de unos primeros problemas para situar al alumno en contexto. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa. El profesor planteará pequeños problemas que los alumnos resolverán en grupos reducidos en clase y cuya solución discutirán con el resto de grupos.
3. **Trabajos de carácter práctico.** Se realizarán en grupos y en ellas los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas, familiarizándose con el entorno material y humano del trabajo en el desarrollo de un modelo.
4. **Tutorías** se realizarán en grupo e individualmente para resolver las dudas que se les planteen a los alumnos después de haber trabajado los distintos temas. Y también para orientar al alumno en su proceso de aprendizaje.

Metodología No presencial: Actividades

1. Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.
2. Resolución de problemas prácticos que se corregirán en clase.
3. Resolución grupal de casos prácticos y preparación de exposición de trabajos.

El objetivo principal del trabajo no presencial es llegar a entender y comprender los conceptos teóricos de la asignatura, así como ser capaz de poner en práctica estos conocimientos para resolver los diferentes tipos de problemas.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES

| Lección magistral | Resolución de problemas | Casos de estudio | Prácticas |
|-------------------|-------------------------|------------------|-----------|
| 38 | 12 | 5 | 5 |



| HORAS NO PRESENCIALES | | | |
|--|---|---------------------------------------|----------------------|
| Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos | Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos | Realización de trabajos colaborativos | Prácticas |
| 68 | 12 | 30 | 10 |
| CRÉDITOS ECTS: | | | 6 (180 horas) |

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

| Actividades de evaluación | Criterios de evaluación | PESO |
|---|--|--|
| Realización de exámenes: <ul style="list-style-type: none"> Examen Intercuatrimstral Examen Final | <ul style="list-style-type: none"> - Comprensión de conceptos. - Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos. - Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. - Presentación y comunicación escrita. | 10% Intercuatrimstral 50% Final |
| Para aprobar la asignatura los alumnos tienen que tener al menos 4 puntos sobre 10 en la nota de exámenes cuyo valor se calcula pesando proporcionalmente los exámenes acordes a sus pesos en la nota de la asignatura. | | |
| Trabajos prácticos fuera de clase. | <ul style="list-style-type: none"> - Comprensión de conceptos. - Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos. - Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. - Capacidad de trabajo en grupo. - Presentación y comunicación escrita. | 20% |
| Realización de pruebas de seguimiento en laboratorio | <ul style="list-style-type: none"> - Comprensión de conceptos. - Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos en laboratorio | 15% |
| Participación activa en clase | <ul style="list-style-type: none"> - Intervenciones en la dinámica de clases presenciales - Participación en la resolución de problemas en clase - Asistencia presencial | 5% |

CALIFICACIONES

| Calificaciones |
|--|
| La calificación en la convocatoria ordinaria de la asignatura se obtendrá como: |



- Un 60 % la nota de exámenes que se calcula ponderando un 10 % la calificación del intercuatrimestral y un 50 % la calificación del examen final. En cualquier caso para aprobar la asignatura se exigirá una calificación mínima de 4.0 en la nota de exámenes.
 - Un 20 % será la calificación de la práctica de simulación.
 - Un 15 % será la calificación de las pruebas de seguimiento en laboratorio
 - Un 5% será la participación activa del alumno en la resolución de problemas en clase, entregas periódicas de problemas resueltos y el control de asistencia a clase.
- Convocatoria Extraordinaria**
- Un 60 % la calificación del examen de la convocatoria extraordinaria.
 - Un 20 % la calificación que obtuvo el alumno en su práctica de simulación.
 - Un 15 % la calificación de las pruebas de seguimiento en laboratorio
 - Un 5 % la calificación de la participación del alumno en clase y fuera de clase.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA²

| Actividades No presenciales | Fecha de realización | Fecha de entrega |
|---|--------------------------|------------------|
| Lectura y estudio de los contenidos teóricos en el material docente facilitado y en los libros de texto | Después de cada clase | |
| Resolución de los problemas propuestos | Semanalmente | |
| Asignación de la práctica de análisis de datos y simulación | Semana 2 | |
| Realización de la práctica | Semanas 3, 5, 9, 11 y 13 | |
| Presentación de la práctica | Semana 7 | |
| Preparación de Examen intercuatrimestral y final | Noviembre y noviembre | |

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- Rossetti, Manuel D. Simulation Modeling and ARENA. Ed. Wiley. 2010
- Peña, D. Análisis de datos multivariantes. Ed. McGrawHill. 2002

Bibliografía Complementaria

² En la ficha resumen se encuentra una planificación detallada de la asignatura. Esta planificación tiene un carácter orientativo y las fechas podrán irse adaptando de forma dinámica a medida que avance el curso.



- Hillier, F.S. Introducción a la Investigación de Operaciones. 9ª edición. Ed. McGraw Hill. 2010
- Law, A.M., Kelton, W.D. Simulation Modeling and Analysis. Ed. McGrawHill. 2000
- Sarabia, A. La investigación operativa. Una herramienta para la adopción de decisiones. Ed. Universidad Pontificia Comillas. 1996

GENERAL INFORMATION

| Course information | |
|---------------------------|--|
| Name | Quantitative Decision Methods |
| Code | DOI-IND-581 |
| Degree | Máster en Ingeniería Industrial (MII), Máster en Ingeniería de Telecomunicación (MIT), Máster in Business Administration (MBA) |
| Year | 1 st |
| Semester | 1 st (Fall) |
| ECTS credits | 6 |
| Type | Basic |
| Department | Industrial Organization |
| Area | Statistics and Operations Research |
| Coordinator | Andrés Ramos |

| Instructor | |
|---------------------|------------------------------------|
| Name | Andrés Ramos |
| Department | Industrial Organization |
| Area | Statistics and Operations Research |
| Office | SM26.D-103 |
| e-mail | Andres.Ramos@comillas.edu |
| Phone | 915406150 |
| Office hours | Arrange an appointment by email |

| Instructor | |
|---------------------|------------------------------------|
| Name | Eugenio Sánchez Úbeda |
| Department | Industrial Organization |
| Area | Statistics and Operations Research |
| Office | SM26.D-304 |
| e-mail | Eugenio.Sanchez@comillas.edu |
| Phone | 915422800 Ext. 2706 |
| Office hours | Arrange an appointment by email |

| Instructor | |
|---------------------|------------------------------------|
| Name | Pedro Moreno Alonso |
| Department | Industrial Organization |
| Area | Statistics and Operations Research |
| Office | |
| e-mail | moralpe@yahoo.es |
| Phone | |
| Office hours | Arrange an appointment by email |

| Instructor | |
|---------------------|------------------------------------|
| Name | Joanna Virginia Rodríguez César |
| Department | Industrial Organization |
| Area | Statistics and Operations Research |
| Office | |
| e-mail | joanna.rodriguezcesar@gmail.com |
| Phone | |
| Office hours | Arrange an appointment by email |

DETAILED INFORMATION

| |
|--|
| Contextualization of the course |
| Contribution to the professional profile of the degree |
| <p>This subject introduces the student in simulation and data analysis techniques for supporting decision-making.</p> <p>Specifically, the contributions of this course to the professional profile are the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knowing the application of system simulation in real environments, pros and cons of their use. • Designing and developing simulation models using a simulation language • Understanding the representation of the uncertainty in input data and analyzing the results for extracting conclusions • Developing a practical work applied to support decisions in a realistic case study • Understanding queuing theory applied to open and closed systems and the link with simulation • Understanding different data analysis techniques to extract information from data available, being either static or dynamic • Applying these data analysis techniques to some data sets and extracting conclusions about the information <p>This subject has both theoretical and practical components, based on the exposition and discussion of each topic but also on the application of the simulation and data analysis techniques to realistic case studies.</p> |
| Prerequisites |
| Basic knowledge of Algebra and Statistics. |

CONTENTS

| Contents |
|---|
| Theory |
| Topic 1: DISCRETE EVENT SIMULATION MODELING |
| 1.1 Components and Processes 1.2 Modeling by Simulation 1.3 Simulation languages |
| Topic 2: MODELING RANDOMNESS IN SIMULATION |
| 2.1 Distribution Fitting 2.2 Random Number Generation. Variable Sampling |
| Topic 3: SIMULATION OUTPUT ANALYSIS |
| 3.1 Finite-Horizon Analysis. Infinite-Horizon Analysis 3.2 Comparison of System Designs 3.3 2k and 2k-p factorial design. Response surface and metamodels. |
| Topic 4: QUEUEING THEORY |
| 4.1 Poisson processes 4.2 Queueing models |
| Topic 5: MULTIVARIATE DATA ANALYSIS |
| 5.1 Introduction to Multivariate Data Analysis 5.2 Analysis of Variance 5.3 Principal Component Analysis 5.4 Factor Analysis |
| Topic 6: CLUSTERING AND CLASSIFICATION |
| 6.1 Hierarchical Clustering. k-means. KSOM 6.2 Discriminant Analysis 6.3 Classification Trees |
| Topic 7: REGRESSION |
| 7.1 Linear Regression 7.2 Additive Models. Neural Networks. Multilayer Perceptron |
| Topic 8: TIME SERIES FORECASTING |
| 8.1 Decomposition Methods and Exponential Smoothing 8.2 ARIMA |
| Practices |
| Practice 1. Simulation Model |
| The student gets a real experience of the implementation of a simulation model in an appropriate language. |
| Practice 2. Simulation Output Analysis |
| With the previously defined simulation model, the student is able to use it to understand the performance of the system against different simulation parameters and do a sensitivity analysis with respect to some system parameters. |
| Practice 3. Multivariate Data Analysis |

The student implements several multivariate data analysis and performs some analysis of the relevant information extracted from the data.

Practice 4. Clustering and Classification

The student implements several clustering and classification techniques and performs some analysis of the relevant information extracted from the data.

Practice 5. Regression

The student implements several regression techniques and performs some analysis of the relevant information extracted from the data.

| Competences and Learning Outcomes | |
|--|---|
| Competences | |
| General Competences | |
| CG1. | Know scientific and technologic topics such as mathematical, analytical and numerical methods for engineering, electrical engineering, energy engineering, chemical engineering, mechanical engineering, electronics engineering, ... |
| CG4. | Research, develop and innovate products, processes and methods. |
| CG11. | Get self-learning and studying capabilities. |
| CMG1. | Know how to organize and manage companies. |
| CMG2. | Know about strategic actions and planning of different organization structures. |
| CMG5. | Know about information systems applied to industrial management, manufacturing and logistic systems and quality control systems. |
| Learning outcomes: | |
| RA 1. | Knowing the application of system simulation in real environments, pros and cons of their use |
| RA 2. | Designing and developing simulation models using a simulation language |
| RA 3. | Understanding the representation of the uncertainty in input data and analyzing the results for extracting conclusions |
| RA 4. | Developing a practical work applied to support decisions in a realistic case study |
| RA 5. | Understanding queuing theory applied to open and closed systems and the link with simulation |
| RA 6. | Understanding different data analysis techniques to extract information from data available, being either static or dynamic |
| RA 7. | Applying these data analysis techniques to some data sets and extracting conclusions about the information |

TEACHING METHODOLOGY

| General methodological aspects | |
|--|-----------------------|
| <p>The best way of gaining a full understanding of Quantitative Decision Methods consists of showing and having real experiences on this topic. Consequently, all the proposed activities are focused on providing students real cases and practical experiences where implementation of decision methods is essential for the improvement on decision making.</p> | |
| In-class activities | Competences |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lectures and problem-solving sessions (40 hours): The lecturer will introduce the fundamental concepts of each topic, along with some practical recommendations, and will go through worked examples to support the explanation. Active participation will be encouraged by raising open questions to foster discussion and by proposing short application exercises to be solved in class. | CG1, CG11 |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Case sessions (10 hours): Under the instructor's supervision, students will apply the concepts and techniques covered in the lectures to real cases. | CG4, CMG1, CMG2, CMG5 |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Practice sessions (10 hours): Under the instructor's supervision, students, divided in small groups, will apply the concepts and techniques covered in the lectures to real problems. | CG4, CMG1, CMG2, CMG5 |
| Out-of-class activities | Competences |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Personal study of the course material and resolution of the proposed exercises (80 hours). | CG1, CG11 |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Case session preparation to make the most of in-class time (20 hours). | CG4, CMG1, CMG2, CMG5 |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Practice session preparation to make the most of in-class time (20 hours). | CG4, CMG1, CMG2, CMG5 |

ASSESSMENT AND GRADING CRITERIA

| Assessment activities | Grading criteria | Weight |
|-----------------------|--|--------|
| Mid-term exam | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Understanding of the theoretical concepts. ▪ Application of these concepts to problem and case solving. ▪ Critical analysis of numerical exercises' results. | 10% |
| Final exam | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Understanding of the theoretical concepts. ▪ Application of these concepts to problem and case solving. ▪ Critical analysis of numerical exercises' results. | 50% |
| Case Resolution | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Class participation. ▪ Test Results (Pre and post discussion in class). | 20% |
| Practice Test | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Class participation. ▪ Test Results (Pre and post practice). | 20% |

GRADING AND COURSE RULES

| Grading |
|--|
| <p>Regular assessment</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Exams will account for 60%, of which: <ul style="list-style-type: none"> • Mid-term: 10% • Final exam: 50% • The <i>Exam global mark</i> is computed weighting one fifth the mid-term mark and four-fifths the final exam ▪ Cases and practices will account for the remaining 40%, of which: <ul style="list-style-type: none"> • Cases: 20% • Practices: 20% <p>In case that the <i>exam global mark</i> is equal or lower than 4.0, the final grade will be the <i>exam global mark</i>. Otherwise, the final grade is computed weighting the different marks as the previously shown percentages. In order to pass the course, the final grade should be greater or equal to 5.0.</p> |
| <p>Retakes</p> <p>Cases and practice marks will be preserved. The resulting grade will be computed as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Final exam: 60% ▪ Cases: 20% ▪ Practices: 20% <p>In case that the final exam mark is equal or lower than 4.0, the final grade will be the final exam mark. Otherwise, the final grade is computed weighting the different marks as the previously shown percentages. In order to pass the course, the final grade should be greater or equal to 5.0.</p> |
| <p>Course rules</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Class attendance is mandatory according to Article 93 of the General Regulations (Reglamento General) of Comillas Pontifical University and Article 6 of the Academic Rules (Normas Académicas) of the ICAI School of Engineering. Not complying with this requirement may have the following consequences: |

- Students who fail to attend more than 15% of the lectures may be denied the right to take the final exam during the regular assessment period.

Students who commit an irregularity in any graded activity will receive a mark of zero in the activity and disciplinary procedure will follow (cf. Article 168 of the General Regulations (Reglamento General) of Comillas Pontifical University).

WORK PLAN AND SCHEDULE³

| In and out-of-class activities | Date/Periodicity | Deadline |
|---|---|----------|
| Mid-term exam | Week 12 | |
| Final exam | December | |
| Practice sessions | Weeks 3, 5, 9, 11, and 13 | |
| Review and self-study of the concepts covered in the lectures | After each topic | – |
| Problem-solving | After each topic which requires problem solving | – |
| Practice preparation | Before every practice | – |
| Practice output analysis (Test) | Few days after every practice | – |
| Final exam preparation | December | – |

| STUDENT WORK-TIME SUMMARY | | | |
|---------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| IN-CLASS HOURS | | | |
| Lectures | Problem-solving | Case sessions | Practices |
| 38 | 12 | 5 | 5 |
| OUT-OF-CLASS HOURS | | | |
| Self-study | Problem preparation | Case preparation and evaluation | Practice |
| 68 | 12 | 30 | 10 |
| ECTS credits: | | | 6 (180 hours) |

BIBLIOGRAPHY

Basic bibliography

- Rossetti, M. D., Simulation Modeling and Arena. Ed. Wiley. 2009

³ A detailed work plan of the subject can be found in the course summary sheet (see following page). Nevertheless, this schedule is tentative and may vary to accommodate the rhythm of the class.

- Peña, D., Análisis de datos multivariantes. Ed. McGrawHill. Madrid. 2002

Complementary bibliography

- Law, A.M., Simulation Modeling and Analysis. Ed. McGrawHill. 2015
- Kelton, W.D., Sadowski, R.P., and Zupick N.B., Simulation with Arena, 6/e. Ed. McGrawHill, 2015
- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction. 2nd Ed., Springer, New York, N.Y., 2009

| | | IN-CLASS ACTIVITIES | | | OUT-OF-CLASS ACTIVITIES | | | | LEARNING OUTCOMES |
|------|-----|--|---|--------------------|-------------------------|---|--|--|-------------------|
| Week | h/w | LECTURE & PROBLEM SOLVING | LAB | ASSESSMENT | h/w | SELF-STUDY | LAB PREPARATION AND REPORTING | OTHER ACTIVITIES | Learning Outcomes |
| 1 | 2 | Course presentation and topic 1. Introduction to Quantitative Decision Methods. Topic 1. DISCRETE EVENT SIMULATION MODELING. Components and Processes. Modeling by Simulation. | | | 2 | Review and self-study (2h) | | | RA1 |
| 2 | 4 | Topic 1. Simulation languages. Arena. | | Exercises | 10 | Review, self-study and case-solving (5h) | Work preparation (4h) | Tests: Pre and Post case discussion (1h) | RA1, RA2, RA4 |
| 3 | 4 | Topic 2. MODELING RANDOMNESS IN SIMULATION. Distribution Fitting | Practice 1. Simulation Modeling | Test of Practice 1 | 10 | Review, self-study and problem-solving (5h) | Practice preparation (2h). Work preparation (4h) | Tests: Pre and Post case discussion (1h) | RA2, RA3, RA4 |
| 4 | 4 | Topic 2. Random Number Generation. Variable sampling. Topic 3. SIMULATION OUTPUT ANALYSIS. Finite-Horizon Analysis | | Exercises | 10 | Review, self-study and case-solving (5h) | Work preparation (4h) | Tests: Pre and Post case discussion (1h) | RA2, RA3, RA4 |
| 5 | 4 | Topic 3. Infinite-Horizon Analysis. Comparison of System Designs | Practice 2. Simulation Output Analysis | Test of Practice 2 | 10 | Review, self-study and case-solving (3h) | Practice preparation (2h). Work preparation (4h) | Tests: Pre and Post practice (1h) | RA2, RA3, RA4 |
| 6 | 4 | Topic 4. QUEUEING THEORY. Poisson processes | | Problems | 10 | Review, self-study and case-solving (5h) | Work preparation (4h) | Tests: Pre and Post case discussion (1h) | RA5 |
| 7 | 4 | Work presentations | | Exercises | 8 | Review, self-study and problem-solving (7h) | | Tests: Pre and Post case discussion (1h) | RA1 |
| 8 | 4 | Topic 5. MULTIVARIATE DATA ANALYSIS. Introduction to Multivariate Data Analysis. Analysis of Variance. Principal Component Analysis | | Exercises | 8 | Review, self-study and problem-solving (7h) | | Tests: Pre and Post case discussion (1h) | RA6, RA7 |
| 9 | 4 | Topic 5. Principal Component Analysis. Factor Analysis | Practice 3. Multivariate Data Analysis | Test of Practice 3 | 8 | Review, self-study and problem-solving (5h) | Practice preparation (2h) | Tests: Pre and Post practice (1h) | RA6, RA7 |
| 10 | 4 | Topic 6. CLUSTERING AND CLASSIFICATION. Hierarchical Clustering. k-means. KSOM. Discriminant Analysis | | Exercises | 8 | Review, self-study and problem-solving (7h) | | Tests: Pre and Post case discussion (1h) | RA6, RA7 |
| 11 | 4 | Topic 6. Discriminant Analysis. Classification Trees | Practice 4. Clustering and Classification | Test of Practice 4 | 8 | Review, self-study and case-solving (5h) | Practice preparation (2h) | Tests: Pre and Post practice (1h) | RA6, RA7 |
| 12 | 4 | Topic 7. REGRESSION. Linear Regression. Additive Models. Neural Networks | | Mid-term exam | 16 | | | | |
| 13 | 4 | Topic 7. Multilayer Perceptron. Topic 8. TIME SERIES FORECASTING. | Practice 5. Regression | Test of Practice 5 | 8 | Review, self-study and case-solving (5h) | Practice preparation (2h) | Tests: Pre and Post practice (1h) | RA6, RA7 |
| 14 | 4 | Topic 8. Decomposition Methods. Exponential Smoothing. ARIMA | | Exercises | 4 | Review, self-study and case-solving (3h) | | Tests: Pre and Post case discussion (1h) | RA6, RA7 |