Syllabus
2026 - 2027

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Subject name	Introduction to Statistical Computing
Subject code	DTC-BA-514
Mainprogram	Bachelor's Degree in Business Analytics
Involved programs	Grado en Análisis de Negocios/Business Analytics y Máster Universitario en Ingeniería de Telecom. [Sixth year] Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecom. y Grado en Análisis de Negocios/Business Analytics [Fifth year]
Level	Reglada Grado Europeo
Quarter	Semestral
Credits	3,0 ECTS
Type	Obligatoria (Grado)
Department	Department of Computer Science and Artificial Intelligence
Coordinator	Torres Serrano, Luis

Datos del profesorado	
Teacher	
Name	Luis Torres Serrano
Department	Department of Computer Science and Artificial Intelligence
Office	D-401
EMail	ltserrano@icai.comillas.edu

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura

Aportación al perfil profesional de la titulación

This course aims to introduce students to the statistical and probabilistic computing technologies available in the literature. Through an in-depth review of various processing devices and their functionalities, students will acquire the competencies to discern the specific computing needs of a particular problem, considering factors such as computational cost, execution time, and the suitability of the technology to be used. Subsequently, students will gain specific knowledge of best practices in programming and code verification required in industrial software development. Finally, a review of the main descriptive and inferential statistical methods used for data analysis will be conducted, providing students with the skills to analyze and extract information from large volumes of data.

This course is divided into two major sections. In the first section, students will acquire the basic fundamentals of current computing techniques. One of the key topics will be distributed programming, where the different programming paradigms and the most common software architectures will be studied, along with their main advantages and disadvantages. In a practical approach, students will apply this knowledge by exploring widely used open-source literature tools and their applications to classic computing problems. Additionally, various electronic computing devices, such as CPU, GPU, and TPU, will be addressed, and their specific characteristics will be analyzed so that students learn to select the optimal device according to the particularities of the problem to be solved. Lastly, various code verification

strategies will be explored, emphasizing the importance of systematic functionality checks and common code quality requirements.

In the second section, the knowledge acquired about efficient programming techniques will be applied in different areas of statistics, including probabilistic programming, process simulation, and the management of uncertainty in modeling and prediction. In this part, students will learn to apply margins of uncertainty and confidence to prediction models, as well as to understand the propagation of uncertainty among processes, thus obtaining a comprehensive view of its management in analysis and prediction contexts.

Prerrequisitos

- Linear Algebra.
- Basic programming in R and Python languages.
- Knowledge of Machine Learning and mathematical modeling.
- Knowledge of descriptive statistics and probability theory.

Competencias - Objetivos

Competencias

GENERALES

CG01	Capacidad de organización y planificación en la identificación de problemas en el contexto de datos masivos	
	RA1	Identificar y organizar temporalmente las tareas necesarias para la realización sus actividades de aprendizaje, cumpliendo con los plazos establecidos de entrega de actividades
	RA2	Identificar las fuentes de información más relevantes para cada problema
	RA3	Utilizar las herramientas digitales idóneas para la adquisición y gestión de la información y ser capaz de integrar esa información de una manera raciona
CG02	Capacidad de análisis de datos masivos procedentes de diversas fuentes: texto, audio, numérica e imagen	
	RA1	Describir, relacionar e interpretar situaciones y planteamientos sencillos
	RA2	Seleccionar las fuentes de información digital más significativas
	RA3	Identificar las carencias de información de la situación planteada y establecer sus relaciones con elementos externos
CG03	Resolución de problemas y toma de decisiones en un entorno de datos masivos tanto cuantitativos como cualitativos	
	RA1	Resolver problemas y realizar trabajos aplicando una diversidad metodológica de análisis
	RA2	Identificar correctamente los conocimientos aplicables a cada situación
	RA3	Identificar la metodología más apropiada para la resolución de los problemas planteados, conociendo las herramientas software más relevantes y aportando una visión crítica.
CG07	Capacidad de liderazgo y trabajo en equipo, en la sociedad de la información	

	RA1	Participar de forma activa en el trabajo de grupo compartiendo información, conocimientos y experiencias
	RA2	Orientarse a la consecución de acuerdos y objetivos comunes
	RA3	Ser capaz de organizar y/o coordinar equipos de trabajo
CG08	Capacidad crítica y autocrítica en la sociedad de la información	
	RA1	Identificar los supuestos y las limitaciones de los modelos y metodologías a aplicar en cada situación
	RA2	Ejercer una valoración crítica de los modelos y metodologías a aplicar en cada situación
CG09	Compromiso ético en la sociedad de la información	
	RA1	Ser honesto en el desarrollo de las actividades académicas y en otros aspectos de la vida y no ser pasivo ante la deshonestidad de otros
	RA2	Conocer y desarrollar las bases de la ética profesional
CG11	Capacidad para aprender y trabajar autónomamente en la sociedad de la información	
	RA1	Organizar los materiales de la asignatura con el fin de articular su aprendizaje
	RA2	Poseer criterio para decidir la utilización de los medios humanos y otros recursos puestos a su disposición para el aprendizaje.
	RA3	Realizar sus trabajos y su actividad necesitando sólo unas indicaciones iniciales y un seguimiento básico
ESPECÍFICAS		
CE28	Conocer y comprender los paradigmas de programación más importantes y los fundamentos de la programación que permitan al alumno elaborar códigos sencillos orientados a la manipulación de información	
	RA1	Conocer y comprender las distintas aproximaciones a la programación y los lenguajes más utilizados en el contexto del análisis de información
	RA2	Ser capaz de elaborar programas sencillos con elementos como bucles o condicionales.
	RA3	Conocer y comprender el concepto de función y las capacidades de entrada y salida más comunes de los distintos lenguajes de programación.
CEO32	Capacidad de seleccionar y comprender las técnicas más adecuadas para el análisis crítico de problemas complejos de inteligencia y seguridad y otras cuestiones relevantes de la agenda internacional actual	

	RA1	Conoce los paquetes y lenguajes de programación estadísticos más utilizados y, en particular, el lenguaje de programación R
	RA2	Es capaz de manipular conjuntos de datos e importarlos y exportarlos en diferentes formatos. Asimismo, es capaz de obtener representaciones parciales de la información, generar resúmenes de los datos y presentarlos gráficamente
	RA3	Es capaz de programar e interpretar las medidas estadísticas más relevantes
CEO32	Saber manipular y analizar datos utilizando lenguajes de programación específicos para el análisis estadístico.	
	RA01	Conoce los paquetes y lenguajes de programación estadísticos más utilizados y, en particular, el lenguaje de programación R.
	RA02	Es capaz de manipular conjuntos de datos e importarlos y exportarlos en diferentes formatos. Asimismo, es capaz de obtener representaciones parciales de la información, generar resúmenes de los datos y presentarlos gráficamente.
	RA03	Es capaz de programar e interpretar las medidas estadísticas más relevantes.
CEO32	Saber manipular y analizar datos utilizando lenguajes de programación específicos para el análisis estadístico.	
	RA01	Conoce los paquetes y lenguajes de programación estadísticos más utilizados y, en particular, el lenguaje de programación R.
	RA02	Es capaz de manipular conjuntos de datos e importarlos y exportarlos en diferentes formatos. Asimismo, es capaz de obtener representaciones parciales de la información, generar resúmenes de los datos y presentarlos gráficamente.
	RA03	Es capaz de programar e interpretar las medidas estadísticas más relevantes.
CEO33	Conocer y usar técnicas de análisis de información para extraer el conocimiento para la toma de decisiones de negocio.	
	RA1	Conoce y sabe programar funciones elementales en VB para la manipulación de datos, rangos y celdas
	RA2	Comprende y es capaz de crear elementos funcionales en VB (botones, desplegables, ¿) y su integración en hojas de cálculo Excel
CEO33	Conocer y comprender el concepto de macro Excel y su programación elemental en Visual Basic (VB	
	RA01	Conoce y sabe programar funciones elementales en VB para la manipulación de datos, rangos y celdas.
	RA02	Comprende y es capaz de crear elementos funcionales en VB (botones, desplegables, ¿) y su integración en hojas de cálculo Excel.
CEO34	Entender la computación y las bases de datos distribuidas, con énfasis en la arquitectura Hadoop y las herramientas actuales más extendidas en el contexto de Big Data.	

	RA1	Conoce y aplica las técnicas de análisis y diseño orientado a objetos mediante el lenguaje de modelado UML
	RA2	Diseña programas basados en relaciones de herencia, sabiendo diferenciar entre clases, clases abstractas e interfaces
	RA3	Programa aplicaciones gráficas sencillas e interactivas
CEO34	Conocer y aplicar las técnicas de análisis y diseño orientado a objetos	
	RA01	Conoce y aplica las técnicas de análisis y diseño orientado a objetos mediante el lenguaje de modelado UML.
	RA02	Diseña programas basados en relaciones de herencia, sabiendo diferenciar entre clases, clases abstractas e interfaces.
	RA03	Programa aplicaciones gráficas sencillas e interactivas.
CEO35	Comprender y ser capaz de desarrollar herramientas de visualización avanzadas.	
	RA1	Conoce y comprende la problemática de la generación de números aleatorios y su utilización actual para la determinación de intervalos de confianza
	RA2	Conoce y comprende los métodos de optimización e inferencia y es capaz de resolver ese tipo problemas utilizando software estadístico
	RA3	Es capaz de generar sus propias librerías de funciones.
CEO35	Conocer y comprender herramientas avanzadas de análisis estadístico para la optimización y predicción.	
	RA01	Conoce y comprende la problemática de la generación de números aleatorios y su utilización actual para la determinación de intervalos de confianza.
	RA02	Conoce y comprende los métodos de optimización e inferencia y es capaz de resolver ese tipo problemas utilizando software estadístico.
	RA03	Es capaz de generar sus propias librerías de funciones.

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

1. Computational Foundations:
    - Unit 0. Introduction to R for Computational Statistics.
    - Unit 1. Efficient Programming and Data Handling.
    - Unit 2. Parallel and Distributed Computing.
    - Unit 3. Hardware-Accelerated Computing and Code Testing.

2. Statistical Foundations and Techniques:
    - Unit 4. Introduction to Statistical Analysis.
    - Unit 5. Probability and Computational Simulation.
    - Unit 6. Modern Statistical Inference.
    - Unit 7. Bayesian Models.
    - Unit 8. Statistical Models and Machine Learning.

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura	
Metodología Presencial: Actividades	
• Exposition of the necessary theoretical concepts. • Execution of programming exercises. • Resolution of doubts regarding proposed exercises.	CE28, CEO32, CEO34, CEO32, CEO35
Metodología No presencial: Actividades	
• Development of the code associated with the application. • Investigation of techniques presented in class. • Exercises and resolution of cases and problems.	CG08, CG11, CEO34, CEO35

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

CLASSROOM HOURS		
Lecciones de Carácter expositivo	Ejercicios y resolución de casos y de problemas	
10.00	20.00	
NON-PRESENTIAL HOURS		
Ejercicios y resolución de casos y de problemas	Estudios individual y/o en grupo, y lectura organizada	Trabajos monográficos y de investigación, individuales o colectivos
25.00	10.00	25.00
ECTS CREDITS: 3,0 (90,00 hours)		

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

The use of AI to produce full assignments or substantial parts thereof, without proper citation of the source or tool used, or without explicit permission in the assignment instructions, will be considered plagiarism and therefore subject to the University's General Regulations.

Evaluation activities	Evaluation criteria	Weight

Exam and final project.	A minimum grade of 5 is required to calculate the average with other grades (30% + 30%).	60
Short exams and/or small deliverables (distributed between individual classwork and group work).	They can be oral questions or small quizzes.	10
Active participation of the student in practical sessions.	The practice should be partially started before each session.	10
Team practices and deliverables.	The practice should be started before each session.	20

Calificaciones

The final grade for the course, both in the ordinary and extraordinary sessions, will be determined using the following weightings:

- Final exam: 30%
- Final project: 30%
- Assessment of group work and practical assignments: 25%
- Active student participation and class assignments: 15%

To pass the course, the student must obtain a minimum grade of 5 out of 10 in both the final exam and the final project.

The use of AI to generate complete assignments or significant portions thereof, without citing the source or tool used, or without explicit permission as stated in the assignment instructions, will be considered plagiarism and will be handled in accordance with the University's General Regulations.

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- B. R. E. Ansell. Introduction to R – tidyverse.
- P. Araneda (2021). Introducción a las Bases de Datos
- C. Gillespie and R. Lovelace (2021). Efficient R programming.
- Lippman, S. (1997). Data structures and algorithms using C++ (1st ed.). Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Shwartz, A., & Ziv, Y. (2017). The nature of computation (1st ed.). Oxford University Press.
- R. G. Saavedra (2018). Introducción a la Computación con GPUs usando R.
- Kaeli, D., & Fox, P. (2015). GPU computing gems: Emerald edition (1st ed.). Morgan Kaufmann Publishers.
- Chai, J. (2019). High-performance computing with FPGAs (1st ed.). CRC Press.
- Matloff, N. (2011). The art of R programming (1st ed.). No Starch Press.
- Wickham, H., & Grolemund, G. (2017). R for data science: Import, tidy, transform, visualize, and model data (1st ed.). O'Reilly Media, Inc.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction (2nd ed.). Springer

Bibliografía Complementaria

- H. Wickham (2020). Advanced R. 2nd Edition.
- R. D. Peng (2020). R Programming for Data Science.
- Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., ... Kudlur, M. (2016). TensorFlow: A system for large-scale machine learning. In 12th {USENIX} Symposium on Operating Systems Design and Implementation ({OSDI} 16) (pp. 265–283). {USENIX} Association.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning (1st ed.). Cambridge University Press.
- Xie, Y. (2016). Dynamic documents with R and knitr (2nd ed.). CRC Press.
- Storti, D., & Yurtoglu, M. (2015). Cuda for engineers: An introduction to high-performance parallel computing (1st ed.). Addison-Wesley.
- Scutari, M., & Denis, J.-B. (2021). Bayesian Networks: With Examples in R (2nd ed.). Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science.

In compliance with current regulations on the **protection of personal data**, we would like to inform you that you may consult the aspects related to privacy and data that you have accepted on your registration form by entering this website and clicking on "download"
https://servicios.upcomillas.es/sedeelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792