

Approval date: 25/06/2024

COURSE GUIDE

**Multivariate Statistics (27011E1)**

<b>Grado (Bachelor's Degree)</b>	Grado en Matemáticas	<b>Branch</b>	Sciences
<b>Module</b>	Complementos de Probabilidad y Estadística	<b>Subject</b>	Estadística Multivariante
<b>Year of study</b>	4 <sup>o</sup>	<b>Semester</b>	1 <sup>o</sup>
		<b>ECTS Credits</b>	6
		<b>Course type</b>	Elective course

**PREREQUISITES AND RECOMMENDATIONS**

To properly follow this subject, it is recommended to have taken the core courses of the module Probability and Statistics

**BRIEF DESCRIPTION OF COURSE CONTENT (According to the programme's verification report)**

- Multivariate normal distribution: probabilistic aspects, characterizations
- Inference on the multivariate normal distribution: maximum-likelihood inference; distribution of the estimators. Hypothesis testing on mean vectors: Hotelling T2 methodology
- Principal component analysis
- Factor analysis
- Discriminant analysis
- Cluster analysis

**SKILLS**

**GENERAL SKILLS**

- CG01 - Poseer los conocimientos básicos y matemáticos de las distintas materias que, partiendo de la base de la educación secundaria general, y apoyándose en libros de texto avanzados, se desarrollan en esta propuesta de título de Grado en Matemáticas
- CG02 - Saber aplicar esos conocimientos básicos y matemáticos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de las Matemáticas y de los ámbitos en que se aplican directamente
- CG03 - Saber reunir e interpretar datos relevantes (normalmente de carácter matemático) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- CG04 - Poder transmitir información, ideas, problemas y sus soluciones, de forma



- escrita u oral, a un público tanto especializado como no especializado
- CG05 - Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
  - CG06 - Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos

### SUBJECT-SPECIFIC SKILLS

- CE01 - Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad de enunciar proposiciones en distintos campos de las matemáticas, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos
- CE03 - Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos
- CE04 - Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) y distinguirlas de aquellas puramente accidentales, y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos
- CE05 - Resolver problemas matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos
- CE06 - Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan
- CE07 - Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en matemáticas y resolver problemas
- CE08 - Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado

### TRANSFERABLE SKILLS

- CT01 - Desarrollar cierta habilidad inicial de "emprendimiento" que facilite a los titulados, en el futuro, el autoempleo mediante la creación de empresas
- CT02 - Fomentar y garantizar el respeto a los Derechos Humanos y a los principios de accesibilidad universal, igualdad ante la ley, no discriminación y a los valores democráticos y de la cultura de la paz

### LEARNING OUTCOMES

- To handle with ease the multivariate normal distribution, as well as to know its main characteristics.
- To know and handle the mechanisms for estimation of the parameters of the multivariate normal distribution. Data applications.
- To know in depth the methodology derived from the application of the Hotelling T2 distribution to hypothesis testing on mean vectors. Application to more complex models such as Profile Analysis. Application to real data.
- To know the main characteristics of various Multivariate Analysis techniques: factorial techniques, canonical correlation, and classification and discrimination techniques.
- To know how to pose and recognise situations in which these techniques can be applied.
- To know how to solve specific cases by using some statistical software, and acquire skills in the elaboration of reports that expose the results derived from the application of the techniques to such cases.



## PLANNED LEARNING ACTIVITIES

### THEORY SYLLABUS

#### SUBJECTS (THEORETICAL-PRACTICAL):

- Unit 1: Multivariate normal distribution
- Unit 2: Inference on the multivariate normal distribution
- Unit 3: Principal component analysis
- Unit 4: Factor analysis
- Unit 5: Discriminant analysis
- Unit 6: Cluster analysis

### PRACTICAL SYLLABUS

#### Development of practice consists of:

- Problem solving in classroom sessions
- Development of data analysis and simulation applications in laboratory sessions by using statistical software

## RECOMMENDED READING

### ESSENTIAL READING

- Anderson, T.W. (2003, 3rd ed.). An Introduction to Multivariate Statistical Analysis. John Wiley & Sons.
- Fujikoshi, Y., Ulyanov, V.V., and Shimizu, R. (2010). Multivariate Statistics. High-Dimensional and Large-Sample Approximations. John Wiley & Sons.
- Härdle, W.K., and Simar, L. (2015, 4th ed.). Applied Multivariate Statistical Analysis. Springer
- Izenman, A.J. (2013). Modern Multivariate Statistical Techniques. Regression, Classification, and Manifold Learning. Springer.
- Johnson, R.A., and Wichern, D.W. (1988). Applied Multivariate Analysis. Prentice Hall International, Inc.
- Rencher, A.C., and Christensen, W.F. (2012, 3rd ed.). Methods of Multivariate Analysis. John Wiley & Sons.
- Timm, N.H. (2002). Applied Multivariate Analysis. Springer.
- Tong, Y.L. (1990). The Multivariate Normal Distribution. Springer.

### COMPLEMENTARY READING

- Baillo, A., and Grané, A. (2008). 100 Problemas Resueltos de Estadística Multivariante. Delta Publicaciones.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., and Black, W. (2000, 5th ed.). Análisis Multivariante. Prentice Hall.
- Härdle, W.K., and Hlávka, Z. (2015, 2nd ed.). Multivariate Statistics. Exercises and Solutions. Springer.
- Tusell, F. (2016). Análisis Multivariante. (<http://www.et.bs.ehu.es/~etptupaf/nuevo/ficheros/estad4/multi.pdf>)
- Zelterman, D. (2015). Applied Multivariate Statistics with R. Springer.



## RECOMMENDED LEARNING RESOURCES/TOOLS

- Prado 2 platform (<https://prado.ugr.es>)
- <https://cran.r-project.org/>
- <https://rstudio.com/>

## TEACHING METHODS

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD02 - Sesiones de discusión y debate
- MD03 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 - Prácticas en sala de informática
- MD06 - Análisis de fuentes y documentos
- MD07 - Realización de trabajos en grupo
- MD08 - Realización de trabajos individuales

## ASSESSMENT METHODS (Instruments, criteria and percentages)

### ORDINARY EXAMINATION DIET

Continuous evaluation of the course comprises the following aspects:

- Specific knowledge tests and oral/written exercise solving (45%)
- Individual and group works and seminars (45%)
- Participation, attitude, and personal effort (10%)

(Students undertaking activities and tests under the Continuous Evaluation process that constitute more than 50% of the weighted final qualification of the course will appear in the course report with the corresponding qualification mark.)

### EXTRAORDINARY EXAMINATION DIET

The extraordinary assessment will consist of a written exam including theoretical and practical questions about the subjects listed in this course guide. All students will have the possibility to obtain up to 100% of the qualification with this assessment.

### SINGLE FINAL ASSESSMENT (evaluación única final)

The single final assessment established in the [Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada](#) will consist of a written exam including theoretical and practical questions about the subjects listed in this course guide. Students not taking this final exam will appear with the qualification "No Presentado". All students will have the possibility to obtain up to 100% of the qualification with this assessment.

## ADDITIONAL INFORMATION

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos \(https://ve.ugr.es/servicios/atencion-](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-)





[social/estudiantes-con-discapacidad](#)).

## SOFTWARE LIBRE

R, free software environment for statistical computing and graphics (<https://cran.r-project.org/>)

