



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística
Código: 30075
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones
Nivel: M2
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 8 ECTS

ASIGNATURA / **COURSE TITLE**

Curso Avanzado de Estadística / **Advanced Course in Statistics**

1.1. **Código / Course number**

30075

1.2. **Materia / Content area**

Estadística / **Statistics**

1.3. **Tipo / Course type**

Formación optativa / **Elective course**

1.4. **Nivel / Course level**

Máster M2 / **Master M2**

1.5. **Curso / Year**

2012-2013

1.6. **Semestre / Semester**

2º / **2nd (Spring semester)**

1.7. **Número de créditos / Credit allotment**

8 créditos ECTS / **8 ECTS credits**

1.8. **Requisitos previos / Prerequisites**

Conocimientos de probabilidad a nivel de *Probabilidad I*.
Conocimientos de estadística a nivel de *Estadística I* (ver Plan de Estudios de Grado en Matemáticas).

Background on Probability Theory at the level of the course *Probability I*. Statistical training at the level of the course *Statistics I* (see the corresponding Programmes in the webpage of the Mathematics Department).



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística
Código: 30075
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones
Nivel: M2
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 8 ECTS

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

60% de las clases / 60% of the classes

1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Docente(s) / **Lecturer(s)** Antonio Cuevas
Departamento de Matemáticas / **Department of Mathematics**
Facultad / **Faculty** Ciencias
Despacho - Módulo / **Office - Module** 01.17.503
Teléfono / **Phone**: +34 91 4973810
Correo electrónico/**Email**: antonio.cuevas@uam.es
Página web/**Website**: <http://www.uam.es/antonio.cuevas>
Horario de atención al alumnado/**Office hours**: Miércoles de 11:30 a 13:00 h / **Wednesdays from 11:30 to 13:30 h.**

1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

El curso está dividido en dos partes relativamente independientes pero conectadas por su adscripción a la metodología *estadística infinito-dimensional*, (es decir, al estudio de los procedimientos estadísticos en los que el parámetro de interés y/o los datos son elementos de un espacio de dimensión infinita, típicamente un espacio funcional):

- 1) *Estimación funcional no paramétrica*: estimación de las funciones de distribución, de densidad y de regresión.
- 2) *Una introducción a la metodología estadística con datos funcionales*, con especial énfasis en los métodos de clasificación no supervisada (o *clustering*) y supervisada (también llamada *análisis discriminante*).

En el curso se presentarán los aspectos teóricos esenciales y se ilustrarán las aplicaciones prácticas utilizando el lenguaje de programación R.

The course is divided into two parts, relatively independent but linked by their membership to the *infinite-dimensional statistical methodology* (that is, the study of those statistical problems where the parameter of interest and/or the sample data are elements of an infinite-dimensional space, typically a function space):

- 1) *Nonparametric functional estimation*: estimation of the cumulative distribution function, the density and the regression function.



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística
Código: 30075
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones
Nivel: M2
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 8 ECTS

- 2) An introduction to the statistical methodology with functional data, with a special focus on the supervised/unsupervised classification procedures (discriminant analysis/clustering).

The main theoretical ideas behind these topics will be analyzed during the course. Some practical illustrations will be presented using the **R** software.

1.12. Contenidos del programa / **Course contents**

1. **Estimación funcional no paramétrica y sus aplicaciones / Nonparametric functional estimation and its applications**

- 1.1 Introducción y motivación. Estimación de la función de distribución. Algunas desigualdades importantes.
Introduction and motivation. Estimation of the cumulative distribution function. Some important inequalities.
- 1.2 Estimación no paramétrica de las funciones de densidad y de regresión.
Nonparametric estimation of the density and the regression function.
- 1.3 Definición de los principales estimadores: conceptos básicos, ejemplos, propiedades asintóticas.
Definition of the main estimators: basic notions, examples, asymptotic properties.
- 1.4 El problema de selección de los parámetros de suavizado.
The problem of choice of the smoothing parameters.
- 1.5 Estimación de conjuntos. Estimación del soporte y de conjuntos de nivel. Algunos resultados básicos. Aplicaciones.
Set estimation. Support and level set estimation. Some basic results. Applications.
- 1.6 Aspectos computacionales: el software R.
Computational aspects: the R software

2. **Una introducción a la metodología estadística con datos funcionales / An introduction to the statistical methodology with functional data**

- 2.1 Planteamiento general. Ejemplos. Datos longitudinales y datos funcionales. Análisis exploratorio de datos funcionales. Medidas de profundidad.
General setup. Examples. Longitudinal data and functional data. Exploratory data analysis with functional data. Depth measures.
- 2.2 Fundamentos probabilísticos: elementos de teoría de probabilidad en espacios infinito-dimensionales.



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística
Código: 30075
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones
Nivel: M2
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 8 ECTS

Probability background: elements of probability theory in infinite-dimensional spaces.

- 2.3 El problema de clasificación supervisada (o discriminación). Planteamiento y resultados básicos. El caso funcional: sus diferencias con el problema análogo en dimensión finita.
[The problem of supervised classification \(or discrimination\). Statement and basic results. The functional case: main differences with the analogous problem in finite dimension.](#)
- 2.4 Regresión y análisis de la varianza con datos funcionales. Metodología funcional de componentes principales.
[Regression and analysis of variance with functional data. Functional methodology of principal components.](#)
- 2.5 El problema de clasificación no supervisada (o análisis de conglomerados) con datos funcionales.
[The problem of non-supervised classification \(clustering\) with functional data.](#)
- 2.6 Aspectos computacionales: análisis de datos funcionales con **R** (programa 'fda.usc')
[Computational issues: functional data analysis with R \(software 'fda.usc'\)](#)

1.13. Referencias de consulta / **Course bibliography**

- [1] Baíllo, A., Cuevas, A., and Fraiman, R. (2011). Classification methods for functional data. En *Oxford Handbook of Functional Data Analysis*, pp. 259-297. F. Ferraty and Y. Romain, eds. Oxford University Press.
- [2] Cuevas, A. (2009). Set estimation: another bridge between statistics and geometry. *BEIO*, 25, 71-85.
- [3] Cuevas, A. y Fraiman, R. (2009). Set estimation. In *New Perspectives on Stochastic Geometry*, W.S. Kendall and I. Molchanov, eds., pp. 374-397. Oxford University Press.
- [4] Devroye, L., Györfi, L. and Lugosi, G. (1996). *A Probabilistic Theory of Pattern Recognition*. Springer-Verlag.
- [5] Febrero-Bande, M., Oviedo de la Fuente and M. (2011). fda.usc: Functional Data Analysis and Utilities for Statistical Computing (fda.usc). R package version 0.9.4.
<http://CRAN.R-project.org/package=fda.usc>.
- [6] Ferraty, F. and Vieu, P. (2006). *Nonparametric Functional Data Analysis. Theory and Practice*. Springer.
- [7] Grenander, U. (1981). *Abstract Inference*. Wiley.
- [8] Györfi, L., Kohler, M., Krzyżak, A. and Walk, H. (2002). *A Distribution-Free Theory of Nonparametric Regression*. Springer-Verlag.
- [9] Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2001). *The Elements of Statistical Learning*. Springer.
- [10] Maindonald, J. and Braun, J. (2003). *Data Analysis and Graphics Using R*. Cambridge University Press.



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística
Código: 30075
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones
Nivel: M2
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 8 ECTS

- [11] Ramsay, J.O. and Silverman, B.W. (2005). *Functional Data Analysis* (2^a ed.). Springer.
- [12] Ramsay, J.O. and Silverman, B.W. (2002). *Applied functional data analysis methods and case studies*. Springer.
- [13] Scott, D.W. (1992). *Multivariate density estimation: theory, practice and visualization*. Wiley.
- [14] Simonoff, J.S. (1996). *Smoothing Methods in Statistics*. Springer.
- [15] VV.AA. (2011). *The Oxford Handbook of Functional Data Analysis*, F. Ferraty and Y. Romain, eds. Wiley.
- [16] Wand, M.P. and Jones, M.C. (1995). *Kernel Smoothing*. Chapman & Hall.

2. Métodos docentes / Teaching methodology

Clases presenciales y discusión personal a través de tutorías o lecturas dirigidas. Presentación de trabajos.

[Classroom sessions and personal discussion via tutorship activities or guided readings. Written essays based on the classroom materials.](#)

3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

		Nº de horas	
Presencial	Clases teóricas	42h(21%)	68h (33%)
	Clases prácticas	4 h (2%)	
	Tutorías	10 h (5%)	
	Seminarios y trabajos	10 h (5%)	
	Examen final / proyecto	2h (1%)	
No presencial	Elaboración de problemas	80h(40%)	132h (66%)
	Estudio semanal	46h(23%)	
	Preparación del examen	6h(3%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 8 ECTS		200 h	



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística
Código: 30075
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones
Nivel: M2
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 8 ECTS

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

Examen y/o elaboración y presentación oral de un trabajo: 50% de la nota final.

Entrega de ejercicios, presentaciones orales y participación en clase: 50% de la nota final.

Final exam (elaboration and oral presentation of a research or review work): 50% of final mark.

Assignments and active participation in lectures: 50% of final mark.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA / Make up exam:

Examen ante tribunal de Máster / Examination by a committee.

5. Cronograma* / Course calendar

Seman a Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Repaso de algunos conceptos básicos / Brief revision of some basic concepts	4	6
2	Apartado 1.1	4	7
3	Apartado 1.2	5	10
4	Apartado 1.3	5	10
5	Apartado 1.4	4	9
6	Apartado 1.5	4	9
7	Apartado 1.6	5	10
8	Apartado 2.1	4	7
9	Apartado 2.2	4	9
10	Apartado 2.3	5	10
11	Apartado 2.4	4	6
12	Apartado 2.5	5	10
13	Apartado 2.6	5	11



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística
Código: 30075
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones
Nivel: M2
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 8 ECTS

Seman a Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
14	Exposición de trabajos por los alumnos / presentation of students' works	4	9
15	Exposición de trabajos por los alumnos / presentation of students' works	4	9

*Este cronograma tiene carácter orientativo / [This course calendar should be considered just as an approximate guidance.](#)