



|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>MÓDULO</b>  | APLICACIONES DE LAS MATEMÁTICAS                                  |  |
| <b>MATERIA</b>   | MODELIZACIÓN. PROCESOS ESTOCÁSTICOS                              |  |
| <b>SEMESTRE</b>  | PRIMERO  |  |
| <b>CRÉDITOS</b>  | 8  |  |
| <b>DISTRIBUCIÓN DOCENTE POR UNIVERSIDADES</b>  | UNIVERSIDAD DE ALMERÍA (4 ECTS)<br>UNIVERSIDAD DE CÁDIZ (4 ECTS) |  |
| <b>IDIOMA</b>  | INGLÉS/ESPAÑOL   |  |
| <b>PROFESORES</b>  |  |  |
|  | <b>NOMBRE</b>  | <b>DIRECCIÓN</b>   |
|  | ANTONIO SALMERÓN CERDÁN  | Dpto. Matemáticas<br>EPS y Facultad de Ciencias Experimentales, UAL<br>Teléfono: 950015668<br>Correo electrónico: antonio.salmeron@ual.es                                  |
|  | RAFAEL RUMÍ RODRÍGUEZ  | Dpto. Matemáticas<br>EPS y Facultad de Ciencias Experimentales, UAL<br>Teléfono: 950015306<br>Correo electrónico: rrumi@ual.es   |
|  | MANUEL MUÑOZ MÁRQUEZ   | Dpto. Estadística e Investigación Operativa<br>Facultad de Ciencias, UCA<br>Teléfono 956012784<br>Correo electrónico: manuel.munoz@uca.es                                  |
|  | MANUEL ARANA JIMÉNEZ   | Dpto. Estadística e Investigación Operativa<br>Facultad de Ciencias Sociales y de la Comunicación,<br>UCA<br>Teléfono 956037875<br>Correo electrónico: manuel.arana@uca.es |
|  | ANTONIA CASTAÑO MARTÍNEZ   | Dpto. Estadística e Investigación Operativa<br>Facultad de Ciencias, UCA<br>Teléfono 956012717<br>Correo electrónico: antonia.castano@uca.es                               |
| <b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>   |  |  |
| Los de acceso al máster.   |  |  |
| <b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>  |  |  |
| <p>COMPETENCIAS GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CG1. Saber aplicar los conocimientos adquiridos y desarrollar la capacidad en la resolución de problemas en entornos nuevos o pocos conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el Álgebra, el Análisis Matemático, la</li> </ul> |  |  |



Geometría y Topología o la Matemática Aplicada.

- CG2. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formar juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CG3. Ser capaz de comunicar sus conclusiones (y los conocimientos y razones últimas que los sustentan) a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades, utilizando en su caso, los medios tecnológicos y audiovisuales adecuados.
- CG4. Poseer las habilidades de aprendizaje que les permita continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- CG5. Utilizar con soltura herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.
- CG6. Usar el inglés, como lengua relevante en el ámbito científico.
- CG7. Saber trabajar en equipo y gestionar el tiempo de trabajo.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE1. Saber analizar y construir demostraciones, así como transmitir conocimientos matemáticos avanzados.
- CE2. Tener capacidad para elaborar y desarrollar razonamientos matemáticos avanzados.
- CE3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- CE4. Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada y del mundo de las aplicaciones) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas o refutarlas.
- CE5. Resolver problemas matemáticos avanzados, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos.
- CE6. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos matemáticos complejos, utilizando las herramientas más adecuadas a los fines que se persigan.
- CE7. Saber elegir y utilizar aplicaciones informáticas, de cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras, para experimentar en matemáticas y resolver problemas complejos.
- CE8. Desarrollar programas informáticos que resuelvan problemas matemáticos avanzados, utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Conocer los fundamentos de la Teoría de procesos estocásticos.
- Saber identificar, construir, aplicar e interpretar modelos de procesos estocásticos en relación con fenómenos reales de interés en distintas áreas de la Ciencia, Ingeniería y Economía

#### TEMARIO DE LA ASIGNATURA

- **Bloque 1: Simulación Aleatoria y Métodos de Monte Carlo**

**Profesor:** Antonio Salmerón Cerdán (UAL).

- **Tema 1: Introducción al entorno R.** Se estudiará el software estadístico R, comenzando por los fundamentos del entorno operativo, de su lenguaje de programación y de las estructuras de datos que maneja. Se verá la forma de tratar archivos de datos así como importar archivos de otras aplicaciones. Se estudiarán sus posibilidades gráficas y la implementación de procedimientos estadísticos habituales.
- **Tema 2: Generación de muestras y métodos de Monte Carlo.** Se estudiarán procedimientos para la generación automática de muestras, como el método de la transformada inversa, composición y aceptación-rechazo, particularizando a algunas distribuciones notables. Se introducen los métodos de Monte Carlo basados en la generación de muestras independientes, comenzando por el muestreo por importancia y su aplicación a la estimación de volúmenes, así como refinamientos del mismo



orientados a reducir la varianza.

• **Bloque 2: Modelos Lineales**

**Profesor:** Rafael Rumí Rodríguez (UAL).

- **Tema 3: El Modelo Lineal General.** Se presentará la formulación del modelo lineal general, sus propiedades y la metodología general que se aplica: estimación del modelo, y en el caso de normalidad, inferencia.
- **Tema 4: Modelos de Regresión Avanzados.** Se estudiarán algunos modelos de regresión relevantes, como el modelo de regresión lineal múltiple, siguiendo la metodología introducida en el tema anterior, pero también analizando algunas características específicas de cada modelo.

• **Bloque 3: Introducción a los procesos estocásticos**

**Profesores:** Manuel Muñoz Márquez (UCA) y Antonia Castaño Martínez (UCA)

- **Tema 5: El proceso de Poisson. Procesos de Renovación.** Se presenta la teoría general de procesos estocásticos, desarrollando en detalle el proceso de Poisson. En particular, se estudian los procesos de Poisson homogéneos, no homogéneos, compuestos y condicionados. Se estudian los fundamentos de la teoría de renovación, en particular las ecuaciones de renovación y los teoremas límite.
- **Tema 6: Introducción a los récords y casi-récords y sus procesos asociados.** Se presenta la teoría distribucional de los valores récords, desarrollando el caso de la distribución exponencial. Se introducirán algunos procesos asociados, los tiempos en los que se producen los récords, el número de récords, etc. Análogamente se introducirán algunos valores conocidos en la literatura como casi-récords, describiendo con mayor detalle las delta-excedencias y los delta-récords.

• **Bloque 4: Cadenas de Markov**

**Profesor:** Manuel Arana Jiménez (UCA).

- **Tema 7: Cadenas de Markov.** Se introducen las cadenas de Markov de parámetro discreto y se muestran algunas aplicaciones a la Teoría de Colas e Inventarios. Para ilustrar los conceptos y métodos se proponen prácticas con software (R, online, etc.)
- **Tema 8: Otras aplicaciones.** Aplicaciones de las cadenas de Markov a los procesos de optimización. como puedan ser los procesos de decisión de Markov. Como extensión, se plantean las cadenas de Markov bajo ambiente de incertidumbre para lo que es útil el un escenario difuso (fuzzy). Se proponen prácticas para la resolución de los procesos de optimización considerados mediante software (R, online, etc.)

**BIBLIOGRAFÍA**

**BLOQUE 1:**

1. Fishman G.S. (1996) Monte Carlo. Concepts, algorithms and applications. Springer.
2. Gilks W.R., Richardson S., Spiegelhalter D.J. (1996) Markov Chain Monte Carlo in practice. CRC Press.
3. Roberts C.P., Casella G. (2004) Monte Carlo statistical methods. Springer.
4. Rubinstein R.Y., Kroese D.P.(2008) Simulation and the Monte Carlo method (2ª edición). Wiley.

**BLOQUE 2:**

5. D.C., Peck, E.A., Vinning, G.G. (2002) Introducción al Análisis de Regresión Lineal. CECSA.
6. Myers, R.H., Montgomery, D.C. (1995) Response Surface Methodology. Wiley.
7. Peña, D. Regresión y Análisis de Experimentos (2002). Alianza Editorial.
8. Rao, C.R. (1973) Linear Statistical Inference and its Applications. Wiley.



9. Rohatgi (1973). An Introduction to Probability. Theory and Mathematical Statistics. John Wiley.
10. Statgraphics Plus (1995). Reference Manual. Manugistics Inc.

**BLOQUES 3 Y 4:**

11. Arnold, B.C., Balakrishnan, N., Nagaraja, H.N. (1998) Records. J. Wiley & Sons.
12. Ahsanullah, M., Nevzorov, V.B. (2015) Records via probability theory. Springer.
13. Durrett, R. (1999) Essential of Stochastic Processes. Springer.
14. Feller, W. (1971) An introduction to Probability Theory and its applications, vol. II, 2nd Edition, J. Wiley & Sons.
15. Kleinrock, L. (1975) Queuing Systems, vol II, J. Wiley & Sons.
16. Nevzorov, V.B. (2001) Records: Mathematical theory, American Mathematical Society.
17. Rolski T., Schmidli H., Schmidt V., Teugels J. (1998) Stochastic processes for insurance and finance. J. Wiley & Sons, Chichester
18. Ross, S. M. (1996) Stochastic Processes, 2nd Edition, Wiley.

**METODOLOGÍA DOCENTE**

Las actividades formativas se desarrollarán desde una metodología participativa y aplicada que se centra en el trabajo del estudiante (presencial y no presencial, individual y grupal) .

Cada crédito ECTS se corresponde con 25 horas de trabajo del alumno y para esta materia un 30% se desarrollará en el aula y por tele-docencia incluyendo también en este porcentaje las tutorías, seminarios, exposiciones y exámenes. El 70% restante se ocupará con actividades no presenciales centradas en la tutorización online y en el estudio y trabajo del alumno.

Con objeto de conseguir las competencias esperadas se realizarán:

- *Actividades presenciales:* Sesiones teóricas y prácticas incentivando la participación de los estudiantes en seminarios de investigación y exposiciones (los estudiantes dispondrán en todo momento del material y las referencias necesarias para ello).
- *Actividades no presenciales:* Estudio, trabajo individual, tutorías online, trabajo en grupo y autoevaluaciones que facilitarán el estudio de los contenidos, el análisis y la resolución de problemas.

Las actividades en el aula se realizarán en 6 sesiones de 2'5 horas por cada curso de 2 créditos ECTS ofertado.

**EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

El sistema de evaluación será el siguiente:

- La asignatura consta de cuatro bloques, cada uno de los cuales tendrá una calificación entre 0 y 10 puntos. La calificación final es una media de las notas obtenidas en cada uno de los cuatro bloques.
- La superación de la asignatura se obtendrá con una puntuación de 5 o más puntos.
- Para evaluar cada bloque se solicitará a los alumnos que realicen una serie de actividades que podrán incluir resúmenes teóricos, esquemas, resolución de ejercicios y otras cuestiones relacionadas con el contenido del bloque, que deberán enviar a los profesores de la asignatura a través del campus virtual. Dichas actividades tendrán carácter individual, salvo que se indique expresamente lo contrario.
- Se valorará especialmente la adquisición de habilidades y destrezas, la capacidad de síntesis y el grado de madurez adquirido por el alumno en relación a los contenidos del curso.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

Salvo situaciones justificadas los estudiantes de una universidad concreta deben seguir de forma presencial las sesiones de la asignatura impartidas en dicha universidad.