



GUÍA DE ESTUDIO ON-LINE:

**Modelización. Procesos
Estocásticos //**

**Modelling. Stochastic
Processes**

PRESENTACIÓN

La presente guía contiene la información básica acerca de la asignatura “**Modelización. Procesos Estocásticos**”, correspondientes al Módulo II(b): “**Aplicaciones de las Matemáticas**” del Máster Universitario en Matemáticas conjuntamente por las Universidades de Almería, Cádiz, Granada, Jaén y Málaga, y que el alumno necesita conocer al inicio del estudio del curso.

En esta guía se recoge información esencial sobre:

- Competencias asociadas a la materia.
- Contenidos y objetivos perseguidos durante el curso.
- Metodología y sistema de evaluación.
- Bibliografía.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. COMPETENCIAS.....	5
3. RESULTADOS DE APRENDIZAJE	7
4. CONTENIDOS Y PROFESORADO RESPONSABLE	7
5. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	9
5.1. ACTIVIDADES FORMATIVAS	10
5.2. RECURSOS DE APRENDIZAJE.....	11
5.3. TEMPORALIZACIÓN.....	11
6. SISTEMAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	12
7. REQUISITOS TÉCNICOS.....	12
8. BIBLIOGRAFÍA.....	13

1. INTRODUCCIÓN

➤ DATOS DE LA MATERIA:

MÁSTER	MÁSTER UNIVERSITARIO EN MATEMÁTICAS
MÓDULO	II(b) APLICACIONES DE LAS MATEMÁTICAS
MATERIA	MODELIZACIÓN. PROCESOS ESTOCÁSTICOS
ÁREA	ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA
CARÁCTER	OPTATIVO
SEMESTRE	SEGUNDO
CRÉDITOS	8
COORDINA	UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
ENSEÑANZA	SEMIPRESENCIAL
UNIVERSIDADES EN LAS QUE SE IMPARTE	UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
IDIOMA	ESPAÑOL

➤ DATOS DEL PROFESORADO:

PROFESORES	
NOMBRE	DIRECCIÓN
PATRICIA ROMÁN ROMÁN	Dpto. Estadística e Investigación Operativa Facultad de Ciencias, UGR Teléfono: 958240491 Correo electrónico: proman@ugr.es
FRANCISCO DE ASÍS TORRES RUIZ	Dpto. Estadística e Investigación Operativa Facultad de Ciencias, UGR Teléfono: 958241000 ext. 20056 Correo electrónico: fdeasis@ugr.es
CARMELO RODRÍGUEZ TORREBLANCA	Dpto. Estadística y Matemática Aplicada Facultad de Ciencias Experimentales, UAL Teléfono: 950214549 Correo electrónico: crt@ual.es
ANTONIO SALMERÓN CERDÁN	Dpto. Estadística y Matemática Aplicada Facultad de Ciencias Experimentales, UAL Teléfono: 950015669 Correo electrónico: asalmero@ual.es

2. COMPETENCIAS

COMPETENCIAS GENERALES

- 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 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.
- 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.
- 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.

3. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- 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

4. CONTENIDOS Y PROFESORADO RESPONSABLE

- **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**

Profesores: Carmelo Rodríguez Torreblanca (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: Procesos estocásticos. Aplicaciones a modelos de crecimiento.**

- **Profesores:** Patricia Román Román (UGR) y Francisco de Asís Torres Ruiz (UGR).

- **Tema 5: Introducción a los procesos estocásticos.** Se realizará una breve síntesis de nociones básicas interesantes con las cuales situarse en el ambiente de los procesos estocásticos. Concretamente, se tratarán las definiciones básicas, desde la de recorrido aleatorio hasta la de proceso de Markov con la correspondiente ecuación de Chapman-Kolmogorov e incluyendo una breve introducción a procesos gaussianos. Se ilustrará el tema con algunos ejemplos de procesos de interés y se hará hincapié en procedimientos de simulación de sistemas estocásticos basados en los mismos y que se realizarán mediante el lenguaje R.

- **Tema 6: Introducción a los procesos de difusión.** Este tema está planteado como una introducción conceptual a la teoría de los procesos de difusión. Se profundizará en métodos de obtención de las distribuciones asociadas, cálculo de funciones media y covarianzas, así como de otras características de interés en aplicaciones prácticas. La aproximación a esta clase de procesos se realizará tanto desde el punto de vista de las ecuaciones diferenciales de Kolmogorov como desde las ecuaciones diferenciales estocásticas. Se mostrarán también métodos de simulación que puedan ser implementados en R.

- **Tema 7: Inferencia en procesos.** Introducción al problema de tiempos de primer paso. Se abordará el problema general de inferencia en procesos y se particularizará al caso de procesos de Markov considerando el caso de muestreo discreto de las trayectorias y abordando el problema mediante máxima verosimilitud. Asimismo se considerará una aproximación al problema de tiempos de primer paso en procesos, centrándose fundamentalmente en difusiones. Se indicará el procedimiento general de obtención de las densidades de tiempo de primer paso así como algunos casos particulares para los cuales existen expresiones explícitas y planteando esquemas numéricos para casos más generales. En ambos casos se realizarán prácticas de implementación de los procedimientos en R.

- **Tema 8: Procesos de difusión asociados a modelos de crecimiento. Aplicaciones.** En este tema se pretende que el alumno se familiarice con las aplicaciones de los procesos de difusión en diversas ramas de la ciencia que tratan con fenómenos de crecimiento. Para ello, se comienza mostrando un estudio de diversos procedimientos que

permiten la construcción de modelos concretos asociados a situaciones que se rigen por determinados patrones comunes de crecimiento. Con vistas a su posterior aplicación a fenómenos reales se plantea el estudio de modelos de difusión existentes para modelar datos en diversos campos de aplicación (Economía, Biología, Medioambiente,...). Tanto la estimación como el problema de tiempos de primer paso serán abordados, tanto con simulaciones como con ejemplos reales que serán abordados con implementaciones en R.

5. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

La enseñanza de esta materia es semipresencial. Los profesores y estudiantes dispondrán de claves de acceso a la plataforma virtual que les permitirán descargar materiales, atender tutorías, realizar autoevaluaciones y otras actividades propias de este tipo de enseñanza.

Todas las actividades formativas propuestas se desarrollarán desde una metodología participativa y aplicada que se centra en el trabajo del estudiante (presencial y no presencial/individual y grupal). Las clases teóricas, los seminarios, las clases prácticas, las tutorías, el estudio y trabajo autónomo y el grupal, serán las maneras de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Cada ECTS se corresponde con 25 horas de trabajo del alumno por lo que esta materia supondrá un total de 200 horas de trabajo a cada estudiante las cuales estarán estructuradas de la siguiente forma:

- El 40% (80 horas) corresponden a trabajo de interrelación con el profesor, divididos en una parte PRESENCIAL (24 horas), con tutorías presenciales aprovechando los días de sesiones presenciales, incentivando la participación de los estudiantes en seminarios y exposiciones, y otra ONLINE (56 horas) basada en estudio, trabajo individual, tutorías online, trabajo en grupo y autoevaluaciones que facilitarán el estudio de los contenidos, el análisis y la resolución de problema.
- El 60% restante (120 horas) corresponden a estudio personalizado del alumno, en el que se realizarán las tareas encargadas por el profesor como parte del sistema de evaluación de la asignatura.

5.1. ACTIVIDADES FORMATIVAS

Con carácter general las actividades formativas comprenderán:

Clases teóricas No entendidas exclusivamente como lección magistral, sino procurando una fuerte implicación del alumno en el desarrollo de la misma. Se expondrán claramente los objetivos principales del tema y se desarrollarán en detalle los contenidos necesarios para una correcta comprensión de los conocimientos, siguiendo libros de texto de referencia y/o documentación previamente facilitada al estudiante, que servirán para fijar los conocimientos y contenidos ligados a las competencias previstas.

Prácticas con Ordenador Fase fundamental para completar los objetivos del curso. En efecto, el curso no sólo está diseñado para mostrar diversas técnicas estocásticas desde el punto de vista teórico sino para mostrar cómo se pueden implementar mediante programas de ordenador, lo cual permite acceder de forma inmediata al campo de las aplicaciones.

Tutorías. Consistirán en organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basan en la interacción directa entre el estudiante y el profesor.

Tendrán el propósito de 1) Orientan el trabajo autónomo y grupal del alumnado, 2) profundizar en distintos aspectos de la materia y 3) orientar la formación académica-integral del estudiante

Actividades de Autoevaluación: Trabajos en grupo no evaluables, realización de tests y resolución de problemas. Para ello se pueden proponer ejercicios resueltos con los cuales el alumno valore el grado de asimilación al que ha llegado.

Labor tutorial online: Se conciben como una forma de estimular el uso de este servicio que nos parece de vital importancia en una enseñanza de marcada inspiración constructivista como la propuesta en la reforma de Bolonia. La realización de este tipo de tutoría se plantea mediante el empleo de dos de las herramientas que incorpora Moodle: los foros y chats.

5.2. RECURSOS DE APRENDIZAJE

Material bibliográfico estándar (libros de texto, artículos de investigación,...)

Utilización de materiales diversos basados en tecnologías estándares y abiertas (HTML, PDF, Word, ...) y a los que el alumno podrá acceder mediante la plataforma Moodle.

Uso de Software específico y libre.

Glosarios, foros, chats, wikis, ...

5.3. TEMPORALIZACIÓN

BLOQUE I

- **Temas 1 y 2:**
 - **15 y 22 de febrero. Universidad de Almería**
- **Temas 3 y 4:**
 - **15 y 22 de febrero. Universidad de Almería**

BLOQUE II

- **Temas 5 y 6:**
 - **31 de mayo y 7 de junio. Universidad de Almería**
- **Temas 7 y 8:**
 - **31 de mayo y 7 de junio. Universidad de Almería**

6. SISTEMAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los criterios para la evaluación serán

- Valoración de los conocimientos adquiridos mediante la realización de los resúmenes/esquemas de cada tema. Se hará especial énfasis en el nivel de comprensión de los mismos conocimientos, la capacidad para sintetizarlos y se prestará especial atención a los comentarios que se hagan sobre la utilidad de los resultados que en cada momento se vayan presentando (hasta 3 puntos).
- Resolución de las relaciones de ejercicios. Se prestará especial atención a la adquisición de habilidades/destrezas, así como la relación que se haga en cada uno de ellos con los aspectos teóricos subyacentes (hasta 4 puntos).
- Se valorará el grado de madurez adquirido por el alumno en relación al dominio de la teoría de procesos de difusión mediante la elaboración del trabajo expuesto en el apartado de Metodología (hasta 3 puntos).
- Finalmente, se valorará en general el grado de madurez adquirido por el alumno mediante su participación en los debates sobre los trabajos realizados por el resto de los alumnos (este aspecto permitirá matizar la calificación obtenida en los apartados anteriores).
- La superación del curso se obtendrá con una puntuación acumulada de 5 o más puntos.

7. REQUISITOS TÉCNICOS

Sólo se requieren los requisitos mínimos para cualquier tipo de formación on-line:

- Acceso a Internet y navegador:
 - Firefox, Internet Explorer, Safari, etc.
- Software de ofimática, visualización de documentos, imágenes y video de uso extendido:
 - Openoffice, Microsoft Word, etc.
 - Lectores de PDF.
 - Pluggins de navegador para reproducción de flash.

8. BIBLIOGRAFÍA

Parte 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.

Parte 2:

5. Box, G.E.P., Hunter, W.G., Hunter, J.S. (1993). Estadística para investigadores. Reverté.
6. Montgomery, D.C., Peck, E.A., Vinning, G.G. (2002) Introducción al Análisis de Regresión Lineal. CECSA.
7. Myers, R.H., Montgomery, D.C. (1995) Response Surface Methodology. Wiley.
8. Peña, D. Regresión y Análisis de Experimentos (2002). Alianza Editorial.
9. Rao, C.R. (1973) Linear Statistical Inference and its Applications. Wiley.
10. Rohatgi (1973). An Introduction to Probability. Theory and Mathematical Statistics. John Wiley.
11. Statgraphics Plus (1995). Reference Manual. Manugistics Inc.

Parte 3:

12. Bhattacharya, R.N. y Waymire, E. C. (2009). *Stochastic Processes with Applications*. John Wiley and Sons.
13. Capasso, V. y Bakstein, D. (2005). *An introduction to continuous-time stochastic processes*. Birkhäuser.
14. Gutiérrez, R., Román, P. y Torres, F. (1995). A note on the Volterra integral equation for the first-passage-time density. *Journal of Applied Probability*, 32(3), 635-648.
15. Gutiérrez, R., Ricciardi, L., Román, P. y Torres, F. (1997). First-passage-time densities for time-non-homogeneous diffusion processes. *Journal of Applied Probability*, 34(3), 623-631.
16. Gutiérrez-Jáimez, R., Román, P., Romero, D., Serrano, J.J., Torres, F. (2007). A new Gompertz-type diffusion process with application to random growth. *Mathematical Biosciences*, 208, 147-165.
17. Gutiérrez-Jáimez, R., Román, P., Romero, D., Serrano, J.J., Torres, F. (2008). Some time random variables related to a Gompertz-type diffusion process. *Cybernetics and Systems*, 39(5), 467-479.
18. Iacus, S.M. y Masarotto, G. (2007). Laboratorio di Statistica con R. (2ª edición). McGraw-Hill.
19. Iacus, S.M. (2008). *Simulation and inference for stochastic differential equations*. Springer-Verlag



20. Ricciardi, L. M. (1977). *Diffusion processes and related topics in Biology*. Springer-Verlag.
21. Román-Román, P., Romero, D. y Torres-Ruiz, D. (2010). A diffusion process to model generalized von Bertalanffy growth patterns: Fitting to real data. *Journal of Theoretical Biology*, 263(1), 59-69.
22. Stewart, W. J. (2009). *Probability, Markov chains, queues and simulation*. Princeton University Press.