

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
PROBABILIDAD	PROCESOS ESTOCÁSTICOS	3º	2º	6	Obligatorio
<b>PROFESORES<sup>(1)</sup></b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS</b> (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Juan Eloy Ruiz Castro</li> </ul>			Dpto. Estadística e Investigación Operativa, 1ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº 23. Correo electrónico: jeloy@ugr.es		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS<sup>(1)</sup></b>		
			<a href="http://www.ugr.es/local/estadis/tutorias2021.pdf">www.ugr.es/local/estadis/tutorias2021.pdf</a>		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en Estadística					
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES</b> (si procede)					
Se recomienda la realización previa de las asignaturas <i>Cálculo de Probabilidades I</i> y <i>II</i> del módulo Formación Básica.					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos estocásticos: conceptos básicos</li> <li>Cadenas de Markov</li> <li>Procesos de Markov, Proceso de Poisson, Procesos de Nacimiento y Muerte, etc</li> </ul>					
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>					
<b>Competencias generales:</b>					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))



**G01.** Poseer los conocimientos básicos de los distintos módulos que, partiendo de la base de la educación secundaria general, y apoyándose en libros de texto avanzados, se desarrollan en la propuesta de título de Grado en Estadística que se presenta.

**G02.** Saber aplicar los conocimientos básicos de cada módulo 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 la Estadística y ámbitos en que esta se aplica directamente.

**G03.** Saber reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

**G04.** Poder transmitir información, ideas, problemas y sus soluciones, de forma escrita u oral, a un público tanto especializado como no especializado.

**G05.** Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

**G06.** Saber utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.

**G08.** Poseer habilidades y aptitudes que favorezcan el espíritu emprendedor en el ámbito de aplicación y desarrollo de su formación académica.

#### **Competencias específicas:**

**E01.** Conocer los fundamentos básicos del razonamiento estadístico, en el diseño de estudios, en la recogida de información, en el análisis de datos y en la extracción de conclusiones.

**E03.** Conocer los fundamentos teóricos y saber aplicar modelos y técnicas estadísticas en estudios y problemas reales en diversos ámbitos científicos y sociales.

**E04.** Saber seleccionar los modelos o técnicas estadísticas para su aplicación en estudios y problemas reales en diversos ámbitos científicos y sociales, así como conocer herramientas de validación de los mismos.

**E06.** Comprender y utilizar básicamente el lenguaje matemático.

**E07.** Conocer los conceptos y herramientas matemáticas necesarias para el estudio de los aspectos teóricos y prácticos de la Probabilidad, la Estadística y la Investigación Operativa.

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

- Conocer los elementos básicos de la teoría de procesos estocásticos y los tipos principales de procesos estocásticos.
- Aprender a modelizar situaciones reales mediante procesos estocásticos.
- Tener capacidad para aplicar las técnicas estudiadas a procesos concretos.
- Manejar algunos modelos básicos de procesos estocásticos, con especial énfasis en cadenas de Markov y sus aplicaciones.

#### **TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA**



## TEMARIO TEÓRICO

- Tema 1. Procesos Estocásticos

Introducción. Clasificación de los procesos estocásticos: procesos estacionarios, procesos ergódicos, procesos con incrementos independientes, procesos con incrementos estacionarios, etc. Análisis de fenómenos físicos mediante procesos estocásticos.

- Tema 2. Cadenas de Markov en tiempo discreto

Introducción y definición. Matriz de transición. Distribución transitoria. Tiempos de permanencia. Comportamiento límite. Costos. Tiempos de primer paso.

- Tema 3. Cadenas de Markov en tiempo continuo

Introducción y definición. Matriz de probabilidades de transición: propiedades. Construcción y generador de una cadena de Markov (Q-matriz). El proceso de Poisson. Análisis transitorio: ecuaciones de Kolmogorov. Tiempos de permanencia. Comportamiento límite. Costos. Tiempos de primer paso.

- Tema 4. Procesos de ramificación y modelos de crecimiento de poblaciones

Definición de un proceso de ramificación. Medidas y tiempo hasta la extinción. Modelos de crecimiento de poblaciones. Proceso de nacimiento puro. Proceso de Yule. Proceso de nacimiento y muerte. Tiempo de permanencia. Análisis estacionario.

## TEMARIO APLICADO:

### Seminarios/Talleres

Práctica 1. Resolución de ejercicios sobre CMTD

Práctica 2. Resolución de ejercicios sobre CMTC

Práctica 3. Resolución de ejercicios sobre procesos de ramificación y modelos de crecimiento de poblaciones

### Prácticas de Laboratorio

Se realizarán prácticas con datos reales y simulados mediante software estadístico relativas a los contenidos tratados en el programa de teoría.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Kijima, M. (1997) Markov Processes for Stochastic Modeling. Chapman and Hall.
- Kulkarni, V. G. (1995) Modeling and Analysis of Stochastic Systems. Chapman and Hall.
- Kulkarni, V. G. (1999) Modeling, Analysis, Design, and Control of Stochastic Systems. Springer-Verlag New York, Inc.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:



- Cox, D. R. y Miller, H. D. (1970). *The Theory of Stochastic Processes*. Methuen. London.
- Dobrow, R. P. (2016). *Introduction to Stochastic Processes with R*. Wiley
- Gámiz Pérez, M.L. (2000). *Introducción a los procesos estocásticos. Cadenas de Markov y procesos de renovación*. Universidad de Granada
- Ochi, M. K. (1990) *Applied Probability and Stochastic Processes*. John Wiley & Sons, Inc.
- Parzen, E. (1972) *Procesos Estocásticos*. Paraninfo. Madrid.
- Pérez Ocón, R. (2000). *Procesos de Markov. Introducción a los procesos estocásticos*. Universidad de Granada
- Ross, S. M. (1983) *Stochastic Processes*. John Wiley & Sons, Inc.
- Taylor, H. M. and Karlin, S. (1994) *An Introduction to Stochastic Modeling*. Academic Press.
- Tijms, H. C. (2003) *A First Course in Stochastic Models*. John Wiley and Sons, Chichester.

#### ENLACES RECOMENDADOS

#### METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases teóricas.
- Clases de problemas.
- Trabajos y Seminarios.
- Tutorías académicas.
- Estudio y trabajo autónomo.
- Estudio y trabajo en grupo.

Las anteriores actividades formativas se desarrollarán desde una metodología participativa y aplicada centrada en el trabajo del estudiante (presencial y no presencial/individual y grupal) según la siguiente distribución aproximada (atendiendo a las indicaciones generales de los módulos del grado):

- Un 40% de docencia presencial en el aula.
- Un 50% de estudio individualizado del alumno, búsqueda, consulta y tratamiento de información, resolución de problemas y casos prácticos, y realización de trabajos y exposiciones.
- Un 10% para tutorías individuales y/o colectivas y evaluación.

Para esta materia, la relación de cada actividad formativa con las competencias a adquirir es la siguiente:

- **Clases de teoría**  
Competencias generales: G01, G03, G05.  
Competencias específicas: E01, E03, E04, E06, E07.



- **Clases de problemas y prácticas en ordenador**  
Competencias generales: G01, G02.  
Competencias específicas: E04, E06, E07.
- **Seminarios y exposición de trabajos**  
Competencias generales: G01, G02, G03, G04, G05, G06, G08.  
Competencias específicas: E04, E06, E07.
- **Tutorías**  
Competencias generales: G01, G03, G04, G05.  
Competencias específicas: E01, E03, E04, E06, E07.
- **Trabajo personal del alumno**  
Competencias generales: G01, G02, G03, G04, G05, G06, G08.  
Competencias específicas: E01, E03, E04, E06, E07.

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

### Convocatoria Ordinaria:

De acuerdo a lo establecido en la guía docente de la titulación se valorarán:

- Pruebas específicas de conocimientos, orales y escritas. Resolución de ejercicios (55%)
- Trabajos y seminarios. Producciones de los alumnos, individuales o de grupo, a través de cuadernos de trabajo, presentaciones, etc. (40%)
- Participación, actitud y esfuerzo personal de los alumnos en las actividades formativas (5%)

Si el estudiante decide no realizar el examen de pruebas específicas de conocimientos, orales y escritas con resolución de ejercicios, en el acta figurará con la anotación de "No presentado" (art. 22.4)

### Convocatorias Extraordinarias:

- Examen teórico-práctico en el que se valorará tanto la adquisición de conocimientos como la capacidad de aplicación de los mismos a situaciones prácticas para la resolución de problemas

Siguiendo el art. 19.1 de la normativa, en el que se establece que a la convocatoria extraordinaria podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. Se garantizará, en todo caso, la posibilidad de obtener el 100% de la calificación final.

## DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Al margen de la evaluación anterior, el alumno tendrá derecho, en virtud del artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la Universidad de Granada, aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de mayo de 2013, a una evaluación única final mediante la realización de un examen teórico-práctico de los contenidos del programa de la asignatura (100% de la calificación final).



## ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

#### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

#### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

[www.ugr.es/local/estadis/tutorias2021.pdf](http://www.ugr.es/local/estadis/tutorias2021.pdf)

Google Meet

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Las metodologías a emplear son las que garanticen las condiciones sanitarias para los alumnos y para el profesorado. Las clases de teoría se realizarán usando herramientas de virtualización como:

- Plataforma PRADO (se propondrá material complementario, Foro, Tareas, Chat,...).
- El desarrollo de clases mediante videoconferencia (p.e. Hangouts Meet de Google).

En caso que se garanticen la salubridad de las clases y la seguridad para los alumnos y profesorado, las clases prácticas se realizarán de forma presencial con el número máximo de alumnos posible. En estas clases se resolverán problemas y dudas que puedan surgir de la virtualización.

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

#### Convocatoria Ordinaria

De acuerdo a lo establecido en la guía docente de la titulación se valorarán:

- Pruebas específicas de conocimientos, orales y escritas de forma presencial. Resolución de ejercicios (55%)
- Trabajos y seminarios de forma virtual síncrona y/o asíncrona. Producciones de los alumnos, individuales o de grupo, a través de cuadernos de trabajo, presentaciones, etc. (40%)
- Participación, actitud y esfuerzo personal de los alumnos en las actividades formativas (5%)

Si el estudiante decide no realizar el examen de pruebas específicas de conocimientos, orales y escritas con resolución de ejercicios, en el acta figurará con la anotación de "No presentado" (art. 22.4)

#### Convocatoria Extraordinaria

Examen teórico-práctico en el que se valorará tanto la adquisición de conocimientos como la capacidad de aplicación de los mismos a situaciones prácticas para la resolución de problemas. Se realizará de forma presencial.

Siguiendo el art. 19.1 de la normativa, en el que se establece que a la convocatoria extraordinaria podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. Se garantizará, en todo caso, la posibilidad de obtener el 100% de la calificación final.

#### Evaluación Única Final

Al margen de la evaluación anterior, el alumno tendrá derecho, en virtud del artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la Universidad de Granada, aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20



de mayo de 2013, a una evaluación única final mediante la realización de un examen teórico-práctico de los contenidos del programa de la asignatura de forma presencial.

El porcentaje de la calificación final será del 100%

## ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

#### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

[www.ugr.es/local/estadis/tutorias2021.pdf](http://www.ugr.es/local/estadis/tutorias2021.pdf)

#### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Google Meet

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Las clases de teoría, prácticas y tutorías, es decir, todo lo que habitualmente se realizaba presencialmente, se realizará usando herramientas de virtualización como:

- Plataforma PRADO (se propondrá material complementario, Foro, Tareas, Chat,...).
- El desarrollo de clases mediante videoconferencia (p.e. Hangouts Meet de Google).

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

#### Convocatoria Ordinaria

La evaluación en la convocatoria ordinaria será preferencialmente continua. Por ello se realizan las siguientes actividades, indicando la herramienta y el porcentaje sobre la calificación final.

- **Tareas en PRADO**

En cada uno de los cuatro temas de la asignatura se propondrá la resolución de problemas en un escenario asíncrono. Estos problemas serán entregados en el tiempo indicado a través de la herramienta Tareas en PRADO. El porcentaje sobre la calificación final será del 30%

- **Cuestionarios en PRADO**

Se realizarán distintas pruebas a través de cuestionarios en PRADO en un escenario síncrono controlando el tiempo de ejecución del mismo, elaborando preguntas que sean de razonamiento más que puramente memorísticas. Mientras se realiza el cuestionario, el profesorado estará presente en una sala de Google Meet para resolver cualquier duda o incidencia. El porcentaje sobre la calificación final será del 60%

- **Foros y Estadísticas de Acceso en PRADO y Google Meet (chat)**

Se valorará la participación e interés del alumnado en foros, tutorías y clases virtuales. El porcentaje sobre la calificación final será del 10%

Una vez realizada la evaluación final, todo alumno que desee subir nota tendrá la oportunidad de realizar la prueba única final no presencial. La calificación final será la máxima obtenida entre la prueba y la evaluación continua.



### Convocatoria Extraordinaria

Se propondrán distintos problemas para su resolución en un escenario síncrono. Se realizarán a través de cuestionarios en PRADO controlando el tiempo de ejecución del mismo, elaborando preguntas que sean de razonamiento más que puramente memorísticas, dando la posibilidad de entrega de material complementario. Mientras se realiza el cuestionario el profesorado estará presente en una sala de Google Meet para resolver cualquier duda o incidencia.

El porcentaje de la calificación final será del 100%

### Evaluación Única Final

Aquellos alumnos que no hayan querido acogerse a la evaluación continua podrán realizar la prueba final para la evaluación única.

Se propondrán distintos problemas para su resolución en un escenario síncrono. Se realizarán a través de cuestionarios en PRADO controlando el tiempo de ejecución del mismo, elaborando preguntas que sean de razonamiento más que puramente memorísticas, dando la posibilidad de entrega de material complementario. Mientras se realiza el cuestionario, el profesorado estará presente en una sala de Google Meet para resolver cualquier duda o incidencia.

El porcentaje de la calificación final será del 100%

### INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)

