Guia docente				
Datos Identificativos				2022/23
Asignatura (*)	Series de Tiempo		Código	614493123
Titulación	Mestrado Universitario en Técnicas Estadísticas (Plan 2019)			
Descriptores				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
Máster Oficial	2º cuatrimestre	Primero	Optativa	5
Idioma	Castellano			
Modalidad docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Matemáticas			
Coordinador/a	Aneiros Perez, German	Correo electrónico	german.aneiros@udc.es	
Profesorado	Aneiros Perez, German	Correo electrónico	german.aneiros@udc.es	
Web	eio.usc.es/pub/mte/			
Descripción general	Se pretende modelizar el comportamiento de una serie de observaciones de una variable tomadas secuencialmente a lo largo del tiempo. Para ello se utilizarán modelos estadísticos paramétricos. Estos modelos nos permitirán comprender la dinámica de la serie, así como predecir sus futuros valores. La metodología utilizada será ilustrada a través de su aplicación a datos reales, para lo que se hará uso del paquete estadístico R. El manejo de dicho paquete en el contexto específico de las series de tiempo será aprendido a lo largo del curso.			

Competencias del título	
Código	Competencias del título
A16	CE1 - Conocer, identificar, modelar, estudiar y resolver problemas complejos de estadística e investigación operativa, en un contexto científico, tecnológico o profesional, surgidos en aplicaciones reales
A17	CE2 - Desarrollar autonomía para la resolución práctica de problemas complejos surgidos en aplicaciones reales y para la interpretación de los resultados de cara a la ayuda en la toma de decisiones.
A18	CE3 - Adquirir conocimientos avanzados de los fundamentos teóricos subyacentes a las distintas metodologías de la estadística y la investigación operativa, que permitan su desarrollo profesional especializado.
A19	CE4 - Adquirir las destrezas necesarias en el manejo teórico-práctico de la teoría de la probabilidad y las variables aleatorias que permitan su desarrollo profesional en el ámbito científico/académico, tecnológico o profesional especializado y multidisciplinar.
A20	CE5 - Profundizar en los conocimientos en los fundamentos teórico-prácticos especializados del modelado y estudio de distintos tipos de relaciones de dependencia entre variables estadísticas.
A21	CE6 - Adquirir conocimientos teórico-prácticos avanzados de distintas técnicas matemáticas, orientadas específicamente a la ayuda en la toma de decisiones, y desarrollar la capacidad de reflexión para evaluar y decidir entre distintas perspectivas en contextos complejos.
A23	CE8 - Adquirir conocimientos teórico-prácticos avanzados de las técnicas destinadas a la realización de inferencias y contrastes relativos a variables y parámetros de un modelo estadístico, y saber aplicarlos con autonomía suficiente un contexto científico, tecnológico o profesional.
A24	CE9 - Conocer y saber aplicar con autonomía en contextos científicos, tecnológicos o profesionales, técnicas de aprendizaje automático y técnicas de análisis de datos de alta dimensión (big data).
A25	CE10 - Adquirir conocimientos avanzados sobre metodologías para la obtención y el tratamiento de datos desde distintas fuentes, como encuestas, internet, o entornos ?en la nube".
B1	CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
B2	CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
B3	CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular 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
B4	CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan¿ a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

B5	CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B17	CG1 - Conocer, comprender y saber aplicar los principios, metodologías y nuevas tecnologías en la estadística y la investigación operativa en contextos científico/académicos, tecnológicos o profesionales especializados y multidisciplinares, así como adquirir las destrezas y competencias descritas en los objetivos generales del título.
B18	CG2 - Desarrollar autonomía para identificar, modelar y resolver problemas complejos de la estadística y la investigación operativa en contextos científico/académicos, tecnológicos o profesionales especializados y multidisciplinares.
B19	CG3 - Desarrollar la capacidad para realizar estudios y tareas de investigación y transmitir los resultados a públicos especializados, académicos y generalistas.
B20	CG4 - Integrar conocimientos avanzados y enfrentarse a la toma de decisiones a partir de información científica y técnica.
B21	CG5 - Desarrollar la capacidad de aplicación de algoritmos y técnicas de resolución de problemas complejos en el ámbito de la estadística y la investigación operativa, manejando el software especializado adecuado.
C11	CT1 - Desarrollar firmes capacidades de razonamiento, análisis crítico y autocrítico, así como de argumentación y de síntesis, contextos especializados y multidisciplinares.
C12	CT2 - Desarrollar destrezas avanzadas en el manejo de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), tanto para la obtención de información como para la difusión del conocimiento, en un ámbito científico/académico, tecnológico o profesional especializado y multidisciplinar.
C13	CT3 - Ser capaz de resolver problemas complejos en entornos nuevos mediante la aplicación integrada de los conocimientos.
C14	CT4 - Desarrollar una sólida capacidad de organización y planificación del estudio, asumiendo la responsabilidad de su propio desarrollo profesional, para la realización de trabajos en equipo y de forma autónoma.
C15	CT5 - Desarrollar capacidades para el aprendizaje y la integración en el trabajo en equipos multidisciplinares, en los ámbitos científico/académico, tecnológico y profesional.

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje	Competencias del título		
Conocer los fundamentos del análisis estadístico de datos reales con dependencia temporal.	AM16 AM18 AM19 AM20 AM21 AM25	BP1 BP17	
Desarrollar autonomía para aplicar correctamente los métodos de series de tiempo sobre conjuntos de datos reales, en contextos multidisciplinares.	AM17 AM23 AM24	BP2 BP3 BP5 BP18 BP20 BP21	CP12 CP13 CP14 CP15
Saber presentar los resultados del análisis de una serie de tiempo tanto a público especializado como no.		BP4 BP19	CP11

Contenidos	
Tema	Subtema

1. Series de tiempo y procesos estocásticos.	1.1 Introducción. Gráfico secuencial. Características de una serie de tiempo. Ejemplos. 1.2 Los conceptos de proceso estocástico y serie de tiempo. Procesos estocásticos. Series de tiempo. Ejemplos. 1.3 Definiciones asociadas a un proceso estocástico. Función de medias. Función de varianzas. Función de autocovarianzas. Función de autocorrelaciones simples. Función de autocorrelaciones parciales. Procesos estacionarios. Estimación de la media, de las autocovarianzas y de las autocorrelaciones simples y parciales. Proceso lineal. Proceso causal. Proceso invertible. 1.4 La descomposición de Wold.
2. Modelos Box-Jenkins.	2.1 Introducción. 2.2 Procesos ARMA: Definición e identificación. Procesos autorregresivos. Procesos de medias móviles. Procesos autorregresivos de medias móviles. Distribución asintótica de las autocorrelaciones simples y parciales muestrales. Identificación de los órdenes del ARMA a través de las autocorrelaciones simples y parciales muestrales. 2.3 Procesos ARIMA. 2.3.1 Introducción. Diferenciación regular para eliminar la tendencia. 2.3.2 Definición e identificación. Definición. Identificación de los órdenes del ARIMA a través de las autocorrelaciones simples y parciales muestrales del ARMA asociado. 2.3.3 Estimación y diagnosis. Estimación: mínimos cuadrados, mínimos cuadrados condicionados, máxima verosimilitud. Propiedades. Diagnosis: métodos gráficos y contrastes de hipótesis. 2.3.4 Selección del modelo y predicción. Criterios de información: AIC, AICc, BIC. Predicción puntual e intervalos de predicción. 2.3.5 Aplicación a datos reales. 2.4 Procesos ARIMA estacionales. 2.4.1 Introducción 2.4.2 Procesos ARMA estacionales: Definición e identificación. 2.4.3 Procesos ARMA estacionales multiplicativos: Definición e identificación. 2.4.4 Procesos ARIMA estacionales: Definición e identificación. 2.4.5 Procesos ARIMA estacionales: Estimación y diagnosis. 2.4.6 Procesos ARIMA estacionales: Selección del modelo y predicción. 2.4.7 Medidas de la adecuación de las predicciones. 2.4.8 Transformaciones para estabilizar la varianza. 2.4.9 Aplicación a datos reales.

3. Tópicos adicionales.	3.1 Análisis de intervención. Efectos permanentes. Efectos transitorios. Función de transferencia. Construcción y estimación del modelo. Aplicación a datos reales. 3.2 Valores atípicos. Atípico aditivo. Atípico innovativo. Detección de valores atípicos. Aplicación a datos reales. 3.3 Regresión con series de tiempo. Función de covarianzas cruzadas. Función de correlaciones cruzadas: estimación y distribución asintótica. Correlación espuria. Construcción y estimación del modelo. Aplicación a datos reales.

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competéncias	Horas presenciales	Horas no presenciales / trabajo autónomo	Horas totales
Sesión magistral	A16 A18 A19 A20 A21 A23 A25 B1 B5 B17 B19 B20 B21 C14 C15	21	36	57
Prácticas de laboratorio	A17 A20 A21 A23 A24 B2 B3 B4 B5 B18 C11 C12 C13 C14 C15	14	42	56
Prueba de respuesta múltiple	A16 A17 A18 A19 A20 A21 A23 A24 A25	1.5	0	1.5
Prueba práctica	A16 A17 A18 A19 A20 A21 A23 A24 A25 B1 B2 B3 B4 B5 B17 B18 B19 B20 B21 C11 C12 C13 C14 C15	1.5	0	1.5
Atención personalizada		9	0	9
(*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos				

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Clases de tipo teórico impartidas por el profesor, en las que desarrollarán los contenidos del Temario. Para ello, se apoyará en la proyección de transparencias (su versión en pdf estará disponible online). Dichas transparencias serán facilitadas a los alumnos a través de Teams o de la web del máster. Se propondrán ejercicios teórico-prácticos para que el alumno los realice de forma voluntaria (sin peso en la evaluación).

Prácticas de laboratorio	Clases de tipo práctico impartidas por el profesor, en las que los alumnos participarán de manera activa a través de la realización de análisis prácticos (para esto último, es necesario que los alumnos dispongan en el aula de un ordenador). El profesor desarrollará en clase distintos tipos de aplicaciones a datos reales de la teoría previamente expuesta. Para ello, introducirá las herramientas específicas de que dispone el paquete estadístico R. Posteriormente, será el alumno el que desarrolle otras aplicaciones con la ayuda de un ordenador. Los scripts relativos a las aplicaciones desarrolladas por el profesor serán facilitados a los alumnos a través de Teams o de la web del máster. También los correspondientes a las aplicaciones llevadas a cabo por los alumnos, pero una vez que estos las hayan finalizado. Se propondrá el análisis de series de tiempo y también cuestiones relacionadas con las prácticas realizadas en clase para que el alumno las realice de forma voluntaria (sin peso en la evaluación).
Prueba de respuesta múltiple	Algunas de las pruebas de la evaluación serán pruebas de respuesta múltiple. Más información sobre dichas pruebas puede ser vista en la Sección 7: Evaluación.
Prueba práctica	Algunas de las pruebas de la evaluación consistirán en la resolución de problemas de carácter práctico. Para ello, será necesaria la utilización del paquete estadístico R (utilizado en las clases prácticas). Más información sobre este punto puede ser vista en la Sección 7: Evaluación.

Atención personalizada	
Metodologías	**Descripción**
Prácticas de laboratorio Sesión magistral	Cualquier duda que se le presente al alumno a lo largo de las horas presenciales tratará de ser resuelta instantáneamente por parte del profesor. Sin embargo, es posible que otras dudas surjan una vez que el estudiante profundice en la materia en el transcurso de horas no presenciales. En este caso, resulta conveniente que el alumno haga uso de las tutorías individualizadas.

Evaluación			
Metodologías	**Competéncias**	**Descripción**	**Calificación**
Prueba de respuesta múltiple	A16 A17 A18 A19 A20 A21 A23 A24 A25	Se refiere a la pruebas B1 y B2 de la evaluación. Consisten en pruebas escritas tipo test de conocimientos teórico-prácticos. En el caso de la segunda oportunidad, se refiere a la prueba D. Para detalles, véase OBSERVACIONES EVALUACIÓN.	60
Prueba práctica	A16 A17 A18 A19 A20 A21 A23 A24 A25 B1 B2 B3 B4 B5 B17 B18 B19 B20 B21 C11 C12 C13 C14 C15	Se refiere a la pruebas A1 y A2 de la evaluación. Consisten en el análisis de una serie de tiempo a través de las técnicas estadísticas y del software explicados en clase. En el caso de la segunda oportunidad, se refiere a la prueba C. Para detalles, véase OBSERVACIONES EVALUACIÓN.	40
Otros			

Observaciones evaluación

Primera oportunidad: Se realizará (al 100%) a través de evaluación continua a lo largo del cuatrimestre. Para ello se programarán cuatro pruebas: dos de ellas orientadas a evaluar la componente aplicada de la materia y las otras dos a evaluar los conocimientos teóricos-prácticos. Más concretamente:

1.Prueba A1. Se realizará una vez impartido el Tema 1 y las secciones 2.1, 2.2 y 2.3 del Tema 2. Consistirá en el análisis de una serie de tiempo a través de las técnicas estadísticas y del software explicados hasta ese momento.

2. Prueba B1. Se realizará una vez impartido el Tema 1 y las secciones 2.1, 2.2 y 2.3 del Tema 2. Consistirá en la realización de una prueba tipo test de conocimientos teórico-prácticos adquiridos hasta ese momento. 3. Prueba A2. Se realizará una vez impartida la sección 2.4 del Tema 2 y el Tema 3. Consistirá en el análisis de una serie de tiempo a través de las técnicas estadísticas y del software explicados hasta ese momento. 4. Prueba B2. Se realizará una vez impartida la sección 2.4 del Tema 2 y el Tema 3. Consistirá en la realización de una prueba tipo test de conocimientos teórico-prácticos adquiridos en dicha sección 2.4 del Tema 2 y en el Tema 3. Si se denotan a través de A1, B1, A2 y B2 las notas (sobre 10) obtenidas en las pruebas A1, B1, A2 y B2, respectivamente, la nota final será:

(a) 0.2*A1+0.3*B1+0.2*A2+0.3*B2, siempre y cuando tanto (A1+A2)/2 como (B1+B2)/2 sean mayores o iguales que 3.

(b) 4.5(0.2*A1+0.3*B1+0.2*A2+0.3*B2)/7.2, siempre y cuando (A1+A2)/2 y/o (B1+B2)/2 sean menores que 3.Como consecuencia de lo anterior, se tiene que para superar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 3 puntos tanto en la nota media de las pruebas A1 y A2 como en la nota media de las pruebas B1 y B2.Segunda oportunidad: Constará de dos pruebas: una de ellas orientada a evaluar la componente aplicada de la materia y la otra a evaluar los conocimientos teórico-prácticos.

Ambas abarcarán toda la materia impartida, y se realizarán en la misma fecha (una a continuación de la otra), que será fijada por la Comisión Académica del máster. Más concretamente: 1. Prueba C. Consistirá en el análisis de una serie de tiempo a través de las técnicas estadísticas y del software explicados en clase.2. Prueba D. Consistirá en la realización de una prueba tipo test de conocimientos teórico-prácticos relativos a la materia explicada en clase. Si se denotan a través de C y D las notas (sobre 10) obtenidas en las pruebas C y D, respectivamente, la nota final será:

(a) 0.4*C+0.6*D, siempre y cuando tanto C como D sean mayores o iguales que 3.

(b) 4.5*(0.4*C+0.6*D)/7.2, siempre y cuando C y/o D sean menores que 3.

Como consecuencia de lo anterior, se tiene que para superar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 3 puntos tanto en la prueba C como en la prueba D.Importante: A los alumnos que no superen la materia en la primera oportunidad pero sí la parte aplicada (esto es, la media aritmética de las puntuaciones obtenidas en las pruebas A1 y A2 no es inferior a 5) o la parte teórico-práctica (esto es, la media aritmética de las puntuaciones obtenidas en las pruebas B1 y B2 no es inferior a 5), se les considerará dicha media como puntuación obtenida en la parte superada y se les mantendrá para la segunda oportunidad. Así, en la segunda oportunidad sólo realizarán la prueba (aplicada o teórico-práctica) no superada.

Fuentes de información	
Básica	- Cowpertwait, P.S.P. e Metcalfe, A.V. (2009). Introductory Time Series with R.. Springer - Cryer, J.D. e Chan, K-S. (2008). Time Series Analysis. With Applications in R.. Springer (2ª edición) - Hyndman R.J. e Athanasopoulos, G. (2018). Forecasting: principles and practice. O Texts (2ª edición) (accesible online en https://otexts.com/fpp2/)
Complementária	- Brockwell, P.J. y Davis, R.A. (2002). Introduction to Time Series and Forecasting.. Springer (2ª edición) - Peña, D. (2005). Análisis de Series Temporales.. Alianza Editorial - Shumway, R.H. y Stoffer, D.S. (2017). Time Series Analysis and Its Applications. With R Examples.. Springer (4ª edición)

Recomendaciones
Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente
Inferencia Estadística/614493102 Modelos de Probabilidad/614493103
Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente
Asignaturas que continúan el temario
Otros comentarios
Para superar con éxito la materia es aconsejable la asistencia regular a las clases,siendo fundamental el seguimiento diario del trabajo realizado en el aula. También son recomendables conocimientos básicos de Probabilidad y de Inferencia Estadística (por ejemplo, haber cursado las materias Modelos de Probabilidad e Inferencia Estadística del presente máster). Por último, el disponer de nociones generales sobre el paquete estadístico R facilitará la comprensión de su uso en el contexto específico de las series de tiempo.El desarrollo de los contenidos de la materia se realizará teniendo en cuenta que las competencias a adquirir por el alumnado deben cumplir con el nivel MECES3. Los contenidos que se incluyen en esta materia, orientada al análisis de procesos con dependencia temporal, se estudiarán de manera teórica y se aplicarán a distintos ejemplos. Se incidirá en el conocimiento de sus similitudes y diferencias con otras técnicas de modelado de datos dependientes.Para los casos de realización fraudulenta de ejercicios o pruebas, será de aplicación lo recogido en las respectivas normativas de las universidades participantes en el Máster en Técnicas Estadísticas.Esta guía y los criterios y metodologías en ella descritos están sujetos a las modificaciones que se deriven de normativas y directrices de las universidades participantes en el Máster en Técnicas Estadísticas.

(*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías