

Máster en Técnicas Estadísticas

DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA MATERIA

Nombre de la materia: Series de Tiempo

Número de créditos ECTS: 5

Curso académico: 2026/2027

Profesorado: Germán Aneiros Pérez (coordinador)

OBJETIVOS DE LA MATERIA

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 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.

CONTENIDOS DE LA MATERIA

1. Series de tiempo y procesos estocásticos.

1.1 Introducción.

1.2 Los conceptos de proceso estocástico y serie de tiempo.

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.

2.3 Procesos ARIMA.

Introducción. Definición e identificación. Estimación y diagnóstico. Selección del modelo y predicción. Aplicación a datos reales.

2.4 Procesos ARIMA estacionales.

Introducción. Definición e identificación. Estimación y diagnóstico. Selección del modelo y predicción. Medidas de la adecuación de las predicciones. Transformaciones para estabilizar la varianza. Aplicación a datos reales.

3. Tópicos adicionales.

3.1 Valores atípicos.

Atípico aditivo. Atípico innovativo. Detección de valores atípicos. Aplicación a datos reales.

3.2 Análisis de intervención.

Efectos permanentes. Efectos transitorios. Función de transferencia. Construcción y estimación del modelo. 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.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA Y COMPLEMENTARIA

Básica

Cowpertwait, P.S.P. y Metcalfe, A.V. (2009). Introductory Time Series with R. Springer.

Cryer, J.D. y Chan, K-S. (2008). Time Series Analysis. With Applications in R. Springer (2ª edición).

Hyndman R.J. y Athanasopoulos, G. (2018). Forecasting: principles and practice. O Texts: Melbourne, Australia (2ª edición) (accesible online en <https://otexts.com/fpp2/>).

Complementaria

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).

COMPETENCIAS

En esta materia se trabajarán las competencias básicas, generales y transversales recogidas en la memoria del título. Se indican a continuación cuáles son las competencias específicas, que se potenciarán en esta materia:

E1 - Conocer, identificar, modelar, estudiar y resolver problemas complejos de estadística e investigación operativa, en un contexto científico, tecnológico o profesional, surgidos en aplicaciones reales.

E2 - 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.

E3 - 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.

E4 - 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.

E5 - Profundizar en los conocimientos en los fundamentos teórico-prácticos especializados del modelado y estudio de distintos tipos de relaciones de dependencia entre variables estadísticas.

E6 - Adquirir conocimientos teórico-prácticos avanzados de distintas técnicas matemáticas, orientadas específicamente a la ayuda en la toma de decisiones, y desarrollar capacidad de reflexión para evaluar y decidir entre distintas perspectivas en contextos complejos.

E8 - 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.

E9 - 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).

E10 - Adquirir conocimientos avanzados sobre metodologías para la obtención y el tratamiento de datos desde distintas fuentes, como encuestas, internet, o entornos "en la nube".

METODOLOGÍA DOCENTE

La actividad presencial en el aula consistirá tanto en clases de tipo teórico-práctico impartidas por el profesor como en la participación activa de los alumnos a través de la realización de ejercicios teórico-prácticos y de análisis prácticos. Además, el alumno dispondrá de atención personalizada.

Sesión magistral. Clases de tipo teórico-práctico impartidas por el profesor, en las que desarrollará los contenidos del Temario. Para ello, se apoyará en la proyección de transparencias, cuya versión en pdf será facilitada 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. El profesor desarrollará en clase análisis prácticos de series de tiempo reales a través de las técnicas previamente expuestas en las sesiones magistrales. Para ello, introducirá herramientas específicas del paquete estadístico R. Posteriormente, los alumnos participarán de manera activa a través de la realización de

análisis similares, siendo necesario que dispongan de un ordenador portátil. 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).

Atención personalizada. 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.

CRITERIOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Evaluación de la materia:

Primera oportunidad: La calificación final procederá (al 100%) de la evaluación continua, que se realizará a través de cuatro pruebas: dos de ellas orientadas a evaluar la componente aplicada de la materia y las otras dos a evaluar los conocimientos teóricos-prácticos. 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. Su objetivo es evaluar la destreza del alumno en lo que se refiere al análisis práctico de series 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. Su objetivo es evaluar la destreza del alumno en lo que se refiere al análisis práctico de series 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.

Estas pruebas se realizarán en horario de clase, y las fechas serán anunciadas con al menos 7 días de antelación. Lo esperable es que las pruebas A1 y B1 tengan lugar a mediados del mes de marzo, y las pruebas A2 y B2 en la segunda quincena del mes de abril.

Para superar la asignatura será **necesario (aunque no suficiente)** que tanto A como B **sean mayores o iguales que 3**, siendo A la media aritmética de las notas obtenidas en las pruebas A1 y A2, y B la media aritmética de las notas obtenidas en las pruebas B1 y B2 (en ambos casos, sobre 10). Específicamente, la nota final será:

(a) $0.4 \cdot A + 0.6 \cdot B$, siempre y cuando tanto A como B sean mayores o iguales que 3,

(b) El menor de los valores $0.4 \cdot A + 0.6 \cdot B$ y 4.9, siempre y cuando A y/o B sean menores que 3.

Segunda oportunidad: Constará de dos pruebas: una de ellas orientada a evaluar la componente aplicada de la asignatura y la otra a evaluar los conocimientos teórico-prácticos. Ambas abarcarán toda la materia impartida. Más concretamente:

1. **Prueba C.** Su objetivo es evaluar la destreza del alumno en lo que se refiere al análisis práctico de series 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.

Ambas pruebas tendrán lugar en la fecha oficial fijada por la Comisión Académica del Máster para el examen de segunda oportunidad (lo esperable es que sea en el mes de julio).

Para superar la asignatura será **necesario (aunque no suficiente)** que tanto la nota de la prueba C como la nota de la prueba D **sean mayores o iguales que 3**.

Específicamente, 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) El menor de los valores $0.4*c+0.6*d$ y 4.9, siempre y cuando “c” y/o “d” sean menores que 3.

Importante: Por defecto, a los alumnos que no superaran la asignatura en la primera oportunidad pero sí la parte aplicada (esto es, la media aritmética de las puntuaciones obtenidas en las pruebas A1 y A2 fue mayor o igual que 5) ó la parte teórico-práctica (esto es, la media aritmética de las puntuaciones obtenidas en las pruebas B1 y B2 fue mayor o igual que 5), se les mantendrá dicha media para la segunda oportunidad. Pero si algún alumno prefiere que no se le mantenga, entonces deberá realizar ambas pruebas (C y D), y las nuevas calificaciones obtenidas (“c” y “d”) sustituirán a las anteriores.

Presentación a la evaluación: Se considera que un/a alumno/a concurre a una convocatoria cuando participa en pruebas que le permiten obtener al menos un 50% de la evaluación final.

Uso de sistemas de inteligencia artificial (IA): Durante las pruebas de evaluación, el uso de sistemas de IA estará prohibido, salvo autorización expresa del profesorado. El uso no autorizado de estas herramientas durante una prueba de evaluación se considerará una conducta contraria a las normas de evaluación de la Universidad.

Evaluación de competencias:

Competencias Básicas y Generales (CB6-CB10, CG1-CG5). Estas competencias se evaluarán en base a las pruebas A1 y A2 (y a la prueba C, si fuese el caso).

Competencias Transversales (CT1-CT5). Estas competencias se evaluarán en base a las pruebas A1 y A2 (y a la prueba C, si fuese el caso).

Competencias Específicas (E1-E6, E8-E10). Estas competencias se trabajan en el desarrollo de toda la materia y serán evaluadas a través de todas las pruebas (A1, A2, B1 y B2, y, si fuese el caso, C y D).

TIEMPO DE ESTUDIO Y DE TRABAJO PERSONAL QUE DEBE DEDICAR UN ESTUDIANTE PARA SUPERAR LA MATERIA

Se considera que el trabajo personal del alumno para superar la materia es de 125 horas, repartidas como se detalla a continuación:

1. Actividad presencial (47 h): 35 horas (expositiva-interactiva) + 3 horas (evaluación continua) + 9 horas (tutorías)
2. Estudio personal (78 h): Aproximadamente 2.2 horas por cada hora de actividad presencial expositiva-interactiva.

RECOMENDACIONES PARA EL ESTUDIO DE LA MATERIA

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.

RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE

Bibliografía, software libre (R), apuntes (repositorio de material docente del máster) y ordenador.

OBSERVACIONES

- 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. Se presentará (o en su caso se indicarán referencias para) la justificación teórica de todas las herramientas estadísticas a utilizar en esta asignatura, orientada al análisis de series de tiempo. Además, dichas herramientas se pondrán en práctica a través de su aplicación a distintos ejemplos, tanto con datos simulados como reales. Todos los contenidos de esta materia se estudiarán de forma rigurosa y con profundidad.
- 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.
- Se utilizará un lenguaje no sexista, se animará a los alumnos y alumnas a participar en clase...
- Se trabajará para identificar y modificar prejuicios y actitudes sexistas, y se influirá en el entorno para modificarlos y promover valores de respeto e igualdad.
- Se intentará detectar situaciones de discriminación por razón de género y se propondrán actuaciones y medidas para corregirlas.

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.