



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Máster en Modelización Económica Avanzada: Técnicas y Aplicaciones (META)

<https://www.ucm.es/last/meta>

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Macro-econometría I: Modelos uniecuacionales
Profesor	Luis Cárdenas del Rey
Email	luiscard@ucm.es
Curso académico	2026-27
Créditos ECTS	6
Semestre	Primero

1. Resumen

La asignatura se estructura en cuatro bloques temáticos que recorren de forma progresiva las principales herramientas para el análisis y la modelización de series temporales.

- En el primer bloque se introducen los conceptos fundamentales de las series temporales, prestando especial atención a sus características básicas, representación gráfica y análisis descriptivo.
- A continuación, el segundo bloque aborda la metodología ARIMA, desarrollando los procedimientos de identificación, estimación, validación y predicción que constituyen el núcleo de los modelos univariantes de series temporales.
- El tercer bloque amplía el análisis mediante la incorporación de regresores exógenos, permitiendo estudiar la influencia de variables explicativas sobre la evolución temporal de la variable de interés y mejorar la capacidad predictiva de los modelos.
- Finalmente, el cuarto bloque introduce los modelos con coeficientes dinámicos, proporcionando herramientas para analizar relaciones económicas y estadísticas que evolucionan a lo largo del tiempo.

Cada bloque se complementa con una práctica aplicada orientada al manejo de datos reales y al uso de software estadístico R, reforzando así la adquisición de competencias tanto teóricas como prácticas en el análisis de series temporales. La evaluación consistirá en un proyecto final que incluya las técnicas vistas a lo largo de la asignatura.



2. Objetivos

- Comprender y manejar las características fundamentales de las series de tiempo, aplicando herramientas de manipulación de datos en R y modelos de regresión.
- Aplicar modelos de regresión en series temporales, comprendiendo sus supuestos y validando su ajuste mediante análisis de residuales.
- Identificar y modelar procesos estocásticos: ruido blanco y modelos de medias móviles (MA), procesos autorregresivos (AR) y mixtos (ARMA) en series estacionarias.
- Detectar y manejar series no estacionarias: utilizando modelos ARIMA para estimación, ajuste y predicción.
- Implementar y evaluar modelos SARIMA y ARIMAX: abordando estacionalidad y variables exógenas en series de tiempo complejas.
- Modelar heterocedasticidad condicional mediante modelos ARCH y autorregresivos con umbral (TAR), e identificar no linealidades en series de tiempo.
- Realizar pruebas de cointegración para detectar relaciones de equilibrio a largo plazo y utilizar modelos de corrección de error (ECM) para corregir desviaciones temporales.
- Desarrollar modelos dinámicos con retardos distribuidos (ARDL) y aplicar métodos como el de Cochrane-Orcutt para corregir autocorrelación en series de tiempo.
- Implementar modelos con coeficientes dinámicos utilizando técnicas como regresiones de ventana móvil y estimación por subperíodos, ajustando los parámetros de los modelos en función del tiempo.

3. Metodología docente

La asignatura se imparte en modalidad online asíncrona y se estructura en torno a tres componentes: contenidos **teóricos**, ejercicios **prácticos** y **proyecto** de evaluación. Los contenidos se organizan por temas y se ponen a disposición del estudiantado a través del Campus Virtual conforme al calendario establecido, de modo que cada alumno pueda organizar su estudio dentro de los plazos fijados para cada actividad.

1. **Sesiones teóricas.** El temario de la asignatura se desarrolla mediante materiales audiovisuales, vídeos grabados por el profesor, y documentación escrita disponible en el Campus Virtual. Estos recursos permiten al estudiantado avanzar en el estudio de los principales conceptos y enfoques teóricos de la materia a su propio ritmo, pudiendo consultarlos cuantas veces resulte necesario.



2. **Sesiones prácticas en R.** Los materiales prácticos, igualmente disponibles en el Campus Virtual, permiten aplicar progresivamente los conocimientos adquiridos en cada tema. Su objetivo es dotar al estudiantado de herramientas de análisis empírico y aplicado mediante el trabajo autónomo con los recursos proporcionados, incluyendo guías, conjuntos de datos y ejercicios resueltos a modo de referencia.
3. **Talleres aplicados de investigación individual.** Mediante guías y tutoriales disponibles en el Campus Virtual, el estudiantado desarrollará de forma autónoma la elaboración de una serie de prácticas de investigación. La combinación de estas prácticas constituirá el proyecto final que será objeto de evaluación. En todos los casos, deberá elaborarse un informe escrito y un código con el trabajo realizado, ambos entregados a través del Campus Virtual.

Adicionalmente, el seguimiento del aprendizaje se garantiza mediante mensajería individualizada, foro de la asignatura y videotutorías a demanda, canales a través de los cuales el profesorado resuelve las consultas planteadas por el estudiantado en un plazo razonable.

4. Evaluación

- La evaluación del curso se realizará de manera individual mediante la entrega de un **proyecto de investigación final**, que constituirá el 100% de la evaluación, y tendrá por objetivo comprobar la asimilación de los contenidos y la reflexión sobre los temas del curso.
- Requisitos mínimos para superar la asignatura: elaboración de **los 4 trabajos prácticos obligatorios**.

La principal rúbrica consiste en la **elaboración de trabajos prácticos** correspondientes a cada uno de los 4 temas:

- 1) **Práctica 1:** Introducción a las Series Temporales (Tema 1 y 2). Consistirá en un análisis descriptivo de series temporales, incluyendo transformaciones básicas y generación de gráficos en R.
- 2) **Práctica 2:** Modelización ARIMA (Temas del 3 al 8). Se realizará un estudio de una serie temporal real mediante la técnica ARIMA, incluirá el ajuste del modelo y su validación completa, así como su capacidad de predicción.
- 3) **Práctica 3:** Variables exógenas (Temas 9 al 12). Se aplicará una estimación con regresores exógenos y se comprobará si mejora la estimación respecto a la práctica anterior.



- 4) **Práctica 4:** Coeficientes dinámicos (Tema 13 y 14). Se estudiará si los coeficientes son constantes o por el contrario están sujetos a determinadas circunstancias (heterocedasticidad, umbrales, cambios temporales).

Se pondrá a disposición de los alumnos material didáctico adicional en cada tema y las instrucciones para realizar las prácticas. Se realizará la entrega de todos los materiales por el Campus Virtual en fecha determinada.

5. Temario

Bloque 1. Introducción a las series temporales

1. *Características de las Series de Tiempo*

- 1.1. *Introducción y conceptos básicos*
- 1.2. *Transformaciones de datos*
- 1.3. *Operadores retardo y diferencia*
- 1.4. *Correlación*

2. *Herramientas de manejo de datos en R*

- 2.1. *Graficando series de tiempo con ggplot2*
- 2.2. *Números índices y transformaciones*
- 2.3. *Descomposición de una serie: tendencia, estacionalidad y componente irregular*
- 2.4. *Filtros Estadísticos: Hodrick-Prescott, Baxter-King y Kalman*
- 2.5. *Interpolación de los datos faltantes*
- 2.6. *Predicciones simples*



Bloque 2. Metodología ARIMA

3. Modelos de regresión con series temporales

- 3.1. *El modelo lineal y sus supuestos*
- 3.2. *Validación y análisis de residuales*
- 3.3. *Indicadores de ajuste y predicción*

4. Ruido blanco y medias móviles (MA)

- 4.1. *Identificación de procesos estocásticos*
- 4.2. *Ruido blanco: un proceso puramente aleatorio*
- 4.3. *Proceso de medias móviles, $MA(q)$*

5. Procesos autorregresivos: AR y ARMA

- 5.1. *Proceso autorregresivo $AR(p)$*
- 5.2. *Condición de estacionariedad*
- 5.3. *Proceso $ARMA(p,q)$*

6. Variables no estacionarias, $I(d)$

- 6.1. *Proceso de paseo aleatorio*
- 6.2. *Contraste de raíces unitarias*
- 6.3. *ARMA de memoria larga y diferenciación fraccionaria*

7. Inferencia con modelos $ARIMA(p, d, q)$

- 7.1. *Estimación y bondad del ajuste*
- 7.2. *Diagnóstico y contrastes de ajuste: autocorrelación, normalidad, homocedasticidad*
- 7.3. *Predicción en la muestra y fuera de la muestra*



8. Tratamiento de la estacionalidad

8.1. *Estimando modelos SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)*

8.2. *Desestacionalización con SEATS: Seasonal Extraction in ARIMA Time Series*

Bloque 3. Regresores exógenos

9. Atípicos y análisis de intervención

9.1. *Función de transferencia y de respuesta al impulso*

9.2. *Intervención de valores atípicos (outliers)*

9.3. *Test de cambio estructural*

10. Modelos de regresión ARIMAX:

10.1. *Estimación de modelos ARIMA con variables exógenas*

10.2. *Bondad del ajuste y predicción*

10.3. *Test de causalidad de Granger bivariente*

11. Modelos con retardos distribuidos (ARDL)

11.1. *Estimación del modelo ARDL(p, q): selección de retardos*

11.2. *Interpretación de los coeficientes: efectos a corto y largo plazo*

12. Cointegración y modelo de corrección de error (ECM)

12.1. *Regresión espuria y no estacionariedad*

12.2. *Test de cointegración*

12.3. *El modelo de corrección de error (ECM)*

12.4. *Del ARDL al ECM: reparametrización bajo cointegración*



Bloque 4. Coeficientes dinámicos

13. Heterocedasticidad condicional (ARCH) y umbrales (TAR)

- 13.1. *Autorregresivos de heterocedasticidad condicional (ARCH)*
- 13.2. *Test de no linealidad y no linealidad por umbral*
- 13.3. *Modelo autorregresivo con umbral (TAR)*

14. Modelos con coeficientes dinámicos

- 14.1. *Estimación de modelos por subperíodos*
- 14.2. *Regresiones de ventana móvil (Rolling Window Time Series Regression)*
- 14.3. *Coeficientes variables en el tiempo (Time-varying regression coefficient)*

6. Bibliografía

Bibliografía básica:

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting principles and practice*. 2nd and 3rd Edition. OTexts

Bibliografía complementaria:

Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis forecasting and control*. John Wiley & Sons.

Campagnoli, P., Petrone, S., & Petris, G. (2009). *Dynamic Linear Models with R*. Springer.

Derryberry, D. R. (2014). *Basic data analysis for time series with R*. John Wiley & Sons.

Huffaker, R., Bittelli, M., & Rosa, R. (2017). *Nonlinear time series analysis with R*. Oxford University Press.

Jonathan D., Cryer, & Chan, K. S. (2010). *Time series analysis with applications in R*. Springer.

Pfaff, B. (2008). *Analysis of integrated and cointegrated time series with R*. Springer.

Shumway, R. H., & Stoffer, D. S. (2017). *Time series analysis and its applications with R examples*. 4th Edition. Springer

Tsay, R. S. (2013). *Multivariate time series analysis: with R and financial applications*. John Wiley & Sons.

Woodward, W. A., Gray, H. L., & Elliott, A. C. (2011). *Applied time series analysis*. 2nd Edition. CRC press.