



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería de  
Sistemas Informáticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**613000126 - Modelos De Inteligencia Artificial Para Series Temporales**

### PLAN DE ESTUDIOS

61AH - Máster Universitario En Aprendizaje Automático Y Datos Masivos

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	613000126 - Modelos de Inteligencia Artificial para Series Temporales
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	61AH - Máster Universitario en Aprendizaje Automático y Datos Masivos
<b>Centro responsable de la titulación</b>	61 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería De Sistemas Informáticos
<b>Curso académico</b>	2024-25

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Javier Huertas Tato	1209	javier.huertas.tato@upm.es	Sin horario. Consulta en la web del departamento
Victor Rodriguez Fernandez (Coordinador/a)		victor.rfernandez@upm.es	Sin horario. Consulta en la web del departamento

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Metodología Y Técnicas De Investigación
- Deep Learning Para Visión Computacional
- Procesamiento Del Lenguaje Natural Mediante Deep Learning

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Fundamentos de Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático
- Matemáticas y Estadística Básica
- Programación (preferiblemente Python y R)

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

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.

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

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

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

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

CE06 - Diseñar y desarrollar modelos de aprendizaje automático en sistemas de datos en flujos continuos o de carácter temporal.

CG1 - Capacidad para aplicar el método científico y saber organizar y planificar experimentos con rigor metodológico en el ámbito del aprendizaje automático y los datos masivos

CG2 - Participar en la aplicación de mecanismos de descripción, cuantificación, análisis, interpretación y evaluación de resultados experimentales del ámbito de los datos masivos y el aprendizaje automático

CG3 - Capacidad para reunir e interpretar datos masivos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas importantes de índole científico, social o ético en el ámbito del aprendizaje automático y los datos masivos

CG4 - Capacidad de aplicar iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo dentro del ámbito del aprendizaje automático y datos masivos

CT1 - Creatividad

CT2 - Organización y planificación

CT3 - Gestión de la información

CT4 - Liderazgo de equipos

CT5 - Trabajo en contextos internacionales

K01 - El alumno clasifica y explica los algoritmos y técnicas de aprendizaje automático, tanto supervisado como no supervisado

K02 - El alumno explica los modelos de aprendizaje profundo y generativos

S03 - El alumno experimenta con modelos de aprendizaje automático para la obtención de conocimiento a partir de conjuntos de datos masivos

S04 - El alumno crea nuevos modelos de aprendizaje automático y ejecuta experimentos para demostrar su viabilidad y mejora de rendimiento con respecto al estado del arte

S05 - El alumno compone y ejecuta el flujo de trabajo necesario para la resolución de un problema de aprendizaje automático

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA13 - Conocer las series temporales, los procesos estocásticos y tener una visión de su aplicación práctica en diversos campos

RA14 - - Aplicar las técnicas de identificación de modelos regresivos para series temporales

RA15 - - Ser capaz de desarrollar, optimizar y depurar modelos complejos de predicción de series temporales

RA16 - - Conocer los distintos tipos de redes neuronales artificiales y ser capaz de aplicarlos en la aproximación de series temporales.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura se centra en el análisis y predicción de series temporales utilizando técnicas avanzadas de inteligencia artificial. Los estudiantes recibirán formación sobre el preprocesado, análisis, modelado y predicción de series temporales, aprendiendo a aplicar desde métodos basados en medidas de similitud hasta técnicas modernas de aprendizaje automático y profundo.

El curso abarca desde aspectos fundamentales, como la imputación de valores perdidos y el análisis de estacionaridad, hasta aspectos más especializados, como la segmentación y el clustering de series temporales, la detección de anomalías, el descubrimiento de patrones recurrentes y la interpretabilidad de los modelos. Al final de la asignatura, los estudiantes estarán equipados con un conocimiento sólido y habilidades prácticas para enfrentar desafíos del mundo real relacionados con las series temporales.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a las series temporales
  - 1.1. Definición y ejemplos de aplicaciones prácticas de series temporales
  - 1.2. Componentes de una serie temporal
  - 1.3. Tipos de series temporales
2. Preprocesado y análisis de series temporales
  - 2.1. Carga de datos y visualización
  - 2.2. Imputación de valores perdidos
  - 2.3. Ventana deslizante
  - 2.4. Normalización
  - 2.5. Análisis de estacionaridad
  - 2.6. Otras técnicas de preprocesado
3. Modelos de clasificación y regresión para series temporales
  - 3.1. Modelos basados en medidas de similitud
  - 3.2. Modelos basados en extracción de características
  - 3.3. Modelos basados en aprendizaje automático y profundo
  - 3.4. Otros modelos
4. Predicción de series temporales
  - 4.1. Modelos estadísticos
  - 4.2. Modelos de aprendizaje automático y profundo
5. Segmentación y clustering
  - 5.1. Modelos basados en distancias
  - 5.2. Modelos de Markov
  - 5.3. Autoencoders y aprendizaje autosupervisado
6. Otras tareas de Inteligencia Artificial en series temporales
  - 6.1. Detección de anomalías
  - 6.2. Descubrimiento de patrones ("Motif discovery")
  - 6.3. Aumentación de datos

## 6.4. Interpretabilidad



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1				
2				
3				
4				
5				
6	<p><b>Tema 1. Introducción a las series temporales</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2. Preprocesado y análisis de series temporales</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Ejercicio 1. Tratamiento de series temporales</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Evaluación ejercicio temas 1-2</b> Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		<p><b>Evaluación ejercicio temas 1-2</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
7	<p><b>Tema 3. Clasificación de series temporales</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Ejercicio 2. Clasificación de series temporales</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Evaluación ejercicio tema 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
8	<p><b>Tema 4. Predicción de series temporales</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Ejercicio 3. Predicción de series temporales</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Evaluación ejercicio tema 4</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
9	<p><b>Tema 5. Segmentación y clustering</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Ejercicio 4. Segmentación y clustering</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Evaluación ejercicio tema 5</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
10	<p><b>Tema 6. Otras tareas de Inteligencia artificial para series temporales</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Propuesta y feedback de proyecto final</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
11				
12				
13				
14				
15				
16				

17			<p><b>Evaluación ejercicio temas 1-2</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global No presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Evaluación ejercicio tema 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global No presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Evaluación ejercicio tema 4</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global No presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Evaluación ejercicio tema 5</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global No presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Evaluación entrega proyecto final</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00</p>
----	--	--	---

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Evaluación ejercicio temas 1-2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	/ 10	CB8 CB10 CB6 CB7 CG3 CT2 CE06 CT3
7	Evaluación ejercicio tema 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	/ 10	S04 S05 K02 S03
8	Evaluación ejercicio tema 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	/ 10	K02 S03 S04 S05
9	Evaluación ejercicio tema 5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	/ 10	K02 S03 S04 S05
17	Evaluación entrega proyecto final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	60%	5 / 10	CB8 CG4 K01 CB10 CB6 CB7 CB9 CG1 CT2 CE06 K02 S03 S04 S05

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Evaluación ejercicio temas 1-2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	/ 10	CT3 CB8 CB10 CB6 CB7 CG3 CT2 CE06
17	Evaluación ejercicio tema 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	/ 10	K02 S03 S04 S05
17	Evaluación ejercicio tema 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	/ 10	
17	Evaluación ejercicio tema 5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	/ 10	
17	Evaluación entrega proyecto final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	60%	5 / 10	CB8 CG4 K01 CB10 CB6 CB7 CB9 CG1 CT2 CE06 K02 S03 S04 S05

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Evaluación ejercicio temas 1-2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	/ 10	CB10 CT3 CB8 CB6 CB7 CG3 CT2 CE06
Evaluación ejercicio tema 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	/ 10	K02 S03 S04 S05
Evaluación ejercicio tema 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	/ 10	K02 S03 S04 S05
Evaluación ejercicio tema 5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	/ 10	K02 S03 S04 S05
Evaluación entrega proyecto final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	60%	5 / 10	CB8 CG4 CB10 CB6 CB7 CB9 CG1 CT2 CE06 K02 S03 S04 S05

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación de la asignatura se lleva a cabo a través de varias actividades prácticas y un proyecto final. En total, se entregan cuatro prácticas durante el semestre, cada una de las cuales contribuye con un 10% a la nota final de la asignatura. Estas prácticas permiten a los estudiantes aplicar y demostrar sus habilidades en la resolución de problemas prácticos de series temporales utilizando las técnicas y algoritmos que se están aprendiendo durante el curso. La duración propuesta para cada práctica está diseñada para que esta se pueda ser evaluada al final de la sesión correspondiente, aunque es posible entregarla más tarde.

La pieza central de la evaluación es la entrega del proyecto final, que tiene un peso del 60% en la calificación final. Este proyecto ofrece a los estudiantes la oportunidad de integrar y aplicar todas las habilidades y conocimientos adquiridos durante el curso en un problema más grande y posiblemente más complejo. Se espera que los estudiantes produzcan una solución de alta calidad que demuestre su comprensión de los conceptos del curso y su capacidad para aplicar técnicas de inteligencia artificial a problemas de series temporales. La nota mínima del proyecto es un 5. El enunciado del proyecto se publicará al comienzo del curso. En caso de que el enunciado del proyecto contenga enlaces a competiciones relacionadas con la inteligencia artificial y las series temporales, este enunciado se podría actualizar durante el curso en caso de que aparezcan nuevas competiciones activas e interesantes para el temario.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Material de elaboración propia así como recursos didácticos de la plataforma de teleformación on-line (moodle).	Recursos web	
Aula para clases de teoría	Equipamiento	Aula de la ETSISI con cañón de video conectado a PC en la mesa del profesor y /> sistema de audio inalámbrico. Pizarra clásica. Infraestructura hardware/software />

		para la retransmisión de clases por videoconferencia.
Aula para clases de laboratorio	Equipamiento	Aula de la ETSISI con un PC por alumno para que puedan realizar las prácticas cañón de video para poder guiar dicha realización. Software de escritorio remoto para atender dudas.
Time Series Analysis and Its Applications With R Examples	Bibliografía	
Practical Time Series Analysis: Prediction with Statistics and Machine Learning	Bibliografía	
Chollet, F. (2021). Deep learning with Python. Simon and Schuster.	Bibliografía	
tsai - State of the art deep learning for time series in Pytorch and fastai	Recursos web	<a href="https://github.com/timeseriesAI/tsai">https://github.com/timeseriesAI/tsai</a>
Hidden Markov Models in Python, with scikit-learn like API	Recursos web	<a href="https://github.com/hmmlearn/hmmlearn">https://github.com/hmmlearn/hmmlearn</a>
Ankan, A., & Panda, A. (2018). Hands-on Markov models with python: Implement probabilistic models for learning complex data sequences using the Python ecosystem. Packt Publishing Ltd.	Bibliografía	
Middlehurst, M., Schäfer, P., & Bagnall, A. (2023). Bake off redux: a review and experimental evaluation of recent time series classification algorithms. arXiv preprint arXiv:2304.13029.	Bibliografía	<a href="https://arxiv.org/abs/2304.13029">https://arxiv.org/abs/2304.13029</a>

<p>Lim, B., &amp; Zohren, S. (2021). Time-series forecasting with deep learning: a survey. <i>Philosophical Transactions of the Royal Society A</i>, 379(2194), 20200209.</p>	<p>Bibliografía</p>	
---	---------------------	--