



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**55001091 - Modelos Matemáticos En Ingeniería Eléctrica**

### PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado En Ingeniería En Tecnologías Industriales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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.....   | 3 |
| 6. Cronograma.....                               | 6 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación.....    | 8 |
| 8. Recursos didácticos.....                      | 9 |

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre de la asignatura</b>             | 55001091 - Modelos Matemáticos en Ingeniería Eléctrica |
| <b>No de créditos</b>                      | 3 ECTS   |
| <b>Carácter</b>                            | Optativa   |
| <b>Curso</b>                               | Cuarto curso   |
| <b>Semestre</b>                            | Octavo semestre  |
| <b>Período de impartición</b>              | Febrero-Junio  |
| <b>Idioma de impartición</b>               | Castellano   |
| <b>Titulación</b>                          | 05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | 05 - E.T.S. De Ingenieros Industriales                 |
| <b>Curso académico</b>                     | 2025-26  |

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>                                   | <b>Despacho</b> | <b>Correo electrónico</b> | <b>Horario de tutorías</b><br>*                                |
|---|-----------------|---------------------------|--|
| Jesus Juan Ruiz                                 | Estadística     | jesus.juan@upm.es         | Sin horario.   |
| Carlos Eduardo Gonzalez Guillen (Coordinador/a) | Matematicas     | carlos.gguillen@upm.es    | X - 08:30 - 11:00<br>X - 13:30 - 16:30<br>Pedir cita por email |

\* 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

- Optimización Y Simulación En Ingeniería
- Statistics
- Análisis De Datos
- Calculo Ii
- Algebra
- Matematicas De La Especialidad Matemática Industri

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE24I - Capacidad para elegir y aplicar técnicas de modelado de grandes bases de datos y técnicas de predicción para variables cuantitativas y cualitativas.

CE25I - Capacidad de relacionar y analizar exigencias y soluciones técnicas aplicando la metodología de implantación de modelos matemáticos a un caso práctico y de valorar y justificar los resultados.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.

CG10 - Capacidad para generar nuevas ideas (Creatividad).

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA247 - Planteamiento y modelización matemática de problemas de ingeniería, con especial atención a los más relevantes en la Especialidad de Ingeniería Eléctrica.

RA84 - Comprender las limitaciones de los modelos estadísticos cuando se trabaja con problemas reales. Evaluar posibles métodos alternativos.

RA268 - Capacidad de comunicar oral y por escrito los conocimientos adquiridos a especialistas y legos

RA85 - Utilizar programas de ordenador de análisis estadístico general y de cálculo científico.

RA319 - Reconocer e implementar buenas prácticas científicas y técnicas de medida y experimentación.

RA569 - EUR-ACE RA 2.1 - La capacidad de analizar productos, procesos y sistemas complejos en su campo de estudio; elegir y aplicar de forma pertinente métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos e interpretar correctamente los resultados de dichos análisis.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura tiene por objetivo el análisis de los modelos de series temporales para explicar la evolución de una variable (tendencia, ciclos, estacionalidades, etc) y el estudio de las técnicas de aprendizaje automático en las que se deja al algoritmo cierta libertad para elegir el modelo.

La base de la primera parte del curso son los modelos autorregresivos y de media móvil (ARIMA). Se explicará la metodología Box-Jenkins para su identificación, estimación y diagnosis. La segunda parte se dedicará principalmente a los modelos de redes neuronales.

El cincuenta por ciento de las sesiones consistirá en ejercicios prácticos en las que se utilizará el programa estadístico R o Python. Los problemas a resolver estarán relacionados con el mercado eléctrico español: predicción de demanda de energía eléctrica, producción de energía solar y eólica, evolución de los precios de la electricidad, etc. El objetivo es desarrollar el curso a través de ejemplos. Entre los casos a estudiar se considerarán ejemplos de otras áreas distintas al mercado eléctrico, en el que se introducirán los conceptos y

modelos fundamentales.

Breve descripción de los dos estudios de caso que principalmente se tratarán en la asignatura:

La predicción de la demanda de energía eléctrica:

La energía eléctrica que se consume en España es necesaria producirla en el momento que se consume debido al problema que supone su almacenamiento. Por ello a la hora de programar la generación de energía eólica se necesita conocer una estimación de la demanda de energía eléctrica lo mejor posible. La demanda tiene una componente temporal muy clara ya que el consumo de energía eléctrica de las familias y empresas depende de las horas del día, pero también del día de la semana y con una dependencia de la meteorología, los mayores momentos de demanda de energía se producen durante las olas de frío o de calor. Por ello, la demanda de energía es una serie temporal con componentes estacionales diarias y semanales que se ve afectada por efectos del calendario (día de la semana, festivos, etc.) y con una correlación con la meteorología.

La predicción de producción de energía eólica:

La energía eólica aportó el 21,9% de la electricidad consumida en España en 2020 y el 49,7% de la energía renovable. Sin embargo su dependencia de la meteorología hace que su aportación al sistema sea muy variable a lo largo incluso del día. Tener buenas previsiones de su producción es muy importante para la buena y eficiente operación del sistema y para el incremento futuro del porcentaje de energía renovable cuya generación no es totalmente elegible (eólica y solar).

Ambos problemas tienen una componente temporal clara. Habitualmente cuando uno piensa en un problema de estas características, este se puede abordar desde distintos puntos de vista, el primero es modelar el efecto de cada una de los factores que afectan a la variable a predecir y quedarse con aquellos que ajusten mejor los datos. Esto no deja de ser una regresión, donde la dependencia de las variables de entrada viene fijada por el modelo. Este será el enfoque en la primera parte de la asignatura. El segundo enfoque es el de buscar una buena regresión cualquiera que dados los datos de entrada aproxime los datos de salida sin modelo aparente. Es decir una regresión donde el tipo de función con el que se ajusta tiene muchos parámetros y en principio no tiene un modelo claro detrás. En este sentido la asignatura es continuación de la de análisis de datos o estadística. Este será el enfoque de la segunda parte de la asignatura.

En cualquier caso un problema de regresión o aproximación, se puede ver como un problema de optimización, es decir, queremos encontrar la función de entre una cierta clase que mejor aproxima la función real. Para cuantificar ese "mejor aproxima" es común utilizaz una noción de distancia o función de coste a minimizar. Es decir, lo que se quiere es elegir de entre todas las funciones de una cierta clase la que minimiza esa función de coste. Por ello en la segunda parte de la asignatura veremos algunas de las técnicas de optimización que se utilizan en este sentido

(ayudará haber cursado Optimización y Simulación).

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a las Series temporales
2. Modelos Autorregresivos y de Media Móvil
  - 2.1. Modelos Autoregresivos: AR(p)
  - 2.2. Modelos de Media Móvil: MA(q)
  - 2.3. Modelos Autorregresivos y de Media Móvil: ARIMA(p,q).
3. Identificación y estimación de modelos ARIMA con R
4. Modelos Reg-Arima
5. Introducción al aprendizaje automatico
6. Máquinas de Vectores Soporte
  - 6.1. Caso lineal y no lineal.
  - 6.2. Metodos Kernel
7. Redes Neuronales
  - 7.1. Algoritmos de optimización y Backpropagation. Tasa de aprendizaje. Inicialización de parámetros
  - 7.2. Curvas de aprendizaje. Técnicas de Regularización y aumento de datos
  - 7.3. Redes neuronales profundas.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

| Sem | Actividad tipo 1   | Actividad tipo 2 | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación   |
|-----|--|------------------|----------------|---|
| 1   | <p><b>Visita a OMIE e introducción al mercado eléctrico</b><br/>Duración: 03:00<br/>OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p><b>Tema 1</b><br/>Duración: 01:15<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b><br/>Duración: 01:15<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |                  |                |   |
| 2   | <p><b>Tema 2.1</b><br/>Duración: 01:15<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.1</b><br/>Duración: 01:15<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |                  |                |   |
| 3   | <p><b>Tema 2.2</b><br/>Duración: 01:15<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.2</b><br/>Duración: 01:15<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |                  |                |   |
| 4   | <p><b>Tema 2.3</b><br/>Duración: 01:15<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.3</b><br/>Duración: 01:15<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>  |                  |                |   |
| 5   | <p><b>Tema 3</b><br/>Duración: 01:15<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b><br/>Duración: 01:15<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |                  |                |   |
| 6   | <p><b>Tema 4</b><br/>Duración: 01:15<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4</b><br/>Duración: 01:15<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |                  |                | <p><b>Presentación de trabajo</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>Presencial<br/>Duración: 00:00</p> <p><b>Examen</b><br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación Progresiva</p> |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    |  |  |  | Presencial<br>Duración: 00:00  |
| 7  | <p><b>Tema 5</b><br/>Duración: 01:15<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5</b><br/>Duración: 01:15<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>     |  |  |  |
| 8  | <p><b>Tema 6.1</b><br/>Duración: 01:15<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6.1</b><br/>Duración: 01:15<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |  |  |  |
| 9  | <p><b>Tema 6.2</b><br/>Duración: 01:15<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6.2</b><br/>Duración: 01:15<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |  |  |  |
| 10 | <p><b>Tema 7.1</b><br/>Duración: 01:15<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7.1</b><br/>Duración: 01:15<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |  |  |  |
| 11 | <p><b>Tema 7.2</b><br/>Duración: 02:30<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |  |  |  |
| 12 | <p><b>Tema 7.3</b><br/>Duración: 01:15<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7.3</b><br/>Duración: 01:15<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |  |  | <p><b>Examen final</b><br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación Progresiva<br/>Presencial<br/>Duración: 00:00</p>                |
| 13 |  |  |  | <p><b>Presentación de trabajo</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>Presencial<br/>Duración: 00:00</p> |
| 14 |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |
| 17 |  |  |  | <p><b>Examen final</b><br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación Global<br/>Presencial<br/>Duración: 02:00</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    | Presentación de trabajo | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Presencial | 00:00    | 30%             | 5 / 10      | CG1<br>CG3<br>CG5<br>CG10<br>CE25I<br>CE24I |
| 6    | Examen                  | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Presencial | 00:00    | 20%             | 5 / 10      |   |
| 12   | Examen final            | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Presencial | 00:00    | 20%             | 5 / 10      | CG3<br>CG5<br>CE24I                         |
| 13   | Presentación de trabajo | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Presencial | 00:00    | 30%             | 5 / 10      | CG1<br>CG5<br>CG10<br>CE25I                 |

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción  | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                      |
|-----|--------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|---|
| 17  | Examen final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00    | 100%            | 5 / 10      | CG5<br>CG10<br>CE25I<br>CE24I<br>CG1<br>CG3 |

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Los alumnos de evaluación progresiva realizarán dos trabajos por los cuales se podrá obtener hasta el 60% de la nota y actividades de evaluación en aula mediante las cuales se podrá obtener hasta el 40% de la nota. Si no aprobaran estos trabajos o las actividades en aula, deberán realizar un examen escrito en la convocatoria ordinaria de la parte correspondiente.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre   | Tipo         | Observaciones |
|--|--------------|---------------|
| Apuntes de la asignatura   | Bibliografía |               |
| Géron, Aurélien. Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems. O'Reilly Media, 2019. | Bibliografía |               |
| Goodfellow, Ian, et al. Deep learning. Vol. 1. No. 2. Cambridge: MIT press, 2016.  | Bibliografía |               |
| Peña, Daniel "Análisis de series temporales." La Rioja: Alianza Editorial (2010)   | Bibliografía |               |
| Shumway, Robert H., and David S. Stoffer. "Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples." (2017).  | Bibliografía |               |