



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Telecomunicacion

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

93000877 - Redes Neuronales Y Aprendizaje Estadístico

PLAN DE ESTUDIOS

09AR - Master Univ. En Tratamiento Estadístico-Computacional De La Información

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.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	93000877 - Redes Neuronales y Aprendizaje Estadístico
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09AR - Master Univ. en Tratamiento Estadístico-Computacional de la Información
Centro responsable de la titulación	09 - E.T.S. De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Pedro Jose Zufiria Zatarain (Coordinador/a)	A-306	pedro.zufiria@upm.es	Sin horario. Flexible, previa petición de cita.

* 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

- Metodos De Regresion Y Prediccion
- Tecnicas De Optimizacion
- Metodos De Analisis Multivariante

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Fundamentos de programación con R o Python.
- Fundamentos de álgebra y análisis matemático.
- Fundamentos de cálculo de probabilidades e inferencia estadística.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE1 - Adquisición de una formación sólida y rigurosa en temas avanzados de Estadística, Matemática computacional, Modelos estocásticos y Metodología de la toma de Decisiones aplicadas al tratamiento de la Información.

CE2 - Capacidad para planificar la resolución de un problema en función de las herramientas de que se disponga y, en su caso, de las restricciones de tiempo y recursos

CE4 - Desarrollar habilidades de aprendizaje en Estadística Computacional y Matemáticas, así como en sus respectivas aplicaciones, que permitan al alumno continuar estudiando y profundizando en la materia de modo autónomo, así como el desarrollo profesional con un alto grado de independencia.

CE5 - Resolver problemas y casos reales planteados en el tratamiento estadístico-computacional de la información generada en los ámbitos de la ciencia, la tecnología y la sociedad mediante habilidades de modelización matemática, estimación y computación

CE6 - Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno

computacional adecuado.

CG1 - Aprender a aplicar los conocimientos adquiridos y a explotar su potencial para la resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) en el tratamiento estadístico-computacional de la información

CG3 - Integrar los conocimientos adecuados y enfrentarse a la complejidad de emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales justificadas

CG5 - Comprender y utilizar el lenguaje y las herramientas matemáticas para modelizar y resolver problemas complejos, reconociendo y valorando las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados matemáticamente.

CG6 - Conocer los modelos, métodos y técnicas relevantes en distintas áreas de aplicación de la Estadística matemática participando en la creación de nuevas tecnologías que contribuyan al desarrollo de la Sociedad de la Información.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA54 - Capacidad para diseñar modelos neuronales que resuelvan problemas de aprendizaje estadístico.

RA53 - Capacidad para delimitar tipos de problemas de aprendizaje estadístico.

RA55 - Capacidad para simular los modelos neuronales en plataformas de propósito general (R, Octave).

RA8 - Sabrán emplear los métodos y modelos de esta disciplina en su futura actividad investigadora

RA28 - Los alumnos conocerán los fundamentos matemáticos necesarios para contextualizar los modelos neuronales dentro del procesamiento de información y el aprendizaje estadístico, y tendrán capacidad para emplear las herramientas matemáticas y el marco formal en el estudio de la funcionalidad de las arquitecturas neuronales

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Se presentan diferentes tipos de problemas (definidos según los objetivos planteados y los recursos disponibles) que se pueden abordar mediante técnicas de aprendizaje estadístico. Partiendo de los fundamentos de la dinámica de sistemas, la teoría de la optimización y la inferencia estadística, se implementan diferentes máquinas de aprendizaje, basadas en modelos neuronales básicos, que proporcionan soluciones a los problemas de aprendizaje estadístico. A continuación, se estudian y caracterizan los modelos más empleados para abordar los diferentes tipos de problemas. Finalmente, se ilustra su utilidad mediante la resolución de algunos problemas prácticos.

5.2. Temario de la asignatura

1. 1. Introducción: tipos de problemas; aprendizaje automático y aprendizaje estadístico; redes neuronales artificiales.
2. 2. Fundamentos matemáticos: dinámica de sistemas; teoría de optimización; inferencia estadística y teoría de regresión (lineal y logística).
3. 3. Aprendizaje supervisado: regresión y clasificación; modelos neuronales y otros modelos para su implementación.
4. 4. Aprendizaje no supervisado; modelos neuronales para su implementación.
5. 5. Modelos alternativos/avanzados para aprendizaje supervisado y no supervisado: modelos gráficos, máquinas de Boltzmann, arquitecturas profundas, etc.
6. 6. Otros tipos de problemas: aprendizaje en entornos dinámicos, aprendizaje por refuerzo, aprendizaje semisupervisado, inferencia causal, etc.
7. 7. Aplicaciones prácticas: tratamiento de señal, optimización de funciones tipo caja negra, predicción en series temporales, diagnóstico de fallos, control de sistemas y análisis de redes complejas.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>-Introducción a la asignatura: presentación de guión. -Contexto (aprendizaje en máquinas). -Introducción a las redes neuronales: historia, clasificación, propiedades, modelos fundamentales. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>-Fundamentos matemáticos. -Dinámica de sistemas. -Teoría de optimización. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>-El método de la ingeniería y pensamiento estadístico. -Modelos: relevancia y construcción. -Introducción a estadística: probabilidad e inferencia. -Regresión lineal. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>-Clasificación. -Regresión logística. -(Aproximación estocástica.) Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Ejercicios realizados en plataforma Moodle. ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
3	<p>-AdaLiCo. -AdaLinE. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>-Perceptrón -Interconexión de perceptrones Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p>Perceptrón multicapa: -Fundamentos. -Algoritmo de retropropagación. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Perceptrón multicapa: aplicaciones prácticas. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p>-Regresión no lineal: formalización. -Regularización. -Validación cruzada. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>-Clasificación. -Aspectos prácticos de diseño. Duración: 01:20</p>			<p>Prácticas de simulación de modelos. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>

	<p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Evaluación en clase Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			
6	<p>Otros modelos: RBFs, wavenets SVM Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Modelos hebbianos. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
7	<p>Mapas Topológicos autoorganizativos. Aplicaciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Modelo de Hopfield. Redes de Hamming, Winner takes all. Máquinas de Boltzmann, modelos gráficos. CNNs. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p>Otros tipos de problemas: aprendizaje semisupervisado, aprendizaje por refuerzo, en entornos dinámicos; optimización de funciones tipo caja negra. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Deep Learning. Duración: 01:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Evaluación en clase Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Ejercicios realizados en plataforma Moodle. ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
9	<p>Redes neuronales y aprendizaje automático. Duración: 01:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p>Examen escrito. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Examen escrito. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:30</p>
10				<p>Trabajo final. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
11				<p>Evaluación Global: incluye la posibilidad de recuperar los exámenes, ejercicios y trabajos propuestos. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global Presencial Duración: 03:00</p>

12				
13				
14				
15				
16				
17				

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
2	Ejercicios realizados en plataforma Moodle.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:00	10%	0 / 10	
5	Prácticas de simulación de modelos.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	20%	0 / 10	CG5 CE6 CG6
8	Ejercicios realizados en plataforma Moodle.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:00	10%	0 / 10	
9	Examen escrito.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	0 / 10	CE5 CE1
10	Trabajo final.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	30%	4 / 10	CE4 CG5 CG3 CG1 CE2

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
11	Evaluación Global: incluye la posibilidad de recuperar los exámenes, ejercicios y trabajos propuestos.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG5 CE4 CG3 CG1 CE1 CE6 CE2 CE5 CG6

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
incluye la posibilidad de recuperar los exámenes, ejercicios y trabajos propuestos.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE4 CG3 CG1 CE1 CE6 CE2 CE5 CG6

7.2. Criterios de evaluación

La evaluación progresiva se traduce en una calificación ponderada entre los ejercicios realizados on-line, en clase y el trabajo final.

La evaluación global abarcará los contenidos de toda la asignatura.

En todo caso, se valorará especialmente la asimilación de conceptos fundamentales relativos a la definición de tipos de problemas y las posibles herramientas existentes para su resolución.

Cualquier evaluación o entrega realizada podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda de sistemas de Inteligencia Artificial.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
E. Alpaydin, Introduction to Machine Learning, MIT Press, 2004	Bibliografía	Presenta los fundamentos del aprendizaje automático.
C. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning	Bibliografía	Presenta con rigor y extensión diferentes modelos para abordar problemas de aprendizaje automático.
F. Cucker and D. X. Zhou, Learning Theory. An Approximation Theory Viewpoint, Cambridge University Press, 2007.	Bibliografía	Formaliza aspectos del aprendizaje automático desde la perspectiva de la teoría de la aproximación.
M. P. Deisenroth et al. Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press, 2020	Bibliografía	Ilustra las herramientas matemáticas fundamentales empleadas en aprendizaje automático.
Fernández Pérez, F. J. Vázquez Hernández, J. M. Vegas Montaner, Ecuaciones Diferenciales y en Diferencias. Sistemas dinámicos, Thomson, Madrid 2003.	Bibliografía	Presenta los fundamentos de la dinámica de sistemas.
I. Goodfellow, W. Bengio and A. Courville, Deep Learning, 2016.	Bibliografía	Versión HTML disponible en: http://www.deeplearningbook.org/
S. Haykin, Neural Networks and Learning Machines, Prentice Hall, 2008.	Bibliografía	Presenta los fundamentos del aprendizaje con modelos neuronales.
R. Herbrich. Learning Kernel Classifiers. Theory and algorithms, MIT Press, 2002.	Bibliografía	Formaliza una teoría de aprendizaje y presenta algoritmos para problemas de clasificación.
G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, An Introduction to Statistical Learning, with applications in R, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2014.	Bibliografía	Presenta algunos fundamentos del aprendizaje estadístico, y los ilustra con aplicaciones desarrolladas en R.

T. Kohonen, Self-Organizing Maps, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 1995.	Bibliografía	Presenta los Mapas Topológicos Auto-organizativos y arquitecturas asociadas.
Q. Martín, Y. de Paz, Aplicación de las redes neuronales artificiales a la regresión. Cuadernos de Estadística, 2007.	Bibliografía	Ilustra algunas aplicaciones de las redes neuronales.
T. M. Mitchell, Machine Learning, McGraw-Hill, 1997.	Bibliografía	Presenta los fundamentos del aprendizaje automático.
J. Pearl et al. Causal Inference in Statistics. A primer. Wiley 2016.	Bibliografía	Presenta los fundamentos de la inferencia causal en estadística.
V. N. Vapnik, Statistical Learning Theory, John Wiley & Sons, 1998.	Bibliografía	Presenta los fundamentos del aprendizaje estadístico.
M. Vidyasagar, Nonlinear Systems Analysis. 2nd Ed. Prentice-Hall, Inc., 1993.	Bibliografía	Presenta los fundamentos de la dinámica de sistemas no lineales.
M. Vidyasagar, Learning and Generalisation. (With Applications to Neural Networks), Springer, 2003.	Bibliografía	Presenta un marco general para la teoría del aprendizaje.
R	Otros	Entorno de programación para procesamiento estadístico de datos.
Python	Otros	Entorno de programación para procesamiento estadístico de datos.
Video sobre aprendizaje	Recursos web	Vídeo sobre diferentes tipos de aprendizaje en arquitecturas básicas.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura hace hincapié en los fundamentos y trata de vincular diferentes perspectivas y herramientas orientadas al procesamiento estadístico de datos.

Además del uso de la plataforma Moodle, en caso de necesidad, la comunicación por videoconferencia entre profesores y alumnos, se realizará mediante la herramienta Zoom.

El uso de herramientas de IA está prohibido y puede conducir a una acción disciplinaria. En ese sentido, cualquier trabajo entregado o cualquier examen está sujeto a una evaluación oral suplementaria para validar que ha sido realizada por el estudiante sin la ayuda de herramientas de IA.

La asignatura se relaciona con los Objetivos de Desarrollo Sostenible según las siguientes premisas:

Por un lado, la asignatura proporciona herramientas para formalizar problemas, cuantificar los impactos y proponer soluciones en contextos multicriterio; por ello contribuye al ODS 4, Educación de Calidad:

- + ODS4.4: De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de personas con las competencias necesarias profesionales, para acceder al empleo, a un trabajo digno y al emprendimiento.
- + ODS4.7: De aquí a 2030, asegurar que todos los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible.

Por otro lado, la asignatura estudia herramientas matemáticas fundamentales que se emplean en el modelado de diferentes tipos de sistemas, con incidencia en los siguiente objetivos:

- ODS1, ilustrando aplicaciones de tratamiento de datos para predecir hambrunas y evaluar la seguridad alimentaria de los grupos más desfavorecidos.

- ODS9, ilustrando aplicaciones de tratamiento de datos para la búsqueda de soluciones innovadoras a los retos de la sociedad.

- ODS11, ilustrando aplicaciones de tratamiento de datos para la mejora de la movilidad en las ciudades con el fin de reducir la huella de carbono.

+ ODS 11.6: De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo *per capita* de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.

- ODS13, ilustrando aplicaciones de tratamiento de datos en la caracterización y/o predicción de inundaciones y el estudio del cambio climático.

+ ODS 13.2: Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.