



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

**95000244 - Sistemas Basados En Aprendizaje Automatico**

### PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	6
6. Actividades y criterios de evaluación.....	8
7. Recursos didácticos.....	11
8. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000244 - Sistemas Basados en Aprendizaje Automatico
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Quinto semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Jose Manuel Pardo Muñoz (Coordinador/a)	C-224	josemanuel.pardom@upm.es	Sin horario. Pedir cita previa
Ricardo De Cordoba Herralde	B-108	ricardo.cordoba@upm.es	Sin horario. Pedir cita previa

Javier Ferreiros Lopez	B-110	javier.ferreiros@upm.es	Sin horario. Pedir cita previa
------------------------	-------	-------------------------	-----------------------------------

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

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1. Competencias

CEB2 - Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería

CECT3 - Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CG7 - Trabajo en equipo

CG8 - Comunicación oral y escrita

### 3.2. Resultados del aprendizaje

RA607 - Conocimiento de los principales programas informáticos y herramientas para el análisis de datos y aprendizaje de la máquina basado en los mismos.

RA45 - Conocimientos y habilidades de las temáticas científico tecnológicas desarrolladas en las asignaturas ofertadas

RA605 - Conocimientos de los sistemas de clasificación y agrupamiento de datos y de las principales características de cada uno de los métodos principalmente utilizados

RA358 - Capacidad para el análisis de problemas, trabajo en equipo y exposición de los resultados del análisis

RA604 - Conocimientos de la problemática de análisis de grandes cantidades de datos

RA606 - Analizar y evaluar los distintos algoritmos de aprendizaje automático basado en datos

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se tratan de manera introductoria las técnicas de aprendizaje automático basado en datos con una importante parte práctica que permite al estudiante entrar en contacto con la realidad de uso y diseño de este tipo de técnicas.

La asignatura cubre los distintos aspectos de diseño de los sistemas de aprendizaje automático, desde los detalles relacionados con la entrada de datos, el análisis de los mismos, la obtención de características principales, la agrupación automática, la creación de patrones y modelos, y la generación de un sistema automático que los aprenda y los reconozca. Finalmente se estudia la evaluación del comportamiento del sistema al realizar la tarea asignada, estimación de su rendimiento y eficacia y los métodos de ajuste del mismo para optimizar su validez. Otra acepción de esta materia se llama "Machine Learning". Esta asignatura tiene mucho en común con materias claves en el nuevo Grado "Ingeniería y Sistemas de Datos" que empezó a impartirse en la ETSIT en el curso 2020-21, en concreto la asignatura "Aprendizaje Automático" que se imparte en el tercer curso.

El aprendizaje automático es clave en muy diversos campos de aplicación, desde la automatización inteligente de procesos industriales hasta el análisis de grandes cantidades de datos para extraer información y clasificarla en lo que se ha dado en llamar "Big Data". La industria requiere cada vez más, profesionales con experiencia en el aprendizaje automático, reconocimiento automático de grupos y de patrones y extracción de Información a partir de datos.

Las áreas de aplicación son innumerables: identificar patrones en datos de redes sociales, análisis de patrones de enfermedades y su diagnóstico, optimización de toma de decisiones, optimización de recursos, análisis de comportamiento de clientes, organización operativa, detección de fallos en sistemas, análisis de contenido de textos escritos, reconocimiento de imágenes, reconocimiento de actividades humanas etc.

Los ingenieros de datos, en definitiva, serán capaces de impactar claramente en la sociedad en multitud de ámbitos y en cualquier sector de actividad.

## 4.2. Temario de la asignatura

### 1. Introducción

- 1.1. Visión general del curso
- 1.2. Minería de datos y aprendizaje automático
- 1.3. Ejemplos simples: Tiempo, iris, negociaciones laborales, clasificación de granos
- 1.4. Áreas reales de aplicación: Análisis de webs, análisis de imágenes, diagnosis de enfermedades, Mercadotecnia y ventas

### 2. Clasificación y regresión

- 2.1. Datos de entrada: Ejemplos, atributos, clases
- 2.2. Concepto de clasificación, agrupamiento y regresión
- 2.3. ZeroR, 1-R, Regla de Bayes y naive Bayes
- 2.4. Árboles de decisión y regresión lineal

### 3. PRÁCTICA 1: Manejo de la herramienta WEKA

- 3.1. Introducción al interface "explorer" de Weka
- 3.2. Carga de datos, editor de datos, filtrado de datos
- 3.3. Panel de visualización
- 3.4. Panel de clasificación y ejemplos

### 4. Evaluación

- 4.1. Concepto de entrenamiento/evaluación
- 4.2. Validación cruzada
- 4.3. Significancia estadística
- 4.4. Sobre-entrenamiento (overfitting)

### 5. PRÁCTICA 2: Ejemplos de aplicación de evaluación de sistemas

- 5.1. Definición de la aplicación
- 5.2. Preparación de los datos de entrenamiento y prueba
- 5.3. Pruebas de algoritmos simples con datos sencillos

## 6. Selección y transformación de rasgos característicos

6.1. Basado en estimación de bondad. Selección de componentes principales. Métodos supervisados y no supervisados

6.2. Basado en clasificación. Métodos basados en envoltorios

## 7. PRÁCTICA 3: Estudio y selección de rasgos para mejorar el sistema

7.1. Prueba con distintos atributos

7.2. Selección manual de atributos

7.3. Selección automática de atributos: Selección de componentes principales

## 8. Clasificación avanzada y agrupamiento

8.1. Regresión logística, SVM. Presentación de proyecto competitivo

8.2. Regla de los K vecinos más próximos (K-NN), Aprendizaje conjunto

8.3. Perceptron multicapa (ANN)

8.4. Técnicas de agrupamiento, Simple kmeans, Estimate-Maximize (EM)

## 9. INTRODUCCION A LA PRACTICA 4

9.1. Tutorial sobre distintos datos disponibles

9.2. Tutorial sobre posibles algoritmos a usar en cada problema

## 10. PRACTICA 4. Desarrollo del un sistema evolucionado de aprendizaje y clasificación

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1. Introducción</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2. Clasificación y regresión</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3		<b>Practica 1: Introduccion al interface "explorer" de Weka</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega formulario resultado primera practica</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:15
4	<b>Conceptos de entrenamiento</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5		<b>Practica 2: Ejemplos de aplicacion</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de formulario de resultado</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:15
6	<b>Selección de rasgos característicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7		<b>PRÁCTICA 3: Estudio y selección de rasgos para mejorar el sistema</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de formulario del resultado</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:15
8	<b>Clasificación avanzada y agrupamiento: Árboles de decisión y regresión. Maquinas de soporte vectorial (SVM), regla del vecino más próximo, aprendizaje conjunto</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9		<b>Practica con árboles de decisión y regresión, SVM, regla del vecino más próximo y aprendizaje conjunto. Presentación de la competición. Introducción al proyecto final</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de formulario de resultados</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:15



10	<b>Clasificación avanzada y agrupamiento:</b> <b>Perceptron Multicapa.Tecnicas de agrupamiento, K.means y EM</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11		<b>Practica con perceptrón multicapa , simple k means, EM</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de formulario de resultado</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:15
12		<b>Trabajo en proyecto final</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		<b>Trabajo en Proyecto Final</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14				<b>Desarrollo y Presentación de Trabajo Final</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
15				
16				
17				<b>Test sobre la parte teórica</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:00  <b>Desarrollo y Presentación de Trabajo Final</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00  <b>Entrega de cuestionarios 1 a 5</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Entrega formulario resultado primera practica	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:15	5%	0 / 10	CG7 CG8 CECT3 CEB2
5	Entrega de formulario de resultado	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:15	5%	0 / 10	CG7 CG8 CECT3 CEB2
7	Entrega de formulario del resultado	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:15	5%	0 / 10	CG7 CG8 CECT3 CEB2
9	Entrega de formulario de resultados	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:15	5%	0 / 10	CG7 CECT3 CG2 CEB2
11	Entrega de formulario de resultado	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:15	5%	0 / 10	CG7 CG8 CECT3 CG2 CEB2
14	Desarrollo y Presentación de Trabajo Final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:00	45%	5 / 10	CG7 CG8 CECT3 CG2 CEB2
17	Test sobre la parte teórica	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	4 / 10	CG2

#### 6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Entrega formulario resultado primera practica	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:15	5%	0 / 10	CG7 CG8 CECT3 CEB2
5	Entrega de formulario de resultado	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:15	5%	0 / 10	CG7 CG8 CECT3 CEB2
7	Entrega de formulario del resultado	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:15	5%	0 / 10	CG7 CG8 CECT3 CEB2
17	Test sobre la parte teórica	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	4 / 10	CG2
17	Desarrollo y Presentación de Trabajo Final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:00	45%	5 / 10	CECT3 CG2 CEB2 CG7 CG8
17	Entrega de cuestionarios 1 a 5	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	00:00	25%	0 / 10	CECT3 CEB2

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
La evaluación de la prueba extraordinaria constará de los mismos conceptos y ejercicios pedidos en la Prueba Final	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG7 CG8 CECT3 CEB2

## 6.2. Criterios de evaluación

### Criterios de Evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación progresiva.

Las prácticas se evaluarán según el cuestionario entregado. El proyecto final se evaluará según la calidad del mismo, la presentación oral, los resultados obtenidos y la calidad de la memoria.

La evaluación global comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación global usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación global aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre. La evaluación global consistirá en la entrega de los cuestionarios de las practicas 1 a 5 que podrán tener pequeñas variaciones sobre los de la evaluación progresiva y la realización y presentación oral y escrita de un proyecto de minería de datos y aprendizaje automático y la realización de un test teórico de la asignatura.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de evaluación global.

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Texto	Bibliografía	"Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques" Mark Hall, Ian Witten and Eibe Frank. 4th Edition, Morgan Kaufmann Publishers. January 2017
WEKA	Equipamiento	Herramienta software de análisis de datos y aprendizaje de máquina
Manual de Weka	Bibliografía	Manual de la herramienta Weka
Página web de Weka. Documentación y Software	Recursos web	<a href="http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/documentation.html">http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/documentation.html</a> <a href="http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/downloading.html">http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/downloading.html</a>
Repositorio de datos	Recursos web	Repositorio de datos: <a href="http://archive.ics.uci.edu/ml/">http://archive.ics.uci.edu/ml/</a>

## 8. Otra información

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura trata en general muchos de los Objetivos de desarrollo sostenible. Por ejemplo el objetivo 3, Salud se potenciará mucho con el análisis de grandes cantidades de datos para determinar mejor el origen y el diagnóstico de enfermedades. En el Objetivo 7 de Energía asequible y no contaminante, el análisis de los datos permitirá optimizar los sistemas de gasto y ahorrar energía. El objetivo 9 de Industria, innovación e infraestructuras será beneficiado y perseguido, dado que estos temas son la bases para la innovación en la producción y los servicios. También en el Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles, el análisis de los datos permitirá ahorro en las comunicaciones y en el tráfico, permitiendo por ello una mejor sostenibilidad.

Si se requiere pasar a docencia no presencial, la teoría será impartida con clases a distancia - en Teams o en

Zoom- y las prácticas se realizarán en casa con la herramienta Weka, que es de uso público.

La comunicación con los profesores será por correo electrónico para concertar cita presencial