



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



Etsi Agronómica, Aliment. y
Biosistemas

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

203000200 - Sensores Próximos Para Seguimiento De Cultivos

PLAN DE ESTUDIOS

20AX - Doble Master En Ingeniería Agronómica Y En Agricultura De Precisión

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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.....	4
6. Actividades y criterios de evaluación.....	6
7. Recursos didácticos.....	10
8. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	203000200 - Sensores Próximos para Seguimiento de Cultivos
No de créditos	4 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Segundo curso
Semestre	Tercer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	20AX - Doble Master en Ingeniería Agronómica y en Agricultura de Precisión
Centro responsable de la titulación	20 - Etsi Agronómica, Aliment. Y Biosistemas
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Leonor Rodríguez Sinobas		leonor.rodriguez.sinobas@u pm.es	Sin horario.
Carlos Andres Gilarranz Casado		carlosandres.gilarranz@upm .es	Sin horario.

Regino Jose Alvarez Sanchez		jose.alvarez.sanchez@upm.es	Sin horario.
Maria Victoria Gomez Del Campo G. Valcarcel (Coordinador/a)		maria.gomezdeldcampo@upm.es	- -
Pedro Junquera Gonzalez		pedro.junquera@upm.es	Sin horario. Debe ponerse en contacto con el profesor por email para concertar dia y hora de tutoria

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

2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Alejandro Leo Ramírez	alejandro.leo.ramirez@upm.es	ETSISI, UPM
Alberto Cruz Ruiz	alberto.cruz@upm.es	ETSISI, UPM
Luz Atencia	lk.atencia@alumnos.upm.es	CEIGRAM

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

C1_20AP - Diseñar los procesos y las metodologías necesarios para la evaluación de los sistemas de sensores de supervisión de suelos y cultivos, de estimación de producción superficial y los sistemas hidráulicos, mecatrónicos y eléctricos para las labores sitio-específicas en máquinas agrícolas, atendiendo a criterios técnicos, económicos y medioambientales.

CEH2_20AP - Poseer conocimiento avanzado y ser capaz de desarrollar tecnología en gestión de equipos e instalaciones que se integren en los procesos y sistemas de producción agroalimentaria.

CEH6_20AP - Poseer conocimiento avanzado y ser capaz de desarrollar tecnología en sistemas de producción vegetal y en sistemas integrados de protección de cultivos.

CT6_20AP - Comunicación oral y escrita: capacidad para comunicar, ideas, problemas y soluciones, tanto a

público especializado como no especializado en castellano y en inglés.

K6_20AP - Conocer las diferentes tecnologías de los sensores, que permiten monitorizar los distintos sistemas de riego, el contenido de agua en el suelo, composición del suelo, la contaminación, las variables climáticas, el estado hídrico y la actividad fisiológica de la planta.

S3_20AP - Evaluar el funcionamiento de sensores como los de humedad del suelo y otros, su calibración y posterior instalación en distintos sistemas de riego y monitorización de la parcela interpretando conjuntamente datos de suelo, planta y atmósfera.

3.2. Resultados del aprendizaje

RA79 - Los resultados del aprendizaje correspondientes a esta asignatura han quedado definidos en el apartado de competencias de este documento, señalando los que corresponden a conocimientos, habilidades y competencias propiamente dichas.

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura tiene un enfoque práctico en el que se realizarán diversas prácticas relacionadas con lo impartido en teoría.

4.2. Temario de la asignatura

1. Sensores en planta
2. Sensores de humedad de suelo
3. Sensores de variables climáticas
4. Sensores de la instalación de riego
5. Transformación de datos de variables digitales a variables agronómicas
6. Automatización e IoT del sistema de riego

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Sensores en planta Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2		Sensores en planta. Instalación e interpretación. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE Duración: 05:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Sensores en planta. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30
3		Sensores de humedad de suelo. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE Duración: 05:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Sensores en suelo. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30
4		Sensores de humedad de suelo. Instalación e interpretación. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE Duración: 05:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Interpretación sensores humedad suelo y medidas en planta. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30 Trabajo de elaboración de un documento en el que se elija una variable agronómica susceptible de medida y se caracterice y justifique un sensor que la mida. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30
5	Sensores de medidas climáticas Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Visita técnica a la Ciudad Deportiva del Real Madrid (Valdebebas). ACTIVIDAD NO RECUPERABLE Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Integración de sensores de humedad y temperatura ambientales asociados a un relé embebidos en un microcontrolador con graficación y visualización en entornos Cloud o Thingsboard. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30

6		<p>Introducción a la arquitectura de un sistema basado en microcontroladores. Sensores de la instalación de riego. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE</p> <p>Duración: 04:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
7		<p>Automatización e IoT del sistema de riego. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Visita al Campus 42 de Fundación Telefónica. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Implementación de control digital de salida sobre protoboard como ejercicio práctico de aplicación de conceptos fundamentales en arquitectura de sistemas embebidos.. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE</p> <p>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva y Global Presencial</p> <p>Duración: 00:30</p>
8		<p>Transformación de datos de variables digitales a variables agronómicas. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE</p> <p>Duración: 04:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Accionamiento de actuadores mediante relé y sensores con umbral, aplicando conocimientos previos sobre arquitectura y funcionamiento de sistemas inteligentes distribuidos.. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global Presencial</p> <p>Duración: 00:30</p>
9				
10				
11				
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.

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
2	Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Sensores en planta. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:30	15%	5 / 10	CEH6_20AP K6_20AP CT6_20AP S3_20AP
3	Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Sensores en suelo. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:30	15%	5 / 10	
4	Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Interpretación sensores humedad suelo y medidas en planta. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	20%	5 / 10	
4	Trabajo de elaboración de un documento en el que se elija una variable agronómica susceptible de medida y se caracterice y justifique un sensor que la mida. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:30	10%	5 / 10	
5	Integración de sensores de humedad y temperatura ambientales asociados a un relé embebidos en un microcontrolador con graficación y visualización en entornos Cloud o Thingsboard. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:30	10%	5 / 10	C1_20AP S3_20AP CEH6_20AP
7	Implementación de control digital de salida sobre protoboard como ejercicio práctico de aplicación de conceptos fundamentales en arquitectura de sistemas embebidos.. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	15%	5 / 10	

8	Accionamiento de actuadores mediante relé y sensores con umbral, aplicando conocimientos previos sobre arquitectura y funcionamiento de sistemas inteligentes distribuidos.. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:30	15%	5 / 10	
---	--	---------------------------------------	------------	-------	-----	--------	--

6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Sensores en planta. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:30	15%	5 / 10	CEH6_20AP K6_20AP CT6_20AP S3_20AP
3	Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Sensores en suelo. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:30	15%	5 / 10	
4	Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Interpretación sensores humedad suelo y medidas en planta. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	20%	5 / 10	
4	Trabajo de elaboración de un documento en el que se elija una variable agronómica susceptible de medida y se caracterice y justifique un sensor que la mida. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:30	10%	5 / 10	
5	Integración de sensores de humedad y temperatura ambientales asociados a un relé embebidos en un microcontrolador con graficación y visualización en entornos Cloud o Thingsboard. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:30	10%	5 / 10	C1_20AP S3_20AP CEH6_20AP
7	Implementación de control digital de salida sobre protoboard como ejercicio práctico de aplicación de conceptos fundamentales en arquitectura de sistemas embebidos.. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	15%	5 / 10	
8	Accionamiento de actuadores mediante relé y sensores con umbral, aplicando conocimientos previos sobre arquitectura y funcionamiento de sistemas inteligentes distribuidos.. ACTIVIDAD NO RECUPERABLE	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:30	15%	5 / 10	

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Sensores en planta. ACTIVIDAD REALIZADA DURANTE EL SEMESTRE NO RECUPERABLE	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:30	15%	5 / 10	
Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Sensores en suelo. ACTIVIDAD REALIZADA DURANTE EL SEMESTRE NO RECUPERABLE	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:30	15%	5 / 10	
Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Interpretación sensores humedad suelo y medidas en planta. ACTIVIDAD REALIZADA DURANTE EL SEMESTRE NO RECUPERABLE	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:30	20%	5 / 10	
Trabajo relacionado con lo impartido en clase. Sensores en la instalación de riego. ACTIVIDAD REALIZADA DURANTE EL SEMESTRE NO RECUPERABLE	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:30	15%	5 / 10	
Trabajo de graficación de la variable elegida utilizando la plataforma ThingsBoard. ACTIVIDAD REALIZADA DURANTE EL SEMESTRE NO RECUPERABLE	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	15%	5 / 10	
Trabajo de elaboración de un documento en el que se elija una variable agronómica susceptible de medida y se caracterice y justifique un sensor que la mida. ACTIVIDAD REALIZADA DURANTE EL SEMESTRE NO RECUPERABLE	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	10%	5 / 10	
Trabajo de programación del sensor escogido en la entrega anterior y realización del esquema de conexión para su correcto funcionamiento. Transformación de variables digitales a agronómicas. ACTIVIDAD REALIZADA DURANTE EL SEMESTRE NO RECUPERABLE	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	10%	5 / 10	

6.2. Criterios de evaluación

ES OBLIGATORIA LA ASISTENCIA A LAS PRACTICAS/ACTIVIDADES A LO LARGO DEL SEMESTRE

Evaluación progresiva

Asistencia a clase, realización de las actividades programadas NO RECUPERABLES y entrega de tareas en función de los contenidos impartidos en cada uno de los bloques de la asignatura.

Estos contenidos serán evaluados por los profesores responsables y serán liberatorios a partir de una nota igual o superior a 5.

Evaluación ordinaria y extraordinaria

Los alumnos que hayan asistido a clase, realizado las actividades programadas NO RECUPERABLES y no hayan realizado los trabajos podrán presentarse a evaluación global o convocatoria extraordinaria.

Deberán entregar el día del examen los trabajos y presentarlos oralmente presencial u mediante uso TICS.

Los alumnos que no hayan asistido a las actividades programadas NO RECUPERABLES no podrán superar la asignatura.

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Webs con aspectos relacionados con los sensores	Recursos web	Se utilizarán varias páginas donde se encuentra información relacionada con los sensores próximos
CHOUHDHURY, A., 2021. Agricultural Informatics?: automation using the IoT and machine learning. S.l.: s.n. ISBN 1-119-76921-3.	Bibliografía	
MALDONADO-GUZMA?N, G., GARZA-REYES, J.A. y SOLANO-ROMO, L.I., 2019. Intelligent agriculture?: developing a system for monitoring and controlling production. 1st ed. S.l.: s.n. ISBN 1-78973-845-8.	Bibliografía	
PATEL, G.S., 2021. Smart agriculture?: emerging pedagogies of deep learning, machine learning and Internet of Things. First edition. S.l.: s.n. ISBN 1-00-313888-8.	Bibliografía	
ZAFAR, S., 2022. Smart and sustainable approaches for optimizing performance of wireless networks?: real-time applications. S.l.: s.n. ISBN 1-119-68253-3.	Bibliografía	
? Bertoleti, P. (2019). Proyectos con ESP32 y LoRa. Editora NCB.	Bibliografía	

<p>Curso: SISTEMAS EMBEBIDOS: ESP32 OCW. (s. f.). https://campusvirtual.ull.es/ocw/course/view.php?id=197</p>	<p>Recursos web</p>	
<p>? ESP32 DEVKIT V1 DOIT Expansion shield - PCBWay. (2018). https://www.pcbway.com/project/feedbackdetail?filename=ESP32_DEVKIT_V1_DOIT_Expansion_shield</p>	<p>Recursos web</p>	
<p>Gutiérrez, J. M. R. (2017). Manual de programación Arduino. (BW Evans et al., Trans.) Arduino Notebook: A Beginner's Reference.</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>Khan Academy. (2021). https://es.khanacademy.org</p>	<p>Recursos web</p>	
<p>Kurniawan, A. (2019). Internet of Things Projects with ESP32: Build exciting and powerful IoT projects using the all-new Espressif ESP32. Packt Publishing Ltd.</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>Leo-Ramírez, A., Álvarez, J., & Gilarranz-Casado, C. (2024). Utilizing IoT systems to improve students' digital competency and awareness of environmental issues. International Journal of Engineering Education, 40(4), 916-928.</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>Liu, J., & van Iersel, M. W. (2021). Photosynthetic physiology of blue, green, and red light: Light intensity effects and underlying mechanisms. Frontiers in Plant Science, 12. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.619987</p>	<p>Bibliografía</p>	

Manual básico de pruebas del NodeMCU versión ESP32 DevKit V1. (s. f.). Arduino IDE. https://www.puntoflotante.net/MANUAL-BASICO-NODEMCU-ESP32-ARDUINO.pdf	Recursos web	
McCree, K. J. (1971). The action spectrum, absorptance, and quantum yield of photosynthesis in crop plants. <i>Agricultural Meteorology</i> , 9, 191-216. https://doi.org/10.1016/0002-1571(71)90022-7	Bibliografía	
Schmidt, D. (2021). ARM Cortex M4 y ESP32. Programación y ejemplos. Marcombo.	Bibliografía	
The Hiveeyes Project. (2019). https://community.hiveeyes.org/t/new-esp32-based-pcb-with-lora-support-fromchristophe/2778	Bibliografía	
What are LoRa and LoRaWAN? (2021). https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/what-is-lorawan/	Bibliografía	

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con ODs 12 y 13.