



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

**53001345 - Tecnologías De Lámina Delgada**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BA - Master Universitario En Plasma, Laser Y Tecnologia De Superficie

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - 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.....	4
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	7
7. Recursos didácticos.....	9
8. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001345 - Tecnologías de Lámina Delgada
<b>No de créditos</b>	4 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05BA - Master Universitario en Plasma, Laser y Tecnología de Superficie
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Rafael Casquel Del Campo (Coordinador/a)		rafael.casquel@upm.es	- -

\* 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
Jorge Gil Rosta	jorge.gil@csic.es	Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla- CSIC
María Del Carmen López Santos	mclopez@icmse_csic.es	Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla-CSIC
Isabel Montealegre Meléndez	imontealegre@us.es	Universidad de Sevilla
Ana Isabel Borrás Martos	anaisabel.borras@icmse_csic.es	Instituto de ciencia de materiales de Sevilla- CSIC
Manuel Oliva Ramírez	moliva1@us.es	Universidad de Sevilla
Victor Rico Gavira	victor@csic.es	Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla-CSIC

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

### 3.1. 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

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

CE4 - Conocer los principales procedimientos utilizados para la modificación superficial de materiales y el crecimiento de capas delgadas dentro del contexto más amplio de la tecnología de superficie y ser capaz de decidir qué procedimiento es el más adecuado para un proceso dado.

CE6 - Conocer los principios de la tecnología de vacío, así como sus aplicaciones al diseño y desarrollo de procesos industriales de modificación superficial de materiales.

CE7 - Aplicar los principios básicos de los distintos procedimientos de preparación de láminas delgadas, haciendo predicciones sobre cuáles son las mejores condiciones/restricciones para desarrollar tales procesos en la industria.

CG1 - Capacidad de interpretar y comprender textos científicos y técnicos especializados en las tecnologías objeto de estudio en el master.

CG10 - Potenciar los hábitos de búsqueda activa de empleo y la capacidad emprendedora

CG11 - Fomentar en los estudiantes las siguientes capacidades y habilidades: análisis y síntesis, organización y planificación, comunicación oral y escrita, resolución de problemas, toma de decisiones, trabajo en equipo, razonamiento crítico, aprendizaje autónomo, creatividad, capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica, uso de Internet como medio de comunicación y como fuente de información.

CG3 - Ser capaz de desarrollar por sí mismos trabajos prácticos y teóricos sobre los temas del curso.

CG4 - Discriminar los principios de funcionamiento de las distintas tecnologías y ser capaz de tomar decisiones sobre equipos y procesos a implementar en la industria, así como sobre compras, alquiler, etc.

CG5 - Conocer los últimos avances en las tecnologías y procesos objeto del curso.

CG7 - Conocer los últimos desarrollos científicos y tecnológicos donde la tecnología de superficie juega un papel esencial en campos emergentes como la energía, el medio ambiente, electrónica, fotónica, salud, etc.

### **3.2. Resultados del aprendizaje**

RA12 - 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.

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

Bases fisicoquímicas de las tecnologías de lámina delgada. Además de los contenidos teóricos, se incluyen las siguientes prácticas:

1. Seminarios de iniciación al vacío y desarrollos industriales.
2. Sesiones prácticas sobre "Deposición de láminas delgadas nanoestructuradas mediante pulverización catódica". En estas sesiones prácticas se discute el fundamento del "magnetron sputtering" mostrándose el modo de trabajar con esta técnica de deposición de capas delgadas y haciendo un experimento práctico de síntesis de una capa delgada. La caracterización básica (SEM, propiedades ópticas, etc.) de estas capas se considera dentro del contenido a desarrollar dentro de esta práctica.

### 4.2. Temario de la asignatura

1. Tecnología de vacío
2. Conceptos básicos sobre crecimiento de láminas delgadas
3. Métodos físicos de deposición de capas delgadas: evaporación y pulverización catódica
4. Otros tipos de procesos de crecimiento de capas delgadas: incluye implantación y tratamientos superficiales
5. Métodos químicos de deposición de capas delgadas: CVD y PECVD
6. Propiedades mecánicas y eléctricas de capas delgadas
7. Otros tipos de procesos de crecimiento de capas delgadas
8. Otras técnicas avanzadas de fabricación industrial para materiales metálicos
9. Láminas delgadas y aplicaciones industriales: presentaciones de alumnos.

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Clase presencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Participación en clases</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00
2	<b>Clase presencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Clase presencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Clase presencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Clase presencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Clase presencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	<b>Clase presencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tutorías</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
8	<b>Clase presencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Clase presencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>Clase presencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11				
12	<b>Seminario 1</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Sesión de laboratorio</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	<b>Seminario 2</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas			

14				
15	<b>Seminario 3</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas			
16				<b>Trabajos y proyectos</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 00:00
17				<b>Examen</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 03:00

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 continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Participación en clases	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	15%	/ 10	CG5 CG11 CG1 CG10 CB9 CE4
16	Trabajos y proyectos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	5 / 10	CG5 CB7 CB8 CG3 CB9 CG4 CE6 CE7 CE4 CB10
17	Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	4 / 10	CG5 CG7 CG11 CB7 CB8 CG1 CG3 CG10 CB9 CG4 CE6 CE7 CE4

#### 6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-----	-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

1	Participación en clases	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	15%	/ 10	CG5 CG11 CG1 CG10 CB9 CE4
16	Trabajos y proyectos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	5 / 10	CG5 CB7 CB8 CG3 CB9 CG4 CE6 CE7 CE4 CB10
17	Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	4 / 10	CG5 CG7 CG11 CB7 CB8 CG1 CG3 CG10 CB9 CG4 CE6 CE7 CE4

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 6.2. Criterios de evaluación

Aclaraciones:

La asignatura se evaluará con las tareas propuestas a continuación:

1. Asistencia (15%).

- Asistencia y/o aprovechamiento de clases magistrales: 5%.
- Asistencia a seminarios (y remisión de memoria-resumen): 5%.
- Asistencia a prácticas (y remisión de memoria-resumen): 5%.

2. Trabajos y proyectos (25%).

- Trabajos monográficos. Elaboración y exposición de un informe técnico sobre un tema de aplicación de la tecnología de capas delgadas (20%).
- Actividades propuestas en clase: Resultados de actividades propuestas-ejercicios (5%).

3. Examen final (60%).

Las adaptaciones metodológicas para los alumnos a tiempo parcial se decidirán en reuniones entre el profesorado y los alumnos interesados a fin de personalizar los posibles casos que se presenten.

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Bibliografía Básica 1	Bibliografía	- José M. Albella edt.. "Láminas delgadas y recubrimientos: Preparación, propiedades y aplicaciones". Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid 2003. 
Bibliografía Básica 2	Bibliografía	- M. Ohring. "Materials Science of Thin Films, 2nd edition". Academic Press, 2001.

Bibliografía complementaria	Bibliografía	A.R. González-Elipe, F. Yubero, J.M. Sanz. "Low Energy Ion Assited Film Growth"  Imperial College Press 2003  - A. Grill. "Cold Plasma in Materials Fabrication".  IEEE press, 1994.
Bibliografía complementaria 2	Bibliografía	- H.K. Pulke. "Coatings on Glass"  Elsevier 1984  - H. Bach. "Thin Films on Glass"  Springer 2003
Bibliografía complementaria 3	Bibliografía	- K.K. Schnegraf. "Handbook of Thin Film. Deposition Processes and techniques"  Noyes Publication 1988  - M.M. Hawkeye, M.T. Tascuk, M.J. Brett. "Glancing Angel Deposition of Thin Films. Engineering the Nanoscale"  Wiley 2014 
Bibliografía complementaria 4	Bibliografía	- H. Yasuda. "Luminous Chemical Vapor Deposition&Interface Engineering"  CRC Press 2004

## 8. Otra información

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura está relacionada con el ODS9