



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Caminos
Canales y P.

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

45000103 - Estructura De Materiales I

PLAN DE ESTUDIOS

04MI - Grado En Ingeniería De Materiales

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	3
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	15

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	45000103 - Estructura de Materiales I
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	04MI - Grado en Ingeniería de Materiales
Centro responsable de la titulación	04 - E.T.S. De Ing. De Caminos Canales Y P.
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Conrado Luis Garrido Fernandez De Vera	LEM	conrado.garrido@upm.es	Sin horario. El horario de tutorías se publicará en la página moodle de la asignatura

Nuria Martin Piris (Coordinador/a)	LEM	nuria.mpiris@upm.es	Sin horario. Se publicarán en la página Moodle de la asignatura
Ignacio Luque Trujillo	LEM	ignacio.luque@upm.es	Sin horario. El horario de tutorías se publicará en la página Moodle de la asignatura
Daniel Barba Cancho	LEM	daniel.barba@upm.es	Sin horario. El horario de tutorías se publicará en la página moodle de la asignatura
Maria Esther Palacios Lorenzo	LEM	me.palacios@upm.es	Sin horario. Se publicarán en la página Moodle de la asignatura
Sergio Perosanz Amarillo	LEM	sergio.perosanz@upm.es	Sin horario. Se publicarán en la página Moodle de la asignatura

* 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

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Materiales no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Matemáticas, Física y Química de Bachillerato
- Conocimiento básico de lengua extranjera (Inglés)

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE 1 - Saber identificar las estructuras de los diversos tipos de materiales, y conocer las técnicas de caracterización y análisis de los materiales

CG 2 - Capacidad de trabajo en equipo

CG 3 - Comunicación oral y escrita

4.2. Resultados del aprendizaje

RA62 - Saber trabajar en equipo en entornos interdisciplinares, siendo capaz de organizar y planificar los trabajos.

RA63 - Ejecutar el trabajo con responsabilidad y respeto a los demás.

RA59 - Saber relacionar y aplicar de forma práctica los conceptos básicos relacionados con la estructura de los materiales, su influencia en las propiedades macroscópicas y microscópicas, y su modificación mediante el procesado y la transformación de los materiales.

RA57 - Entender, asimilar y manejar los conceptos básicos de la estructura de los materiales cristalinos y amorfos, de los materiales metálicos, cerámicos y polímeros y los principios de jerárquicos de los materiales biológicos, así como de sus elementos constituyentes

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo principal de la asignatura es que el/la estudiante comprenda la relación entre la composición, estructura, procesado y propiedades de los materiales con estructura cristalina. Deberá comprender e interpretar correctamente los resultados de los ensayos mecánicos utilizados para la determinación de las propiedades de los materiales metálicos. A lo largo de la asignatura se describirán los fundamentos de la estructura cristalina, centrada principalmente en materiales metálicos y cerámicos, así como los defectos que pueden definirse en ella. Deberá comprender la influencia de los defectos de las redes en los procesos en los que se involucra la difusión y la deformación de los materiales cristalinos, y relacionar dichos conceptos con las transformaciones de los materiales y sus propiedades mecánicas. Deberá comprender y relacionar dichos fundamentos con los mecanismos de endurecimiento aplicados en los materiales cristalinos.

De igual forma se explicarán los conceptos de diagramas binarios y ternarios a fin de que el/la estudiante sea capaz de interpretarlos y saber aplicarlos al estudio de las aleaciones y sus transformaciones de equilibrio, tanto durante la solidificación como en estado sólido. Se introducirá al/a la estudiante en las transformaciones de los materiales cristalinos fuera de las condiciones de equilibrio de forma que pueda interpretar los diagramas TTT y su influencia en la microestructura y propiedades de las aleaciones.

5.2. Temario de la asignatura

1. Propiedades mecánicas de los materiales
 - 1.1. Objetivo de la asignatura
 - 1.2. Relación entre estructura y propiedades. Conceptos de tensión y deformación
 - 1.3. Ensayo de tracción
 - 1.4. Propiedades mecánicas
 - 1.5. Otras propiedades de los materiales
2. Redes cristalinas
 - 2.1. Enlaces atómicos
 - 2.2. Sistemas y redes cristalinas. Notación de Miller
 - 2.3. Empaquetamiento atómico
 - 2.4. Redes metálicas: FCC, BCC y HCP
 - 2.5. Estructuras cerámicas
 - 2.6. Concepto de cristalinidad en polímeros
3. Caracterización de estructuras cristalinas
 - 3.1. Difracción de rayos X. Ley de Bragg
 - 3.2. Patrones y espectros de difracción
4. Fases cristalinas
 - 4.1. Materiales puros y aleaciones
 - 4.2. Compuestos químicos
 - 4.3. Soluciones sólidas. Reglas de Hume-Rothery
 - 4.4. Compuestos intermetálicos
 - 4.5. Otros tipos de fases
5. Diagramas de fases
 - 5.1. Conceptos termodinámicos
 - 5.2. Sistema de aleación
 - 5.3. Diagramas de fases binarios
 - 5.4. Reacciones invariantes en estado líquido

- 5.5. Reacciones invariantes en estado sólido
- 5.6. Diagramas ternarios
- 6. Imperfecciones en estructuras cristalinas: defectos puntuales
 - 6.1. Tipos de imperfecciones en redes cristalinas
 - 6.2. Origen de los defectos puntuales
 - 6.3. Defectos puntuales en redes metálicas
 - 6.4. Defectos puntuales en cristales iónicos
- 7. Imperfecciones en estructuras cristalinas: teoría de dislocaciones
 - 7.1. Historia de las dislocaciones
 - 7.2. Dislocaciones: Vector de Burgers, tipos de dislocaciones, núcleos de una dislocación
 - 7.3. Movimiento de dislocaciones
 - 7.4. Ley de Schmid
 - 7.5. Campos de tensiones y deformaciones en torno a una dislocación
 - 7.6. Interacción entre dislocaciones
 - 7.7. Origen y multiplicación de dislocaciones
- 8. Deformación plástica
 - 8.1. Deformación plástica por movimiento de dislocaciones
 - 8.2. Sistemas de deslizamiento de redes cristalinas
 - 8.3. Dislocaciones en redes metálicas
 - 8.4. Dislocaciones en materiales cerámicos
 - 8.5. Variación de la tensión de cizalladura efectiva crítica con la temperatura y velocidad de deformación
 - 8.6. Deformación de policristales
 - 8.7. Textura
 - 8.8. Maclado
- 9. Difusión y deformación a alta temperatura
 - 9.1. Procesos térmicamente activados
 - 9.2. Difusión en estado sólido
 - 9.3. Difusión en estado estacionario
 - 9.4. Difusión en estado no estacionario

9.5. Proceso de fluencia

9.6. Mecanismos de deformación plástica en fluencia de materiales metálicos

10. Mecanismos de endurecimiento en materiales cristalinos

10.1. Endurecimiento por acritud

10.2. Endurecimiento en policristales

10.3. Endurecimiento por solución sólida

10.4. Endurecimiento por segundas fases

11. Procesos de rotura en materiales cristalinos

11.1. Roturas instantáneas y progresivas

11.2. Roturas de carácter dúctil y frágil. Mecanismos y caracterización.

12. Transformaciones de la estructura

12.1. Solidificación

12.2. Control del tamaño de grano en la solidificación

12.3. Transformaciones alotrópicas

12.4. Transformaciones térmicas

12.5. Transformaciones atérmicas

12.6. Transformaciones de precipitación

12.7. Procesos de recristalización

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1: Propiedades mecánicas de los materiales Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 1 y Tema 2: Propiedades mecánicas de los materiales y Redes cristalinas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Tema 2: Redes cristalinas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 1: Propiedades mecánicas (Grupos reducidos: 1 profesor por cada 12 estudiantes máximo) Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	Tema 2 y Tema 3: Redes cristalinas y Caracterización de estructuras cristalinas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Introducción a la hoja de cálculo Excel y su aplicación en el ensayo de tracción. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	Tema 3: Caracterización de estructuras cristalinas Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4: Fases cristalinas Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tutoría grupal Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Informe de Laboratorio P1 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00 (P0) Prueba de evaluación progresiva: Tema 1 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30
6	Tema 5: Diagramas de fases Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	Tema 6: Imperfecciones en estructuras cristalinas: defectos puntuales Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	Temas 6 y 7: Difusión y Teoría de dislocaciones Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tutoría grupal Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

9	Tema 7: Teoría de dislocaciones Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			(P1) Prueba de evaluación progresiva: Temas 1 a 6 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
10	Tema 8: Deformación plástica Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Tema 9: Otros mecanismos de deformación plástica Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	Tema 10: Mecanismos de endurecimiento Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	Tema 10: Mecanismos de endurecimiento Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tutoría grupal Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
14	Tema 11: Mecanismos de rotura en materiales cristalinos Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 2: Variación de propiedades mecánicas por acritud y recocido (Grupos reducidos: 1 profesor por cada 12 estudiantes máximo) Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15	Tema 12: Transformaciones de la estructura Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Informe de Laboratorio P2 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00
16	Tema 12: Transformaciones de la estructura Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			(P2) Prueba de evaluación progresiva: Temas 7 a 12 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
17				Convocatoria Ordinaria EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 04:00 Informes de Laboratorio TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Global No presencial Duración: 01:00

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.

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
5	Informe de Laboratorio P1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	01:00	5%	5 / 10	CE 1 CG 2
5	(P0) Prueba de evaluación progresiva: Tema 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	5%	5 / 10	CE 1 CG 3
9	(P1) Prueba de evaluación progresiva: Temas 1 a 6	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CG 3 CE 1
15	Informe de Laboratorio P2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	01:00	5%	5 / 10	CE 1 CG 2
16	(P2) Prueba de evaluación progresiva: Temas 7 a 12	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	5 / 10	CE 1 CG 3

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Convocatoria Ordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	90%	5 / 10	CE 1 CG 3
17	Informes de Laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	01:00	10%	5 / 10	CE 1 CG 2 CG 3

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Convocatoria extraordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	90%	5 / 10	CE 1 CG 3
Informes de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	10%	5 / 10	CE 1 CG 2 CG 3

7.2. Criterios de evaluación

Evaluación del aprendizaje

La evaluación de los/las estudiantes se estructura en dos partes, una parte teórica y otra de prácticas de laboratorio.

La copia o el plagio en cualquiera de las pruebas de evaluación de la asignatura supondrá el suspenso en esa prueba y la anulación de la evaluación progresiva, teniendo el/la estudiante que examinarse de la asignatura completa en los exámenes finales (convocatorias ordinaria y extraordinaria).

Se realizará un seguimiento de asistencia a las clases teóricas. La asistencia se considerará como parte del trabajo individual del/la estudiante.

EVALUACIÓN DEL TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO

Las prácticas de laboratorio TIENEN CARÁCTER OBLIGATORIO para que el/la estudiante pueda superar la asignatura. La asistencia, realización y aprobado de las prácticas de laboratorio (NPL igual o superior a 5 en una escala de 10) es requisito indispensable para superar la asignatura.

El trabajo de prácticas de laboratorio realizado se evalúa mediante un trabajo en grupo de cada una de las prácticas de laboratorio (NPL1 y NPL2). La nota de las prácticas de laboratorio (NPL) se calcula de la siguiente forma;

$$NPL = 0.5 * NPL1 + 0.5 * NPL2$$

EVALUACIÓN DE LOS CONTENIDOS TEÓRICOS

Evaluación progresiva

Se realizarán dos pruebas de evaluación progresiva (P1 y P2) de los contenidos teóricos, en horario de clase siempre que sea posible. Además se realizará una prueba inicial P0, consistente en la realización de una prueba correspondiente al Tema 1, que incluirá un ensayo de tracción a partir del cual el/la estudiante deberá ser capaz de obtener, e interpretar, las propiedades mecánicas de un material. Este ejercicio tendrá siempre carácter eliminatorio si el/la estudiante no obtiene una nota igual o superior a 7, en una escala de 10 puntos (NT), de modo que la calificación de esta P0 sería un cero de no alcanzar la puntuación mínima.

P1: Si el/la estudiante no ha superado la P0, deberá realizar nuevamente un ejercicio correspondiente al ensayo de tracción en la prueba de evaluación progresiva P1, que también tendrá carácter eliminatorio, con los mismos criterios que la P0. Una vez superado el ejercicio del ensayo de tracción el/la estudiante podrá ser evaluado/a en el resto de la prueba P1. Esta prueba versará sobre los contenidos de los temas 1 a 6. Para superar los contenidos del examen P1 se deberá conseguir en el mismo una nota igual o superior a 5 en una escala de 10 (NE1). El aprobado en esta parte P1 se conservará para el examen ordinario y para el examen extraordinario.

P2: Esta prueba versará sobre los contenidos de los temas 7 a 12 y se realizará al finalizar el temario. Todos los/las estudiantes podrán examinarse de esta prueba de evaluación progresiva. Para superar esta prueba deberá obtener una nota igual o superior a 5 en una escala de 10 (NE2). El aprobado en esta parte P2 se conservará para el examen ordinario y para el examen extraordinario.

La nota por evaluación progresiva (NEP) se calcula de la siguiente forma:

$$NEP = 0.45 * NP1 + 0.45 * NP2 + 0.1 * NPL$$

Evaluación por examen final

Los/las estudiantes que no hayan superado el ensayo de tracción y/o la P1 o la P2, se examinarán de la/s parte/s de la asignatura pendientes en un examen final en la convocatoria ordinaria.

Para superar la asignatura por evaluación global (convocatoria ordinaria o extraordinaria) debe obtenerse una calificación mayor o igual a 5, en una escala de 10 puntos, tanto en los contenidos teóricos como en el trabajo

práctico de laboratorio. El ejercicio de ensayo de tracción continuará siendo eliminatorio, con las condiciones descritas en la P0. En los exámenes podrían incluirse además algunas preguntas relacionadas con las prácticas de laboratorio.

La nota por evaluación global se calculará de la siguiente forma:

$$NEF = 0.45 * NP1 + 0.45 * NP2 + 0.1 * NPL$$

En la **convocatoria extraordinaria se mantendrán las partes aprobadas** por curso y/o en la convocatoria ordinaria.

En el caso de estudiantes repetidores/as que hayan superado las prácticas en cursos anteriores no tendrán que volver a realizar dichas prácticas y se conservará la nota obtenida en el curso en el que se realizaron.

En el caso de estudiantes repetidores/as que hayan realizado las prácticas pero no han alcanzado la nota de 5, en una escala de 10, deberán entregar un informe propio de laboratorio en las convocatorias ordinaria y/o extraordinaria hasta obtener la nota de 5 en una escala de 10.

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

NPL = Nota de Prácticas de Laboratorio

NPL1 y NPL2 = Notas de los trabajos de la Práctica de Laboratorio 1 y Práctica de Laboratorio 2

NEP = Nota de la Evaluación Progresiva

NP1 y NP2 = Notas de la evaluación progresiva P1 y evaluación progresiva P2

NEF = Nota Final

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Ciencia de Materiales para Ingenieros. Nuria Martín Piris. Pearson Editorial, 2012.	Bibliografía	
Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales (2 Vol.), William Callister, Ed. Reverté, 2007 (o ediciones posteriores).	Bibliografía	
Introduction to Dislocations, Derek Hull, D.J. Bacon, Butterworth-Heinemann, 2001.	Bibliografía	Complementaria
Mechanical Behavior of Materials, Thomas H. Courtney, McGraw-Hill, 1990.	Bibliografía	Complementaria
Structure of Metals, Charles Barret, Pergamon Press, 1980.	Bibliografía	Consulta
Metals Handbook, ASM International, 10th edition	Bibliografía	Consulta
Plataforma de teleenseñanza Moodle http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales	Recursos web	FUNDAMENTAL: En esta plataforma se incluyen documentos docentes básicos de la asignatura, documentos adicionales y actividades de trabajo personal, así como enlaces de interés. Además se utilizará como método de comunicación y solución de dudas
Guión de Prácticas de laboratorio	Otros	FUNDAMENTAL: El/la estudiante los puede adquirir en la sección de publicaciones de la ETSIAE (UPM)

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Profesorado.

Aparte del profesorado ya indicado, podrá colaborar en las prácticas de laboratorio D^a José Luis Quirós Cuevas.

NOTA: Debido al tamaño de las salas del laboratorio, cada sesión práctica será impartida por 1 profesor a cada grupo de 12 estudiantes como máximo.

Las fechas de estas actividades prácticas del cronograma son orientativas con la información disponible en el momento de aprobación de la guía docente y pueden variar en función del número final de estudiantes matriculados.

Tribunal de la asignatura.

Presidente: Nuria MARTÍN PIRIS

Vocal: Daniel BARBA CANCHO

Secretaria: Laura CÓRDOVA GONZÁLEZ

Suplente: María Esther PALACIOS LORENZO

Observaciones.

ODS: 12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

La comunicación con el profesor se hará preferentemente a través del correo electrónico.

