



## Guía docente

# 300215 - CTM - Ciencia y Tecnología de los Materiales

Última modificación: 19/05/2025

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels

**Unidad que imparte:** 748 - FIS - Departamento de Física.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS AEROESPACIALES (Plan 2015). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2025

**Créditos ECTS:** 6.0

**Idiomas:** Catalán, Castellano, Inglés

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

**Otros:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

## CAPACIDADES PREVIAS

Entre las capacidades previas especialmente relevantes que se requiere de los estudiantes, se incluye la capacidad de realizar operaciones matemáticas para resolver problemas, la comprensión de las leyes generales de la termodinámica y conceptos de termodinámica esenciales como la energía libre de Gibbs, la energía de activación y los procesos activados térmicamente, los procesos controlados por la cinética, etc., y la comprensión de los siguientes conceptos: la relación existente entre la estructura electrónica y las propiedades periódicas de los elementos; las principales características y propiedades físicas y químicas de las cerámicas, metales, y polímeros, en base a su estructura atómica y a los enlaces interatómicos que forman; el concepto de material amorfo y cristalino, monocrystal y policristal (concepto de grano: cómo se forma, límite de grano, etc.); las redes cristalinas de Bravais de los materiales sólidos; cristalográfica: nomenclatura de planos y direcciones, densidad planar, lineal, etc; qué son las imperfecciones de las redes cristalinas (defectos puntuales, de línea -dislocaciones-, superficiales, y volumétricos), cómo funcionan, sus mecanismos, para qué sirven , su relación con la deformación plástica y los procesos irreversibles; campos de tensiones asociados a las imperfecciones, especialmente a las dislocaciones y a los átomos de una solución sólida, y cómo se genera la interacción (atracción, repulsión) consecuencia de esos campos; la difusión atómica en estado sólido (leyes de Fick) y su dependencia con la temperatura; las posibles aplicaciones industriales de la difusión; el proceso de corrosión y las sustancias y materiales potencialmente corrosivos, en función de sus propiedades químicas; y el impacto del fenómeno de corrosión en el sector aeronáutico.

## REQUISITOS

Prerrequisitos:

- haber cursado Ampliación de Matemáticas 2 (2A)
- haber cursado Termodinámica (2A)

## COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

### Específicas:

CE11. CE 11 AERO. Comprender las prestaciones tecnológicas, las técnicas de optimización de los materiales y la modificación de sus propiedades mediante tratamientos. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)

CE18. CE 18 AERO. Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos; los principios básicos del control y la automatización del vuelo; las principales características y propiedades físicas y mecánicas de los materiales. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)

CE19. CE 19 AERO. Conocimiento aplicado de: la ciencia y tecnología de los materiales; mecánica y termodinámica; mecánica de fluidos; aerodinámica y mecánica del vuelo; sistemas de navegación y circulación aérea; tecnología aeroespacial; teoría de estructuras; transporte aéreo; economía y producción; proyectos; impacto ambiental. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)

CE7. CE 7 AERO. Comprender el comportamiento de las estructuras ante las solicitudes en condiciones de servicio y situaciones límite. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)

CE12. CE 12 AERO. Comprender los procesos de fabricación. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)



**Genéricas:**

CG1. (CAST) CG1 - Capacidad para el diseño, desarrollo y gestión en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

CG2. (CAST) CG2 - Planificación, redacción, dirección y gestión de proyectos, cálculo y fabricación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

CG3. (CAST) CG3 - Instalación, explotación y mantenimiento en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

CG4. (CAST) CG4 - Verificación y Certificación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

**Transversales:**

CT6. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 2: Llevar a cabo las tareas encomendadas a partir de las orientaciones básicas dadas por el profesorado, decidiendo el tiempo que se necesita emplear para cada tarea, incluyendo aportaciones personales y ampliando las fuentes de información indicadas.

CT3. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA - Nivel 3: Comunicarse de manera clara y eficiente en presentaciones orales y escritas adaptadas al tipo de público y a los objetivos de la comunicación utilizando las estrategias y los medios adecuados.

CT7. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.

CT4. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 2: Contribuir a consolidar el equipo planificando objetivos, trabajando con eficacia y favoreciendo la comunicación, la distribución de tareas y la cohesión.

CT5. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 2: Despues de identificar las diferentes partes de un documento académico y de organizar las referencias bibliográficas, diseñar y ejecutar una buena estrategia de búsqueda avanzada con recursos de información especializados, seleccionando la información pertinente teniendo en cuenta criterios de relevancia y calidad.

02 SCS N1. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL - Nivel 1: Analizar sistémica y críticamente la situación global, atendiendo la sostenibilidad de forma interdisciplinaria así como el desarrollo humano sostenible, y reconocer las implicaciones sociales y ambientales de la actividad profesional del mismo ámbito.

**Básicas:**

CB1. (CAST) CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CB2. (CAST) CB2 - 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

CB5. (CAST) CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía



## METODOLOGÍAS DOCENTES

---

Las metodologías docentes que se emplearán en la asignatura son las siguientes:

- MD1 – Clase magistral: Presentación de un tema estructurado lógicamente con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo unos criterios adecuados con un objetivo determinado. Esta metodología se centra fundamentalmente en la exposición oral, por parte del profesorado, de los contenidos sobre la materia objeto de estudio.
- MD3 – Práctica de laboratorio: Realización de actividades prácticas para la formación experimental del estudiantado, que implican el uso en laboratorio de técnicas experimentales, equipos e instrumentación de medida propios de una disciplina.
- MD2 – Clase expositiva participativa: Asumiendo las características del método expositivo, la clase expositiva participativa incorpora elementos de participación e intervención del estudiantado mediante actividades de corta duración en el aula, como son las preguntas directas, las exposiciones del estudiantado sobre temas determinados, o la resolución de problemas vinculados con el planteamiento teórico expuesto. También los debates y las presentaciones hechas por el estudiantado.
- MD5 – Trabajo autónomo: Situaciones en que se pide al estudiante que desarrolle las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Esta modalidad da soporte a todas las demás, es decir, el estudiantado va a dedicar una gran parte de su tiempo al trabajo personal para afianzar y completar la información recogida en las clases expositivas y participativas y para completar los problemas, cálculos, informes, etc., que resulten de su actividad en las prácticas de laboratorio y las sesiones de problemas y proyectos con soporte del profesorado.
- MD6 – Trabajo cooperativo: Enfoque interactivo de la organización del trabajo en el aula y fuera de ella, donde el estudiantado es responsable del propio aprendizaje y del aprendizaje de los compañeros en una situación de corresponsabilidad para conseguir objetivos comunes.
- MD7 – Tutoría: Seguimiento del alumno, con la finalidad de abrir un espacio de comunicación, conversación y orientación, donde tenga la posibilidad de revisar y discutir, junto con su tutor, temas que sean de su interés, inquietud, preocupación, así como también para mejorar el rendimiento académico, desarrollar hábitos de estudio, reflexión y convivencia social.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

---

Al finalizar la asignatura, el alumnado deberá ser capaz de:

- Identificar y definir las propiedades mecánicas de los materiales metálicos cristalinos.
- Identificar y definir la relación existente entre las dislocaciones de los materiales cristalinos y el fenómeno de deformación plástica de los mismos.
- Identificar y definir las posibles causas de fallo y rotura de los materiales.
- Identificar y definir las transformaciones de fase que pueden darse en un material.
- Identificar y definir la relación entre la microestructura de un material y sus propiedades mecánicas, y comprender el impacto de los procesos de fabricación en las mismas.
- Identificar y definir las aplicaciones de los materiales, y comprender el proceso de selección de materiales de acuerdo con sus márgenes operativos y sus procesos de producción.
- Identificar y definir las posibles aplicaciones de los materiales compuestos usados en la industria aeroespacial, y sus procesos de producción.
- Realizar simulaciones y cálculos avanzados con los modelos matemáticos correspondientes a los diferentes fenómenos físicos estudiados.
- Utilizar eficientemente equipos e instrumentación para medición de propiedades mecánicas y caracterización de materiales.

Asimismo, se identifican los siguientes resultados esperados del aprendizaje:

- Comprender la estructura y geometría de los materiales, así como sus prestaciones físicas, mecánicas y tecnológicas, y su comportamiento ante solicitudes en condiciones de servicio.
- Comprender las técnicas de optimización de los materiales y la modificación de sus propiedades mediante tratamientos (tratamientos térmicos, etc.).



## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	14,0	9.33
Horas grupo grande	52,0	34.67
Horas aprendizaje autónomo	84,0	56.00

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### Propiedades mecánicas de los materiales metálicos

#### Descripción:

- Introducción
- Conceptos de esfuerzo/tensión, elongación y deformación
- Conceptos de carga a tracción, compresión, flexión y cizalladura
- Análisis del comportamiento elástico de los materiales metálicos cristalinos bajo cargas uniaxiales:
  - o Propiedades elásticas de los materiales: rigidez, resiliencia, etc.
  - o Anelasticidad/viscoelasticidad
- Análisis del comportamiento plástico de los materiales metálicos cristalinos bajo cargas uniaxiales:
  - o Propiedades de los materiales a tracción: límite proporcional y elástico, resistencia a tracción, tenacidad, ductilidad, dureza, etc.
  - o Tensión y deformación real vs. nominal o ingenieril
  - o Fenómeno de recuperación elástica y deformación plástica

#### Actividades vinculadas:

- Actividades de aprendizaje dirigido vinculadas:
  - o Clases magistrales en sesiones de grupo de teoría (MD1)
  - o Planteamiento y resolución de problemas y análisis teóricos en sesiones del grupo de problemas, con discusión en el aula sobre los métodos apropiados de resolución (MD2, MD6)
  - o Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños de alumnos, en sesiones de actividades dirigidas (MD2, MD6, MD7)
  - o Sesión práctica en el laboratorio con la máquina de ensayos universal y el durómetro, en sesión de grupo de laboratorio (MD3)
- Actividades de aprendizaje autónomo vinculadas:
  - o Estudio de los contenidos teóricos impartidos (MD5)
  - o Realización de problemas (MD2, MD5, MD6)
  - o Búsquedas de información y actividades diversas, a requerimiento del profesorado (MD5)
  - o Preparación de los problemas evaluables (MD2, MD5, MD6)
- Actividades evaluables vinculadas:
  - o EV1: Examen parcial
  - o EV2: Examen final
  - o EV3: Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños

#### Dedicación:

25h

Grupo grande/Teoría: 9h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 14h



## Dislocaciones y mecanismos de endurecimiento

### Descripción:

- Introducción
- Dislocaciones y deformación plástica:
  - o Conceptos básicos sobre dislocaciones y deformación plástica
  - o Tipos de dislocaciones y sus características
  - o Deslizamiento de dislocaciones: interacción entre dislocaciones, sistemas de deslizamiento, deslizamiento en mono-cristales, tensión de cizalladura resuelta, etc.
  - o Deformación plástica en materiales metálicos policristalinos
- Mecanismos de endurecimiento de materiales metálicos cristalinos:
  - o Endurecimiento por reducción/refinamiento del tamaño de grano
  - o Endurecimiento por solución sólida
  - o Endurecimiento por deformación (acritud o cold work), e influencia en el diagrama tensión-deformación
- Tratamientos térmicos:
  - o Recuperación
  - o Recristalización
  - o Crecimiento de grano

### Actividades vinculadas:

- Actividades de aprendizaje dirigido vinculadas:
  - o Clases magistrales en sesiones de grupo de teoría (MD1)
  - o Planteamiento y resolución de problemas y análisis teóricos en sesiones del grupo de problemas, con discusión en el aula sobre los métodos apropiados de resolución (MD2, MD6)
  - o Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños de alumnos, en sesiones de actividades dirigidas (MD2, MD6, MD7)
  - o Sesión práctica en el laboratorio con la máquina de ensayos universal y el durómetro, en sesión de grupo de laboratorio (MD3)
- Actividades de aprendizaje autónomo vinculadas:
  - o Estudio de los contenidos teóricos impartidos (MD5)
  - o Realización de problemas (MD2, MD5, MD6)
  - o Búsquedas de información y actividades diversas, a requerimiento del profesorado (MD5)
  - o Preparación de los problemas evaluables (MD2, MD5, MD6)
- Actividades evaluables vinculadas:
  - o EV1: Examen parcial
  - o EV2: Examen final
  - o EV3: Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños

### Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 14h



## Fallo de los materiales y rotura

### Descripción:

- Introducción
- Fractura/rotura:
  - o Fundamentos de fractura: fractura dúctil vs. fractura frágil
  - o Fractografía
  - o Materiales teóricos vs. materiales reales
- Fallo o rotura por fatiga:
  - o Tensiones cíclicas u oscilantes: valor medio, intervalo de tensiones, amplitud de la tensión y cociente de tensiones
  - o Ensayos de fatiga convencionales
  - o Curva S-N: curva de vida a fatiga
  - o Proceso de rotura por fatiga: iniciación/nucleación y propagación de la grieta, y velocidad de propagación de la grieta
  - o Factores que afectan a la fatiga y mejora de la vida a fatiga
- Fallo por fluencia (termofluencia, fluencia en caliente o creep):
  - o Comportamiento bajo fluencia en caliente: etapas de la fluencia
  - o Mecanismos responsables de la fluencia
  - o Parámetros de diseño para buen comportamiento a fluencia
  - o Influencia de la tensión y de la temperatura en la fluencia
  - o Otros factores que influyen en el comportamiento a fluencia
  - o Estado del arte:  $\theta$  Projection Concept o  $\theta$  methodology
  - o Aleaciones para utilización a temperaturas elevadas

### Actividades vinculadas:

- Actividades de aprendizaje dirigido vinculadas:
  - o Clases magistrales en sesiones de grupo de teoría (MD1)
  - o Planteamiento y resolución de problemas y análisis teóricos en sesiones del grupo de problemas, con discusión en el aula sobre los métodos apropiados de resolución (MD2, MD6)
  - o Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños de alumnos, en sesiones de actividades dirigidas (MD2, MD6, MD7)
  - o Sesión práctica en el laboratorio con la máquina de ensayos universal y el durómetro, en sesión de grupo de laboratorio (MD3)
- Actividades de aprendizaje autónomo vinculadas:
  - o Estudio de los contenidos teóricos impartidos (MD5)
  - o Realización de problemas (MD2, MD5, MD6)
  - o Búsquedas de información y actividades diversas, a requerimiento del profesorado (MD5)
  - o Preparación de los problemas evaluables (MD2, MD5, MD6)
- Actividades evaluables vinculadas:
  - o EV1: Examen parcial
  - o EV2: Examen final
  - o EV3: Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños

### Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 14h



## Diagramas de fases

### Descripción:

- Introducción
- Definiciones y conceptos fundamentales sobre diagramas de fases:
  - o Límite de solubilidad: línea de solvus y liquidus
  - o Concepto de componente, fase, micro-constituyente, sistema monofásico, mezcla, etc.
  - o Equilibrio de fase: sistemas en equilibrio vs. sistemas fuera del equilibrio (fases estables vs. fases metaestables)
- Diagramas de fases en equilibrio:
  - o Sistemas unitarios
  - o Sistemas isomórficos binarios (reglas de solubilidad): microestructura y propiedades en los diferentes campos de fases
  - o Sistemas eutécticos binarios: microestructura y propiedades en los diferentes campos de fases; hipoeutéctico vs. hipereutéctico
  - o Línea de reparto y regla de la palanca
  - o Diagramas con fases intermedias y compuestos intermetálicos
  - o Reacción eutéctica, eutectoide, peritéctica y peritectoide
  - o Transformaciones de fase congruentes e incongruentes
  - o La regla de las fases de Gibbs
- Aceros: el sistema hierro-carbono (hierro-cementita):
  - o Diagrama de fases hierro-carbono (hierro-carburo de hierro)
  - o Reacción eutectoide (formación de perlita)
  - o Aceros eutectoides, hipoeutectoides e hipereutectoides
  - o Microestructuras en aleaciones hierro-carbono, y propiedades de las mismas

### Actividades vinculadas:

- Actividades de aprendizaje dirigido vinculadas:
  - o Clases magistrales en sesiones de grupo de teoría (MD1)
  - o Planteamiento y resolución de problemas y análisis teóricos en sesiones del grupo de problemas, con discusión en el aula sobre los métodos apropiados de resolución (MD2, MD6)
  - o Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños de alumnos, en sesiones de actividades dirigidas (MD2, MD6, MD7)
  - o Sesión práctica en el laboratorio con la máquina de ensayos universal y el durómetro, en sesión de grupo de laboratorio (MD3)
- Actividades de aprendizaje autónomo vinculadas:
  - o Estudio de los contenidos teóricos impartidos (MD5)
  - o Realización de problemas (MD2, MD5, MD6)
  - o Búsquedas de información y actividades diversas, a requerimiento del profesorado (MD5)
  - o Preparación de los problemas evaluables (MD2, MD5, MD6)
- Actividades evaluables vinculadas:
  - o EV2: Examen final
  - o EV3: Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños
  - o EV4: Control

### Dedicación: 19h

Grupo grande/Teoría: 6h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 11h



## Transformaciones de fase

### Descripción:

- Introducción
- Transformaciones de fase:
  - o Conceptos fundamentales: tipos de transformaciones: simples difusiones, transformaciones de nucleación y crecimiento, y transformaciones martensíticas
  - o Cinética de reacciones en estado sólido: modelo JMAK (Avrami), velocidad de reacción, índice de Avrami, y gráfico de Arrhenius
  - o Transformaciones multifase
- Relación entre tratamientos térmicos aplicados, evolución de la microestructura y propiedades mecánicas, para aleaciones de aluminio típicamente aeronáuticas:
  - o Secuencias de precipitación en aleaciones de aluminio: zonas de Guinier-Preston, fases metaestables y fases de equilibrio
  - o Concepto de precipitados coherentes e incoherentes
- Relación entre tratamientos térmicos aplicados, evolución de la microestructura y propiedades mecánicas, para aleaciones de hierro y carbono (en particular, aceros):
  - o Diagramas de transformación-tiempo-temperatura (TTT)
  - o Transformaciones y microestructuras fuera del equilibrio (metaestables): formación de perlita gruesa, perlita fina, bainita, esferoidita, martensita y martensita revenida

### Actividades vinculadas:

- Actividades de aprendizaje dirigido vinculadas:
  - o Clases magistrales en sesiones de grupo de teoría (MD1)
  - o Planteamiento y resolución de problemas y análisis teóricos en sesiones del grupo de problemas, con discusión en el aula sobre los métodos apropiados de resolución (MD2, MD6)
  - o Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños de alumnos, en sesiones de actividades dirigidas (MD2, MD6, MD7)
  - o Sesión práctica en el laboratorio con la máquina de ensayos universal y el durómetro, en sesión de grupo de laboratorio (MD3)
- Actividades de aprendizaje autónomo vinculadas:
  - o Estudio de los contenidos teóricos impartidos (MD5)
  - o Realización de problemas (MD2, MD5, MD6)
  - o Búsquedas de información y actividades diversas, a requerimiento del profesorado (MD5)
  - o Preparación de los problemas evaluables (MD2, MD5, MD6)
- Actividades evaluables vinculadas:
  - o EV2: Examen final
  - o EV3: Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños
  - o EV4: Control

### Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 14h



## Aleaciones metálicas

### Descripción:

- Introducción
  - Contenidos sobre la relación entre los materiales y la sostenibilidad en el transporte aéreo: Se explica el impacto de los materiales en la reducción del peso de la estructura del avión y el incremento de la eficiencia de los motores reactores, que resultan en reducción de consumo de combustible, etc. También, se habla de los recursos finitos del planeta en relación a materiales, y su coste. Por último, proporcionamos muchos artículos relacionados con sostenibilidad en el sector aeronáutico.
  - Técnicas de conformación metálica:
    - Hechurado: forja, laminación, extrusión y trefilado
    - Moldeo en arena, moldeo en coquilla y moldeo a la cera perdida
    - Otras técnicas: sinterizado/pulvimetallurgia y soldadura
  - Aleaciones férreas:
    - Clasificación de las aleaciones férreas
    - Propiedades de aceros bajos, medios y altos en carbono
    - Nomenclatura de aceros
    - Fundiciones: fundición gris, fundición dúctil (esferoidal), fundición blanca y fundición maleable
  - Aleaciones no férreas:
    - Aleaciones de aluminio: nomenclatura de aleaciones de aluminio, familias de aleaciones, tratamientos, Alclad, y aplicaciones estructurales en el sector aeroespacial
    - Aleaciones de titanio
    - Aleaciones de magnesio
    - Aleaciones de berilio
    - Comparativa de propiedades de aleaciones ligeras en aeronáutica
    - Superalleaciones de níquel y cobalto

### Actividades vinculadas:

- Actividades de aprendizaje dirigido vinculadas:
  - Clases magistrales en sesiones de grupo de teoría (MD1)
  - Planteamiento y resolución de problemas y análisis teóricos en sesiones del grupo de problemas, con discusión en el aula sobre los métodos apropiados de resolución (MD2, MD6)
  - Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños de alumnos, en sesiones de actividades dirigidas (MD2, MD6)
  - Sesión práctica en el laboratorio con la máquina de ensayos universal y el durómetro, en sesión de grupo de laboratorio (MD3)
- Actividades de aprendizaje autónomo vinculadas:
  - Estudio de los contenidos teóricos impartidos (MD5)
  - Realización de problemas (MD2, MD5, MD6)
  - Búsquedas de información y actividades diversas, a requerimiento del profesorado (MD5)
  - Preparación de los problemas evaluables (MD2, MD5, MD6)
- Actividades evaluables vinculadas:
  - EV2: Examen final
  - EV3: Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños
  - EV4: Control

### Dedicación: 12h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 6h



## Materiales compuestos (composites)

### Descripción:

- Introducción
- Conceptos fundamentales de materiales compuestos:
  - o Definición de materiales compuestos
  - o Acción sustancial y acción estructural
  - o Concepto de matriz y refuerzo, y materiales habituales
  - o Factores que determinan las propiedades mecánicas
- Métodos de fabricación de materiales compuestos:
  - o Selección del método de fabricación más conveniente
  - o Clasificación de los métodos de fabricación de composites
  - o Descripción y características de cada método
- Clasificación de materiales compuestos:
  - o Clasificación según material de la matriz
  - o Clasificación según forma o material del refuerzo
- Materiales compuestos reforzados con fibras:
  - o Función de la matriz y función del refuerzo
  - o Propiedades mecánicas: influencia del tipo de fibra y de la longitud y orientación de la fibra
  - o Materiales compuestos laminados: concepto de secuencia de apilamiento, recomendaciones y su impacto en las propiedades
  - o Propiedades mecánicas de laminados: Rule of mixtures
- Materiales compuestos reforzados con partículas
- Contenidos sobre la relación entre los materiales y la sostenibilidad en el transporte aéreo: aspectos sobre mantenimiento aeronáutico, refuerzo/reparación de estructuras, ahorro de material/coste y circularidad de los materiales (polímeros termoplásticos vs termoestables)
- Materiales compuestos estructurales:
  - o Soluciones tradicionales para rigidización de estructuras delgadas
  - o Paneles sándwich
  - o Paneles sándwich con núcleo de panal de abeja (honeycomb core)

### Actividades vinculadas:

- Actividades de aprendizaje dirigido vinculadas:
  - o Clases magistrales en sesiones de grupo de teoría (MD1)
  - o Planteamiento y resolución de problemas y análisis teóricos en sesiones del grupo de problemas, con discusión en el aula sobre los métodos apropiados de resolución (MD2, MD6)
  - o Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños de alumnos, en sesiones de actividades dirigidas (MD2, MD6, MD7)
- Actividades de aprendizaje autónomo vinculadas:
  - o Estudio de los contenidos teóricos impartidos (MD5)
  - o Realización de problemas (MD2, MD5, MD6)
  - o Búsquedas de información y actividades diversas, a requerimiento del profesorado (MD5)
  - o Preparación de los problemas evaluables (MD2, MD5, MD6)
- Actividades evaluables vinculadas:
  - o EV2: Examen final
  - o EV3: Problemas evaluables realizados en clase en grupos pequeños
  - o EV4: Control

### Dedicación: 19h

Grupo grande/Teoría: 6h

Actividades dirigidas: 2h

Aprendizaje autónomo: 11h



## ACTIVIDADES

### EV1 - EXAMEN PARCIAL

**Descripción:**

- Entre los diferentes actos de evaluación individual del alumnado, se encuentra la realización de un examen parcial de 2h de duración a mitad de cuatrimestre
- Mediante este examen, se evaluará el aprendizaje de los contenidos de la asignatura correspondientes a la primera mitad del cuatrimestre: contenidos #1, #2 y #3
- El examen se compone de una parte con unas 20 preguntas tipo test y otra con entre dos y cuatro problemas relacionados con los contenidos teóricos y prácticos desarrollados en clase y en el laboratorio
- Cada parte del examen (preguntas tipo test, por un lado, y problemas, por el otro) supone aprox. un 50% de la nota total del examen

**Objetivos específicos:**

- Comprobación por parte del profesorado del nivel de aprendizaje dirigido y autónomo alcanzado por el/la estudiante durante la primera mitad de cuatrimestre
- Se pretenden evaluar también con qué nivel se ha adquirido las siguientes competencias del grado a las que contribuye la asignatura:
  - Básicas: CB1 y CB5
  - Genéricas: CG1, CG2, CG3 y CG4
  - Transversales: CT5 y CT6
  - Específicas: CE11, CE18 y CE19

**Material:**

- Calculadora, regla, lápiz, goma, bolígrafo, escuadra y cartabón
- Documentación suministrada por el profesorado al principio o durante la prueba

**Entregable:**

- El alumnado debe resolver, presencialmente y de forma individual, las preguntas y problemas planteados
- Al finalizar el tiempo disponible para la realización del examen, el/la estudiante debe entregar las respuestas a las preguntas tipo test y las resoluciones de los problemas
- Sobre la nota del examen parcial (EV1), alrededor de un 50% proviene de las preguntas tipo test (las preguntas respondidas incorrectamente restan  $1/(N-1)$  puntos, siendo N el número de opciones posibles en el test) y el 50% restante proviene de los problemas
- EV1 corresponde a un 32.5% de la nota global de la asignatura

**Dedicación:** 2h

Grupo grande/Teoría: 2h



### EV3 - PROBLEMAS EVALUABLES REALIZADOS EN CLASE

**Descripción:**

- Entre los diferentes actos de evaluación del trabajo en grupo o cooperativo del alumnado, se encuentra la realización de problemas evaluables en clase
- En esta actividad, los/las estudiantes, en grupos de dos, resolverán problemas sobre los diferentes contenidos de la asignatura, durante la sesión semanal de actividades dirigidas, exceptuando las dos semanas que hay sesión de prácticas en laboratorio
- La actividad puede consistir, por ejemplo, en resolver problemas sobre propiedades mecánicas de los materiales, dislocaciones y mecanismos de endurecimiento, fallo de los materiales y rotura, diagramas y transformaciones de fases, materiales compuestos, etc.
- Los/las estudiantes podrán ser tutorizados y ayudados por el profesorado antes y durante la realización de los problemas

**Objetivos específicos:**

- Comprobación por parte del profesorado del nivel de aprendizaje dirigido y autónomo alcanzado por el/la estudiante, sobre los diferentes contenidos teóricos y prácticos vistos en la asignatura, y su capacidad de trabajo en grupo y cooperativo
- Se pretenden evaluar también con qué nivel se ha adquirido las siguientes competencias del grado a las que contribuye la asignatura:
  - o Básicas: CB1, CB2 y CB5
  - o Genéricas: CG1, CG2, CG3 y CG4
  - o Transversales: CT4, CT5 y CT6
  - o Específicas: CE11, CE18 y CE19

**Material:**

- Regla, lápiz, goma, bolígrafo, escuadra y cartabón
- Calculadora u ordenador con internet y/o software adecuado
- Documentación suministrada por el profesorado antes, al principio o durante la prueba, y/o documentación obtenida por el/la estudiante (p.ej., apuntes de clase, presentaciones de clase, libros y otras referencias, exceptuando las soluciones a los problemas que puedan haber preparado previamente)

**Entregable:**

- El alumnado debe resolver, presencialmente en grupos de dos, las preguntas y problemas planteados
- Al finalizar el tiempo disponible para la realización de los problemas, el grupo debe entregar al profesorado las resoluciones de los mismos
- La nota promedio de los problemas evaluables (EV3) corregidos por el profesorado corresponde a un 15% de la nota global de la asignatura

**Dedicación:** 10h

Grupo pequeño/Laboratorio: 10h



## EV4 - CONTROL

### Descripción:

- Entre los diferentes actos de evaluación individual del alumnado, se encuentra la realización de un control de 1 h de duración
- La parte de teoría evaluada en el examen final suele ser donde se obtienen un peor rendimiento académico. Este control pretende ayudar al estudiantado a reforzar los contenidos teóricos y a preparar mejor el examen final de la asignatura
- En el control se evaluará principalmente el aprendizaje de los contenidos de la asignatura correspondientes a la segunda mitad del cuatrimestre: contenidos #4, #5, #6 y #7. Dado que los contenidos teóricos de la segunda parte de la asignatura se basan en los contenidos de la primera parte, estos contenidos (#1, #2 y #3) son nuevamente evaluados en el control
- Además, en el control se podrán evaluar contenidos asociados a los dos ensayos experimentales demostrativos realizados en el laboratorio
- El control se compone de preguntas de contenido teórico, con formato preferiblemente de tipo test, aunque esto puede verse sujeto a cambios si el profesorado de la asignatura lo estima oportuno
- El control se realizará en la última o penúltima semana de docencia del curso

### Objetivos específicos:

- Comprobación por parte del profesorado del nivel de aprendizaje dirigido y autónomo alcanzado por el/la estudiante, sobre algunos de contenidos teóricos vistos en la asignatura, y su capacidad de trabajo autónomo
- Se pretenden evaluar también con qué nivel se ha adquirido las siguientes competencias del grado a las que contribuye la asignatura:
  - Básicas: CB1, CB2 y CB5
  - Transversales: CT5, CT6, y CT7
  - Específicas: CE11, CE18 y CE19

### Material:

- Calculadora, regla, lápiz, goma, bolígrafo, escuadra y cartabón
- Documentación suministrada por el profesorado al principio o durante la prueba

### Entregable:

- El alumnado debe resolver, presencialmente y de forma individual, las preguntas teóricas que se le plantean en el control
- Al finalizar el tiempo disponible para la realización del control, el/la estudiante debe entregar sus hojas de respuesta
- Cuando las preguntas estén en formato test, cada respuesta correcta sumará 1 punto. Las preguntas incorrectas restarán  $1/(n-1)$  puntos, siendo n el número de opciones posibles en el test. La nota total del control se calculará escalando la suma de la puntuación de todas las preguntas respondidas con el número total de preguntas
- Todas las pruebas evaluables de la asignatura son revisables. Una vez facilitada la plantilla de corrección, el estudiantado dispone de unos días hábiles para revisar su examen junto al profesorado y poder mejorar así su preparación del examen final
- Se espera que la realización de este control preparatorio incentive al alumnado a tener actualizado el estudio de la teoría, y lo ayude igualmente a mejorar su rendimiento en el examen final
- La nota del control (EV4) corresponde a un 13% de la nota global de la asignatura

### Dedicación: 1h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h



## EV2 - EXAMEN FINAL

### Descripción:

- Entre los diferentes actos de evaluación individual del alumnado, se encuentra la realización de un examen final de 2h de duración a final de cuatrimestre
- Mediante este examen, se evaluará el aprendizaje de todos los contenidos de la asignatura, pero especialmente los correspondientes a la segunda mitad del cuatrimestre: contenidos #4, #5, #6 y #7, mostrados en la Sección 2.2.6
- El examen se compone de una parte con unas 20 preguntas tipo test y otra con entre dos y cuatro problemas relacionados con los contenidos teóricos y prácticos desarrollados en clase y en el laboratorio
- Cada parte del examen (preguntas tipo test, por un lado, y problemas, por el otro) supone aprox. un 50% de la nota total del examen

### Objetivos específicos:

- Comprobación por parte del profesorado del nivel de aprendizaje dirigido y autónomo alcanzado por el/la estudiante durante todo el cuatrimestre, con especial atención a la segunda mitad de cuatrimestre
- Se pretenden evaluar también con qué nivel se ha adquirido las siguientes competencias del grado a las que contribuye la asignatura:
  - Básicas: CB1 y CB5
  - Genéricas: CG1, CG2, CG3 y CG4
  - Transversales: CT5 y CT6
  - Específicas: CE11, CE18 y CE19

### Material:

- Calculadora, regla, lápiz, goma, bolígrafo, escuadra y cartabón
- Documentación suministrada por el profesorado al principio o durante la prueba

### Entregable:

- El alumnado debe resolver, presencialmente y de forma individual, las preguntas y problemas planteados
- Al finalizar el tiempo disponible para la realización del examen, el/la estudiante debe entregar las respuestas a las preguntas tipo test y las resoluciones de los problemas
- Sobre la nota del examen final (EV2), alrededor de un 50% proviene de las preguntas tipo test (las preguntas respondidas incorrectamente restan  $1/(N-1)$  puntos, siendo N el número de opciones posibles en el test) y el 50% restante proviene de los problemas
- EV2 corresponde a un 32.5% de la nota global de la asignatura

### Dedicación: 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Se aplicarán los criterios de evaluación definidos en la infoweb de la asignatura.



## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

---

Las normas de realización de las pruebas de evaluación o actividades evaluables serán las siguientes:

- En la medida de lo posible, las fechas de las diferentes actividades evaluables y la entrega de los correspondientes informes, trabajos, o problemas evaluables, serán notificadas al alumnado al comienzo del curso o, si no fuera posible, serán notificadas con la mayor antelación posible, así como cualquier modificación en las mismas, con objeto de que el alumnado pueda preparar las pruebas de evaluación o actividades evaluables adecuadamente.
- Para la realización de las pruebas o actividades explicadas en la sección anterior, es necesario disponer del material de apoyo adecuado previamente señalado por el profesorado.
- Los retrasos en la entrega de informes, trabajos, problemas evaluables, etc., conllevarán la correspondiente penalización sobre la nota de la actividad entregada con retraso.
- El plagio en las actividades evaluables, si estas suponen un porcentaje significativo de la nota final, supone una nota de cero en dicha actividad y en la nota global de la asignatura.
- La asistencia a ciertas sesiones (en especial, a las dos prácticas de laboratorio) es obligatoria. Sólo se admitirán las ausencias por causa mayor debidamente justificadas.
- En las prácticas en el laboratorio se debe observar las normas básicas de seguridad e higiene.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- ASM handbook. Vol. 9, Metallography and microstructures. 9th ed. Metals Park, Ohio: American Society for Metals, [1978-1989?]. ISBN 0871700158.
- Callister, William D.; Rethwisch, David G. Fundamentals of materials science and engineering : an integrated approach. 3th ed. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 2008. ISBN 9780470234631.
- Shackelford, James F.; Güemes, Alfredo; Martín Comas, Núria. Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros [en línea]. 6<sup>a</sup> ed. Madrid [etc.]: Prentice Hall, c2005 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: [https://www-ingebok-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=1258](https://www-ingebok-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1258). ISBN 8420544515.
- Smith, William F.; Hashemi, Javad; Nagore Cázares, Gabriel. Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales [en línea]. 4a ed. México [etc.]: McGraw-Hill, 2006 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: [https://www-ingebok-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=5732](https://www-ingebok-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=5732). ISBN 9701056388.
- Callister, William D.; Rethwisch, David G. Materials science and engineering : an introduction. 7th ed. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 2007. ISBN 0471736961.

### Complementaria:

- Buerger, Martin J. Elementary crystallography : an introduction to the fundamental geometrical features of crystals. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1978.
- Ebbing, Darrell D.; Gammon, Steven D.; Ragsdale, Ronald O. Essentials of general chemistry. 2a ed. Boston: Houghton Mifflin, 2006. ISBN 0618491759.
- Weertman, Johannes; Weertman, Julia R. Elementary dislocation theory. New York: Oxford University Press, 1992. ISBN 0195069005.
- Porter, David A.; Easterling, K.E.; Sherif, Mohamed Y. Phase transformations in metals and alloys. 3a ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. ISBN 9781420062106.
- Glicksman, M. E. Diffusion in solids : field theory, solid-state principles, and applications. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 2000. ISBN 9780471239727.
- Okamoto, H. Desk handbook : phase diagrams for binary alloys. Materials Park, OH: ASM International, 2000. ISBN 0871706822.
- Dieter, George Ellwood; Bacon, David. Mechanical metallurgy. SI metric ed. / adapted by David Bacon. London [etc.]: McGraw-Hill Book Company, 1988. ISBN 0071004068.
- Hull, Derek; Clyne, T. W. An Introduction to composite materials [en línea]. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 1996 [Consulta: 09/12/2021]. Disponible a: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139170130>. ISBN 0521381908.
- Strong, A. Brent. Fundamentals of composites manufacturing : materials, methods, and applications. 2nd ed. Dearborn, Michigan: Society of Manufacturing Engineers, 2008. ISBN 9780872638549.
- Wulpi, Donald J. Understanding how components fail. 2nd ed. Materials Park, OH: ASM International, 1999. ISBN 9780871706317.
- Courtney, Thomas H. Mechanical behavior of materials. 2nd ed. Long Grove, Illinois: Waveland, 2000. ISBN 9781577664253.
- Gibson, Ronald F. Principles of composite material mechanics. Fourth edition. Boca Raton: CRC Press, [2016]. ISBN 9781498720694.
- Hyer, M. W; White, Scott R. Stress analysis of fiber-reinforced composite materials. Lancaster, Pennsylvania: DEStech, 2009. ISBN



9781932078862.

## RECURSOS

---

### Enlace web:

- atenea.upc.edu

### Otros recursos:

A continuación, se listan otros recursos que se podrán emplear en la asignatura:

- Presentaciones de las clases magistrales en formato pdf o power point
- Guiones o enunciados de diferentes actividades, como son los problemas evaluables a realizar en las sesiones de actividades dirigidas o prácticas de laboratorio
- Material multimedia, como fotos o videos, creado ad hoc u obtenido o disponible en internet
- Software y material de apoyo diverso en formato impreso o digital