



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



Centro  
Universitario  
de la Defensa

# Guía docente de la asignatura Ciencia de Materiales

**Titulación: Grado en Ingeniería de Organización Industrial**

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	<b>Ciencia de Materiales</b>				
<b>Materia*</b>	Ciencia de Materiales				
<b>Módulo*</b>	Materias comunes a la rama industrial				
<b>Código</b>	511102002				
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería de Organización Industrial				
<b>Plan de estudios</b>	2009 (Decreto 269/2009 de 31 de julio)				
<b>Centro</b>	Centro Universitario de la Defensa en la Academia General del Aire				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>	1 <sup>er</sup> Cuatrimestre	<b>Cuatrimestre</b>	1 <sup>º</sup>	<b>Curso</b>	2 <sup>º</sup>
<b>Idioma</b>	Español				
<b>ECTS</b>	4,5	<b>Horas / ECTS</b>	25	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	112,5

\* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Gimeno Bellver, Fernando José		
<b>Departamento</b>	Ingeniería y Técnicas Aplicadas		
<b>Área de conocimiento</b>	Ciencia de materiales		
<b>Ubicación del despacho</b>	34 (CUD)		
<b>Teléfono</b>	968 189938	<b>Fax</b>	968188780
<b>Correo electrónico</b>	fernando.gimeno@ cud.upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="https://aulavirtual.upct.es/">https://aulavirtual.upct.es/</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Martes y jueves de 16 a 18 o solicitar hora		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 34 del CUD		

<b>Titulación</b>	Ingeniero Industrial y Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Zaragoza en 2009. Profesor a tiempo completo en el CUD de San Javier
<b>Vinculación con CUD-UPCT</b>	Profesor Contratado Doctor en centro adscrito
<b>Año de ingreso en CUD-UPCT</b>	2012
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	0
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Materiales cerámicos avanzados y funcionales. Corrosión en metales. Protección frente a impactos.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	0
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Profesor e investigador a tiempo completo en el Centro Universitario de la Defensa de San Javier. Anteriormente en el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (Universidad de Zaragoza / CSIC) como doctorando y becario investigador.
<b>Otros temas de interés</b>	

<b>Profesor</b>	Teresa Ewa Gumula
-----------------	-------------------

<b>Departamento</b>	Ingeniería y Técnicas Aplicadas		
<b>Área de conocimiento</b>	Ciencia de materiales		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 03 del CUD		
<b>Teléfono</b>	2931	<b>Fax</b>	968188780
<b>Correo electrónico</b>	teresa.gumula@ cud.upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="https://aulavirtual.upct.es/">https://aulavirtual.upct.es/</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Lunes: de 12.50 a 14.00 Martes, jueves: de 12.35 a 14.00 Se recomienda cita previa por e-mail		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 31 del CUD		

<b>Titulación</b>	Ingeniera de Materiales (2000) y Doctora en Ciencias Técnicas (2005) - AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics, Cracovia, Polonia.
<b>Vinculación con CUD-UPCT</b>	Profesor Ayudante Doctor en centro adscrito
<b>Año de ingreso en CUD-UPCT</b>	
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	La principal línea de investigación es materiales compuestos para diferentes aplicaciones en industria y medicina
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Anteriormente: profesora e investigadora a tiempo completo en AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics, Cracovia, Polonia
<b>Otros temas de interés</b>	

<b>Profesor</b>	Óscar de Francisco Ortiz
<b>Departamento</b>	Ingeniería y Técnicas Aplicadas

<b>Área de conocimiento</b>	Ciencia de materiales		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 03 del CUD		
<b>Teléfono</b>	2918	<b>Fax</b>	968188780
<b>Correo electrónico</b>	oscar.defrancisco@ cud.upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="https://aulavirtual.upct.es/">https://aulavirtual.upct.es/</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Lunes: de 12.50 a 14.00 Martes, jueves: de 12.35 a 14.00 Se recomienda cita previa por e-mail		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 03 del CUD		

<b>Titulación</b>	Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Cartagena. Profesor a tiempo completo en el CUD de San Javier.
<b>Vinculación con CUD-UPCT</b>	Profesor Ayudante a tiempo completo en el CUD de San Javier
<b>Año de ingreso en CUD-UPCT</b>	2017
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Micromecanizado Taladrado de precisión Fabricación avanzada Mecanizado con láser Posicionamiento preciso mediante cámara-pantalla y visión Artificial
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Investigador en Fraunhofer Institute IPA, Stuttgart (Alemania) Project Manager en la División Aeronáutica de Mtorres Diseños Industriales Director de Producción en División Aeronáutica de Mecánicas Bolea Key Sector Manager Aeronautics Division en Segula Technologies Sales Project Manager en CTI Systems, Luxemburgo.
<b>Otros temas de interés</b>	Impresión aditiva Drones

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura “Ciencia de Materiales” introduce al alumno al estudio del comportamiento de los materiales y la relación existente entre las propiedades del material y su estructura. Su importancia reside en que los materiales forman la totalidad de lo que nos rodea en la vida cotidiana, y su comprensión es básica en la mejora y el avance tecnológico, como podría ser, por ejemplo en la industria aeroespacial, la búsqueda de materiales ligeros que resistan altas temperaturas bajo tensión, o, a nivel histórico, comprender las causas del fallo catastrófico en servicio de navíos o piezas de artillería. También es esencial para una correcta selección de los materiales, teniendo en cuenta sus propiedades, como resistencia, densidad o coste, adaptándolos a las necesidades de una aplicación concreta.

En esta asignatura:

- Se exponen las propiedades de los materiales, como base del estudio de sus características y posibles aplicaciones.
- Se aborda una clasificación de los materiales sólidos en metálicos, cerámicos y poliméricos, centrándose en los materiales más comunes en aeronáutica como el acero y sus aleaciones, las aleaciones del aluminio y las aleaciones basadas en titanio. También se introducirán las propiedades generales de las cerámicas y polímeros, así como de los materiales compuestos y estructurados.
- Se establece la relación entre los procesos de fabricación y la estructura de los materiales, y entre esta estructura y sus propiedades mecánicas.

Se explican los métodos de ensayos para la obtención experimental de las propiedades mecánicas y de servicio de los diferentes tipos de materiales.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

En esta asignatura se profundiza en los conceptos teóricos y aplicados sobre la estructura atómica de los materiales en estado sólido, y su relación con las propiedades mecánicas macroscópicas.

Contribuye a desarrollar competencias como el análisis de problemas basados en datos experimentales y requisitos restrictivos, la comprensión de los fundamentos de la relación procesado-microestructura-propiedades de los materiales, como base de una correcta selección de materiales para diversas aplicaciones.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Esta asignatura no tiene requisitos previos obligatorios, pero se recomienda haber cursado y aprobado las asignaturas de primer curso “Química” y “Física”. En especial es necesario conocer, como base de partida, la estructura de la materia, la teoría atómica, los enlaces interatómicos e intermoleculares y las reacciones de oxidación-reducción. Conviene tener un buen conocimiento de las magnitudes físicas y químicas y sus relaciones. También es recomendable poseer un nivel de conocimientos de inglés suficiente para comprender textos científico-técnicos o vídeos divulgativos.

Los conocimientos en esta asignatura son importantes para comprender en cursos posteriores los contenidos de otras materias como “Tecnología del Medio Ambiente”, “Resistencia de Materiales” o “Ingeniería de Sistemas de Producción”

#### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen incompatibilidades.

### **3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura**

No existen requisitos previos para cursar la asignatura.

### **3.6. Medidas especiales previstas**

Se adoptarán medidas especiales que permitan simultanear los estudios de la asignatura con las actividades de formación militar y aeronáutica. En especial, la evaluación de competencias y el seguimiento de los alumnos y alumnas durante el curso se realizarán mediante el trabajo y aportación en clase, ejercicios y prácticas y los controles de evaluación sumativa. El alumno que, por necesidades específicas, necesite alguna medida especial, deberá comunicarlo a los profesores, para que se pueda adaptar la metodología y el seguimiento.

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

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

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG2. Aplicar las tecnologías generales y las materias fundamentales en el ámbito industrial para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CE9. Manejar los fundamentos de ciencia, tecnología y química de materiales.

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CT3. Aprender de forma autónoma

### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

El estudiante, para superar la asignatura, deberá:

- 1) Conocer y ser capaz de describir las propiedades de los materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos.
- 2) Obtener criterios diferenciadores para la clasificación de materiales dentro de una de las familias teniendo en cuenta su microestructura y su relación con las propiedades mecánicas.
- 3) Interpretar los diagramas de fases, en especial el diagrama hierro-carbono, y relacionar las propiedades mecánicas con la composición los tratamientos térmicos aplicados.
- 4) Estar al corriente de las principales aleaciones del acero, del aluminio y del titanio, sus propiedades y sus aplicaciones en aeronáutica.
- 5) Conocer las propiedades mecánicas de los materiales cerámicos, poliméricos y compuestos. Comprender la importancia de la anisotropía en las propiedades.
- 6) Relacionar las propiedades de materiales no estudiados con la microestructura que presentan.
- 7) Describir e interpretar los resultados de los diversos sistemas de ensayo de muestras y estructuras.

Deducir y utilizar criterios de selección de materiales en función de las características requeridas por la aplicación.

**\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Microestructura de materiales.  
Propiedades y aplicaciones de materiales metálicos, poliméricos, cerámicos y compuestos.  
Tratamientos de Materiales.  
Ensayos e inspección de materiales.  
Normativa.  
Selección de materiales.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### **Unidad 1: Estructuras cristalinas y sus imperfecciones.**

**Tema 1.1:** Celdilla unidad – Estructuras y sistemas cristalinos – Monocristales y policristales – Sólidos amorfos – Anisotropía

**Tema 1.2:** Defectos e imperfecciones – Vacantes – Impurezas – Defectos lineales – Defectos interfaciales y volúmicos.

**Tema 1.3:** Difusión atómica.

#### **Unidad 2: Caracterización de las propiedades mecánicas y su relación con la microestructura. Ensayos mecánicos.**

**Tema 2.1:** Esfuerzo y deformación – Ensayos de tracción – Comportamiento elástico – Factores de seguridad.

**Tema 2.2:** Comportamiento plástico – Resistencia – Fluencia – Resiliencia y Ductilidad – Deformación plástica por dislocaciones – Deformación por maclado – Mecanismos de endurecimiento.

**Tema 2.3:** Ensayo de impacto – Tenacidad – Ensayos de dureza – Normativas de ensayos.

#### **Unidad 3: Solidificación, difusión y diagramas de fases.**

**Tema 3.1:** Proceso de cristalización – Crecimiento cristalino – Recristalización y crecimiento de grano – Fases – Microestructura – Equilibrios binarios – Eutécticos.

**Tema 3.2:** El sistema Fe-C – Puntos relevantes – Otros elementos de aleación.

#### **Unidad 4: Tratamientos térmicos de las aleaciones metálicas.**

**Tema 4.1:** Situaciones de no equilibrio – Transformaciones en estado sólido – Cambios microestructurales en el acero – Recocido – Temple – Otros mecanismos de endurecimiento.

#### **Tema 5: Materiales de uso aeronáutico.**

**Tema 5.1:** Aluminio y sus aleaciones

**Tema 5.2:** Titanio y sus aleaciones – Magnesio – Superaleaciones

**Tema 5.3:** Materiales cerámicos avanzados en aviación

**Tema 5.4:** Características y aplicaciones de los polímeros – Sellantes y adhesivos – Pinturas.

#### **Tema 6: Materiales compuestos para aeronáutica**

**Tema 6.1.** Tipos de materiales compuestos y sus propiedades

**Tema 6.2.** Diseño de materiales compuestos

**Tema 6.3:** Selección de materiales – Propiedades y requerimientos – Diagramas de Ashby – Ejemplos de selección de materiales.

### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

#### Sesiones de Laboratorio:

Se desarrollan cinco sesiones de prácticas de laboratorio. Los objetivos de aprendizaje son:

- ✓ Identificar el material y los equipos del laboratorio de materiales y dedicarlos a su uso adecuado.
- ✓ Aplicar los conocimientos teóricos de la asignatura en la experimentación práctica.
- ✓ Obtener, analizar y justificar los resultados de la práctica.
- ✓ Capacitar al alumno para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

Las prácticas de laboratorio a desarrollar serán:

Práctica 1.	<b>Ensayos mecánicos I</b> (unidad 2): Se realizan ensayos de tensión-deformación (tracción y flexión) sobre diferentes materiales como polímeros, cerámicas y metales y se obtienen a partir de ellos las propiedades mecánicas más importantes. Ensayos no destructivos (ultrasonidos) para medir la elasticidad.
Práctica 2.	<b>Ensayos mecánicos II</b> (unidad 2): Se realizan los ensayos de impacto y dureza sobre diferentes materiales, metales, cerámicas y polímeros. Las propiedades obtenidas se comparan entre materiales y con las esperadas
Práctica 3.	<b>Diagramas de fases</b> (unidad 3): Se realiza un estudio de miscibilidad en disoluciones líquidas, en función de la temperatura y composición cuyas propiedades y diagramas de fases son comparables con el comportamiento de las aleaciones sólidas. Ejemplo de cambio de fase y cristalización con soluciones sobresaturadas de acetato de sodio.
Práctica 4.	<b>Tratamientos térmicos del acero y metalografía</b> (unidad 4). Se realizan varios tratamientos térmicos a un mismo acero (temple, recocido, etc) y se observa la microestructura obtenida, así como las variaciones de propiedades mecánicas. Realización de ensayos con materiales con memoria de forma.
Práctica 5.	<b>Ensayos no destructivos</b> (unidad 2). Se muestran las diversas técnicas de ensayos no destructivos que se utilizan en las aeronaves (detección de grietas principalmente) y los procedimientos seguidos para el control y seguimiento de las mismas. Esta práctica se realizará en la sección de ensayos no destructivos (zona de vuelo)

#### Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

#### 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

The course contents have been grouped into the following units:

##### **Unit 1: Crystal structures and their imperfections.**

Unit cell - Structures and crystal systems - Single crystals and polycrystals - Amorphous Solids - Anisotropy - Defects and imperfections - Vacancies - Impurities - Linear defects - Interfacial and volume defects. Atomic diffusion.

##### **Unit 2: Characterization of mechanical properties and its relationship to microstructure. Mechanical testing.**

Stress and Strain - Tensile tests - Elastic Behavior – Security factors – Plastic behavior - Resistance - Creep - Resilience and ductility - Impact test - Tenacity - Hardness Testing - Safety factors - testing regulations - Plastic deformation by dislocations - Deformation twinning - Mechanisms of hardening.

##### **Unit 3: Solidification, diffusion and phase diagrams.**

Crystallization process - Crystal growth - recrystallization and grain growth - Phases - Microstructure - binary equilibria - eutectics + Fe-C system - relevant points - non-equilibrium situations - Alloying elements.

##### **Unit 4: Thermal treatments of metallic alloys.**

Solid state transformations - Changes in the steel microstructure - Annealing - Quenching - Other hardening mechanisms.

##### **Unit 5: Materials for aeronautical use.**

Aluminum and its alloys - Titanium and its alloys - Magnesium - Superalloys - Use of advanced ceramics in aviation + Features and applications of polymers - Sealants and adhesives - Paints.

##### **Unit 6: Composite materials in aeronautics**

Types and properties of composites materials – Composite materials design - Selection of materials - Properties and requirements - Ashby diagrams - Examples of material selection

#### 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

##### **Unidad 1:**

- Conocer la estructura de la materia sólida, principales estructuras cristalinas y sus defectos.
- Comprender de la relación entre la microestructura y las propiedades de los materiales
- Calcular planos y direcciones cristalinas
- Calcular velocidades y composiciones en procesos de difusión atómica.

**Unidad 2:**

- Conocer las propiedades mecánicas de los materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos.
- Comprender la importancia de la anisotropía sobre las propiedades.
- Comprender los diagramas tensión-deformación.
- Conocer las principales propiedades mecánicas de los materiales y su cálculo.
- Ser capaz de relacionar las propiedades de materiales no estudiados con la microestructura que presentan.

**Unidad 3:**

- Ser capaz de analizar los diagramas de fases, en especial el diagrama hierro-carbono, localizando puntos y fases importantes.
- Identificar puntos invariantes en diagramas de fases.
- Conocer el significado de fase, microestructura, componente, y su importancia.
- Obtener composiciones en fases o microcomponentes dados datos de composición elemental y temperatura.
- Comprender los cambios microestructurales a lo largo de una línea de temperatura.

**Unidad 4:**

- Analizar los diagramas TTT, diagramas Jominy y diagramas de revenido, obtención de las propiedades mecánicas a partir de la composición y los tratamientos térmicos aplicados.
- Saber obtener la proporción de fases tras seguir un tratamiento térmico determinado
- Ser capaz de calcular el tratamiento térmico más apropiado para obtener una proporción de fases determinada.
- Conocer la clasificación de los tratamientos térmicos según su finalidad, las temperaturas alcanzadas y los ritmos de enfriamiento.

**Unidad 5:**

- Conocer y ser capaz de describir las propiedades de los materiales metálicos, cerámicos, poliméricos.
- Discernir criterios diferenciadores para la clasificación de materiales dentro de cada una de las familias teniendo en cuenta su microestructura y su relación con las propiedades mecánicas.
- Conocer las principales aleaciones del aluminio y del titanio, sus propiedades y sus aplicaciones en aeronáutica.

**Unidad 6:**

- Conocer y ser capaz de describir las propiedades y tipología de los materiales compuestos.
- Saber calcular las propiedades de distintos materiales compuestos en función de su composición.
- Ser capaz de deducir y usar criterios de selección de materiales en función de las características requeridas por la aplicación.

## 6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo de corta duración. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	<u>Presencial</u> : Asistencia y participación a las clases presenciales. Toma de apuntes y revisión con el compañero. Planteamiento de dudas.	30
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	20
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos	Resolución de problemas tipo y análisis de casos prácticos guiados por el profesor. Se enfatizará el trabajo en plantear métodos de resolución. Se plantearán problemas y/o casos prácticos similares para que los alumnos lo vayan resolviendo individualmente o por parejas.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	15
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	10
Clase de Prácticas. Sesiones en el laboratorio	Las sesiones prácticas consisten en el planteamiento, dirección y tutela de prácticas en el laboratorio y en el aula de informática relacionadas con los conceptos teóricos de la asignatura. Las sesiones de laboratorio son fundamentales para acercar el entorno de trabajo industrial al docente.	<u>Presencial</u> : Realización de las prácticas de laboratorio y de informática siguiendo los guiones proporcionados por el profesor. Toma de datos. Manejo de instrumentación. Planteamiento de dudas.	8
		<u>No presencial</u> : Elaboración de los informes de prácticas en grupo y siguiendo criterios de calidad establecidos	5.5
Actividades de evaluación formativa	Se preguntará al alumnado cuestiones de respuesta breve teórico prácticas en clase para su resolución que se corregirán por el profesor como técnica de evaluación del aprendizaje y seguimiento del grado de asimilación de los contenidos.	<u>Presencial</u> : Resolución y autoanálisis de las cuestiones y problemas propuestos a partir de las directrices del profesor como técnica para fomentar la capacidad de autoevaluación y proporcionar realimentación sobre el grado de aprendizaje durante el curso.	4
Tutorías individuales y/o de grupo	Las tutorías serán individuales y en grupo. En ellas se realizará una revisión de problemas propuestos y dudas del alumnado.	<u>Presencial</u> : Tutorías de consulta de dudas de teoría y problemas.	8
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico	
Resolución de problemas propuestos	Se repartirá al alumnado problemas propuestos para su resolución por grupos como técnica de aprendizaje cooperativo. Se realizarán 2. El primero de la UD1 y el segundo relacionado con la UD5.	<u>Presencial</u> : Resolución de los problemas propuestos por parte del alumnado.	4
Actividades de evaluación sumativa. Pruebas escritas individuales	Se realizará una prueba individual escrita parcial eliminatória a mitad de cuatrimestre sobre los contenidos desarrollados en las UD 1 y 5. Además habrá otra prueba escrita individual al final del cuatrimestre. Estas pruebas seguirán las indicaciones dadas en la convocatoria y constarán de cuestiones teórico-prácticas y problemas y sirven como técnica de evaluación del aprendizaje y seguimiento del grado de asimilación de los contenidos a lo largo del curso. Se realizará también una prueba final escrita.	<u>Presencial</u> : Asistencia a las pruebas escritas y realización de estas.	8

## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
<b>Prueba escrita final individual.</b>	X	x	<b>Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas:</b> Constará de un examen tipo test compuesto de 40 cuestiones teóricas y algunos problemas prácticos breves. Las cuestiones se orientan a los conceptos y definiciones estudiadas en la asignatura. Se evalúan principalmente los conocimientos teóricos, incluyendo los aprendidos en las sesiones de prácticas. <sup>(1)</sup>	<b>(30%)</b>	Todos los resultados (unidades 4 a 6)
<b>Prueba escrita parcial individual.</b> <sup>(3)</sup>	X	x	<b>Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas:</b> A mitad de curso se realizará un test de evaluación sumativa sobre los contenidos de la primera parte de la asignatura consistente en un test de 40 preguntas. Las cuestiones se orientan a los conceptos y definiciones estudiadas en la asignatura. Se evalúan principalmente los conocimientos teóricos, incluyendo los aprendidos en las sesiones de prácticas. <sup>(1)(2)</sup>	<b>(30%)</b>	Todos los resultados (unidades 1 a 3)
<b>Prácticas de Laboratorio</b>	x		Se evalúan las ejecuciones y el trabajo en equipo, así como las destrezas y habilidades para el manejo de material de Laboratorio. <sup>(4)(5)</sup>	<b>(20%)</b> Partes iguales cada práctica.	Todos los objetivos del aprendizaje relacionados con las prácticas
<b>Ejercicios y problemas de cada tema.</b>	X	x	<b>Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas:</b> Al final de cada tema se entregará vía aula virtual un conjunto de preguntas teórico-prácticas relacionadas con el tema para resolver y entregar por parejas. <sup>(4)(5)</sup>	<b>(20%)</b>	Todos los objetivos del aprendizaje relacionados con el tema

(1) Para poder ser calificado, es necesario obtener al menos una calificación de 4.0 sobre 10 tanto en la prueba parcial sumativa como en la prueba escrita final. Para superar la asignatura es necesario un 5.0 de media global.

(2) Los alumnos que no aprueben cualquiera de estas pruebas, o quieran mejorar la calificación, podrán presentarse de nuevo a ella en la convocatoria oficial.

(3) Las calificaciones por encima de 4 se guardarán para sucesivas convocatorias dentro de un mismo año académico (misma matrícula). En el caso tener todas las pruebas calificadas por encima de 4 y suspender en una convocatoria debido a la falta de entrega de prácticas o

ejercicios o baja calificación en los entregados únicamente será obligatorio entregar estos ejercicios para la siguiente convocatoria.

- (4) La entrega de trabajos, ejercicios y prácticas se realizará a través de páginas habilitadas en el aula virtual de la asignatura y dentro del periodo de entrega previsto. En el caso de trabajos en grupo, será suficiente con que sea un miembro del grupo el que suba el trabajo en nombre de todos. Es responsabilidad de los alumnos comprobar que el trabajo ha sido entregado correctamente y dentro de plazo. En algún caso se habilitará la posibilidad de entrega fuera de plazo, valorando esos trabajos al 50%.
- (5) Los alumnos en tercera convocatoria que no deseen repetir las prácticas y ejercicios, deberán entregar de nuevo los resultados del año anterior para que se tengan en cuenta. Las prácticas y ejercicios de cada tema que sean diferentes al año anterior sí serán obligatorias.

## 7.2. Mecanismos de control y seguimiento

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante los siguientes mecanismos:

- Cuestiones planteadas en clase y laboratorio.
- Supervisión del trabajo en el laboratorio y revisión de los informes de prácticas de laboratorio.
- Tutorías.
- Ejercicios propuestos de cada tema.
- Test parcial sumativo.
- Examen final.

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

- William D. Callister, Jr *“Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los materiales”*, Reverté, 2007
- William F. Smith, Javad Hashemi *“Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de materiales”*. Ed. Mc Graw-Hill Education (5ª edición)  
M.F. Ashby, *“Materials: Engineering, Science, Processing and Design”* Butterworth-Heinemann, 2007

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- Ajoy Kumar Kundu *“Aircraft Design”*, Cambridge University Press 2010
- Clifford Matthews *“Aeronautical Engineer’s Data Book”* Butterworth Heinemann, 2002
- Carles Riba Romeva *“Selección de materiales en el diseño de máquinas”*, Edicions UPC, 2008  
M.F. Ashby *“Materials Selection in Mechanical Design”*, Butterworth Heinemann, 2011

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

<https://aulavirtual.upct.es/course/view.php?id=214> Aula virtual de la asignatura