



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
NombreCompleto	Ingeniería de Materiales
Código	DIM-GITI-341
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales [Tercer Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Responsable	Juan Carlos del Real Romero
Horario	Tarde
Horario de tutorías	Previa petición mediante correo electrónico a cada profesor
Descriptor	Metalurgia física, Tratamientos térmicos. Comportamientos en servicio de materiales. Selección de materiales.

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Juan Carlos del Real Romero
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Despacho	Alberto Aguilera 25 [Dirección]
Correo electrónico	delreal@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Marcos Benedicto Córdoba
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Despacho	Laboratorio de Química
Correo electrónico	mbcordoba@icai.comillas.edu
<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Javier Munilla López
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Despacho	Laboratorio
Correo electrónico	jmunilla@comillas.edu



<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	José Miguel García Iglesias
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Despacho</b>	Laboratorio
<b>Correo electrónico</b>	jmgiglesias@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Julián Rodríguez Montes
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Despacho</b>	Laboratorio
<b>Correo electrónico</b>	jmontes@icai.comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

<b>Contextualización de la asignatura</b>
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
<p>La asignatura de Ingeniería de Materiales es una asignatura optativa de carácter semestral que se imparte en el tercer curso del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. En el plan de estudios en vigor, consta de un total de 6 créditos. Con esta asignatura se pretende que el alumno profundice en aquellos conocimientos de materiales adquiridos en los cursos de Ciencia de Materiales y que les permita tener una visión más aplicada. Estos conocimientos y aptitudes establecerán los cimientos imprescindibles para que el estudiante pueda abordar posteriormente el estudio de las asignaturas como la Tecnologías de Fabricación o el Cálculo de Estructuras, en las que interviene el conocimiento de los materiales. La asignatura tiene un carácter mixto teóricoexperimental, por lo que a los componentes teóricos se le añaden los de carácter práctico, tanto de resolución de cuestiones numéricas como la realización de trabajos prácticos de laboratorio en los que se ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas, familiarizando al alumno con el entorno material y humano de trabajo en el laboratorio.</p>
<b>Prerrequisitos</b>
<p>Los alumnos que vayan a cursar Ingeniería de Materiales, habrán cursado previamente Química y Ciencia de Materiales, lo que les confiere los conocimientos básicos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales.</p>

<b>Competencias - Objetivos</b>	
<b>Competencias</b>	
<b>GENERALES</b>	
<b>CG03</b>	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.



<b>CG04</b>	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
-------------	---

### ESPECÍFICAS

<b>CEM07</b>	Conocimientos y capacidades para la aplicación de la ingeniería de materiales
--------------	---

### Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Entender los principios del endurecimiento de metales y aleaciones.
<b>RA2</b>	Conocer los fundamentos básicos del tratamiento térmico de las aleaciones metálicas
<b>RA3</b>	Capacidad para diseñar el tratamiento térmico necesario en aleaciones metálicas.
<b>RA4</b>	Conocer los principales tipos de aleaciones metálicas.
<b>RA5</b>	Entender los fundamentos de la mecánica de fractura en el diseño de componentes
<b>RA6</b>	Entender los efectos de la fatiga y la fluencia en los materiales.
<b>RA7</b>	Entender comportamiento mecánico de polímeros y compuestos
<b>RA8</b>	Conocer y aplicar las distintas metodologías y herramientas para la selección de materiales.
<b>RA9</b>	Conocer y aplicar las principales técnicas de caracterización de materiales

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### Tema 1: Mecanismos de endurecimiento

1. Endurecimiento por solución sólida.
2. Efecto de los elementos de aleación.
3. Endurecimiento por tamaño de grano.
4. Determinación del tamaño de grano. Ley de Hall-Petch.
5. Endurecimiento por deformación plástica. Ecuaciones de Hollomon.
6. Endurecimiento por precipitación. Precipitados coherentes e incoherentes. Zonas de GuinierPreston. Tensión de Orowan.

#### Tema 2: Transformaciones fuera del equilibrio

1. Transformaciones de la austenita.
2. Transformaciones eutectoide.



3. Efecto de la temperatura en la transformación austenítica.
4. Efecto del tamaño de grano austenítico.
5. Transformación martensítica. Transformación bainítica.
6. Diagramas TTT: Diagramas isotérmicos y de enfriamiento continuo.
7. Influencia de los elementos de aleación.

### **Tema 3: Recristalización**

1. Recristalización estática y dinámica.
2. Recristalización de un metal forjado en frío. Influencia del tiempo y la temperatura.
3. Recristalización en el curso de una deformación en caliente. Restauración. Crecimiento de tamaño de grano.
4. Recocido.

### **Tema 4: Aleaciones metálicas**

1. Aceros y Fundiciones.
2. Fundiciones blancas, grises, maleables, dúctiles.
3. Aceros al carbono. Aceros de baja aleación. Aceros alto límite elástico. Aceros fuertemente aleados. Aceros Maraging, Hadfield. Aceros Inoxidables. Aceros rápidos.
4. Aleaciones de aluminio, titanio y magnesio.
5. Aleaciones base cobre.
6. Superaleaciones.

### **Tema 5: Tratamientos térmicos I**

1. Templabilidad. Curvas de penetración de temple. Severidad de temple. Diámetro crítico ideal y real.
2. Factores que influyen sobre la templabilidad.
3. Ensayo Jominy. Bandas de templabilidad.
4. Tratamientos de temple.
5. Revenido. Influencia en las propiedades mecánicas

### **Tema 6: Tratamientos térmicos II**

1. Recocidos. Normalizado. Austempering. Martempering.
2. Tratamientos superficiales. Tratamientos termoquímicos. Cementación y nitruración. Temple por inducción.
3. Defectos inducidos por el tratamiento térmico

### **Tema 7: Mecánica de la fractura**

1. Mecánica de la fractura lineal elástica. Criterio energético y tensional. Tenacidad a la fractura.
2. Determinación de la tasa de liberación de energía ( $G_c$ ). Determinación del factor de intensidad de tensiones ( $K_{Ic}$ ).
3. Ensayos CT y SENB.



## Tema 8: Fatiga y fluencia

1. Fatiga. Curvas S-N,  $\epsilon$ -N y da/dN.
2. Crecimiento de grietas por fatiga. Ley de Paris.
3. Fractografía de fractura por fatiga.
4. Termofluencia. Parámetro de Larson-Miller

## Tema 9: Comportamiento mecánico de polímeros y compuestos

1. Diagramas esfuerzo - deformación. Comportamiento viscoelástico de polímeros.
2. Esfuerzos y deformaciones en sólidos poliméricos. Modelos de Maxwell. Modelo de Kelvin-Voight.
3. Micromecánica de los materiales compuestos. Resistencia mecánica.
4. Macromecánica de materiales compuestos. Comportamiento mecánico de laminados

## Tema 10: Selección de materiales

1. Criterios de selección de materiales.
2. Diagramas Ashby.

## Prácticas

1. Caracterización no destructiva de materiales
2. Selección de materiales II
3. Influencia tratamientos térmicos propiedades mecánicas I
4. Endurecimiento por precipitación
5. Selección de materiales III
6. Influencia tratamientos térmicos propiedades mecánicas II
7. Fractura I (laboratorio)
8. Fractura II (software)

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

#### Metodología Presencial: Actividades

Actividades - Clase magistral y presentaciones generales: Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. Resolución de problemas. - Estudio individual del material a discutir en clases posteriores: Actividad realizada individualmente por el estudiante cuando analiza, busca e interioriza la información que aporta la materia y que será discutida con sus compañeros y el profesor en clases posteriores. - Resolución grupal de casos prácticos y problemas. El profesor planteará pequeños casos prácticos y problemas que los alumnos resolverán en pequeños grupos en clase y cuya solución discutirán con el resto de grupos. - Prácticas de laboratorio. Se formarán grupos de trabajo (3 o 4



personas) que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas.

### Metodología No presencial: Actividades

Realización de ejercicios prácticos y de aplicación fuera del aula disponibles en Moodle. - Lecturas de textos científico-técnicos sobre caracterización, selección y aplicación de materiales disponibles en Moodle. - Preparación de las prácticas de laboratorio - Búsqueda de información sobre los temas a tratar en el aula o para los trabajos de investigación por grupo. - Estudio por parte del alumno de los temas tratados

### RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES		
Clase magistral y presentaciones generales	Prácticas de laboratorio, trabajo previo e informe posterior	Resolución en clase de problemas prácticos
30.00	16.00	14.00
HORAS NO PRESENCIALES		
Prácticas de laboratorio, trabajo previo e informe posterior	Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por parte del alumno	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno
30.00	30.00	60.00
<b>CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)</b>		

### EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
<ul style="list-style-type: none"> <li>Examen Final</li> </ul>	<p>Cuestiones teóricas y/o teórico práctica. Estas cuestiones se orientan a conceptos, definiciones, etc). Se evalúan principalmente los conocimientos teóricos.</p> <p>Problemas de media o larga extensión. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis</p> <p>Preguntas tipo test</p>	50 %
Evaluación continua del rendimiento. Pruebas parciales	Realización de problemas similares a los resueltos en clase y casos prácticos. Una prueba a mitad del cuatrimestre	25 %



Prácticas de laboratorio	Se evalúan las ejecuciones y el trabajo en equipo, así como las destrezas y habilidades para el Manejo de instalaciones, equipos y programas informáticos. Se deberá redactar un informe técnico y presentar los aspectos más relevantes del trabajo	25 %
--------------------------	--	------

## Calificaciones

La inasistencia al 15% de las horas presenciales en la parte teórica de esta asignatura puede tener como consecuencia la imposibilidad de presentarse a las convocatorias ordinaria y extraordinaria de esta asignatura.

La inasistencia al 15% de las horas presenciales en los laboratorios de esta asignatura puede tener como consecuencia la imposibilidad de presentarse a las convocatorias ordinaria y extraordinaria de esta asignatura.

La falta a alguna de las sesiones de laboratorio se calificará con cero, al igual que la falta de entrega del informe de prácticas correspondiente. Así mismo la impuntualidad en la asistencia al laboratorio como en la entrega de los informes de prácticas tendrá influencia en la nota de laboratorio.

### Durante los exámenes:

- No se permitirá el uso de calculadora programable, libros, apuntes o formulario alguno que pueda falsear los resultados del examen.
- Los teléfonos móviles deberán permanecer apagados, dentro de la mochila, bolso o carpeta y lejos del alumno en todo momento, debajo de la silla o al final de la clase.
- No se permite asistir al examen con un smartwatch o cualquier otro dispositivo que permita la conexión o el almacenamiento de datos.

## Convocatoria ordinaria

La calificación en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

- La calificación del examen final supondrá un 50% de la calificación final en la asignatura
- Un 25 % será la calificación de las pruebas de seguimiento. Realización de problemas similares a los resueltos en clase y casos prácticos. Una prueba a mitad del cuatrimestre
- Un 25 % será la calificación del laboratorio.

Para poder realizar esta suma ponderada es necesario obtener una nota mínima de **4,0 puntos en el examen final**; en caso contrario la nota de la convocatoria ordinaria será la nota del examen final. Además, es necesario haber superado tanto la **parte teórica** (media examen final y pruebas de seguimiento) como la de laboratorio con al menos un 5,0.

## Convocatoria extraordinaria

La calificación en la **convocatoria extraordinaria** de la asignatura se obtendrá como:



- La calificación del examen final supondrá un 80% de la calificación final en la asignatura
- Un 10 % será la calificación de las pruebas de seguimiento.
- Un 10 % será la calificación del laboratorio.

Para poder realizar esta suma ponderada es necesario obtener una nota mínima de 4,0 puntos en el **examen de la convocatoria extraordinaria**; en caso contrario será la nota del examen. En caso de haber suspendido solo la parte de laboratorio se hará un examen sobre los contenidos de las 12 prácticas realizadas.

Si la asignatura queda suspensa en la convocatoria extraordinaria se ha de repetir en su totalidad, incluido el laboratorio.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Pruebas de evaluación del rendimiento	Semanas 4 y 8	
Examen Final	Periodo de exámenes ordinarios	
Prácticas de laboratorio	Semanas 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13 y 14	
Lectura y estudio de los contenidos teóricos en el libro de texto	Después de cada clase	
Resolución de los problemas propuestos	Semanalmente	Se indicara en clase
Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase	Semanas 3 y 7	
Elaboración de los informes de laboratorio	En las semanas indicadas en el calendario de laboratorio	A la semana siguiente

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

1. William D. Callister: Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Ed. Reverté S.A.
2. Ciencia de materiales. Selección y diseño. Pat L. Mangonon, Primera edición, 2001. Ed.: Prentice Hall

### Páginas web





Steelmatter: <http://www.matter.org.uk/steelmatter/default.htm>

Alumatter: <http://aluminium.matter.org.uk/content/html/eng/default.asp?catid=&pageid=1>

Matweb: <http://www.matweb.com/>

### **Apuntes**

- Transparencias de cada tema en MOODLE ROOMS
- Apuntes sobre algunos de los temas elaborados por el profesor en MOODLE ROOMS

### **Otros materiales**

- Normativa UNE EN, ISO y ASTM.
- Hojas técnicas de materiales
- Guiones de las prácticas de laboratorio

## **Bibliografía Complementaria**

1. Sidney H. Avner. Metalurgia Física. McGraw – Hill, (1985)
2. R. E. Smallman, R J Bishop. Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering. Butterworth-Heinemann. (1999)
3. Michael F. Ashby, Materiales para Ingeniería Vol. 1 y 2. Reverte, (2008).
4. ASM Handbook. Volúmenes 1 al 21. ASM International (Varios años).
5. G. E. Dieter, Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill, (1988).
6. N. E. Dowling. Mechanical Behavior of Materials, Prentice Hall (2006)
7. D. Broek. Elementary Engineering Fracture Mechanics. Kluwer Academic Publisher (1991).
8. I.M. Ward, D.W. Hadley, An introduction to the mechanical properties of solid polymers. Wiley (2000).
9. A. Miravete, Materiales compuestos. Vol. 1 y 2. Reverte (2007)
10. D. Hull, T. W. Clyne. An Introduction to Composite Materials. Cambridge University Press. (1996)
11. Michael F. Ashby, Materials Selection in Mechanical Design. Butterworth-Heinemann, Burlington, (2011).