



# Grado en Ingeniería Mecánica 29742 - Materiales industriales avanzados

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 6.0

---

## Información básica

---

### Profesores

- **María Antonieta Eugenia de A. Madre Sediles** amadre@unizar.es

- **Ricardo Rios Jordana** ricrios@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

El plan de estudios vigente no establece ningún prerrequisito para cursar esta asignatura.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

Las fechas de los controles y entrega de los trabajos prácticos se establecerán conjuntamente con los alumnos al inicio del curso y se realizarán tras finalizar el temario y las sesiones prácticas correspondientes. A lo largo del cuatrimestre se realizaran diferentes prácticas de laboratorio.

Al final del cuatrimestre se realizarán los exámenes finales de asignatura, en las fechas ordinarias establecidas por la dirección de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura

---

## Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Conocimiento de materiales convencionales y avanzados, sus procedimientos de síntesis y sus tratamientos, así como sus tecnologías de unión y sus tratamientos superficiales, y capacidad para su elección y aplicación en sistemas mecánicos.
- 2:** Conocimiento de los procesos de deterioro y daño de componentes mecánicos en servicio y capacidad de estudiar la causa raíz del fallo de forma sistemática.
- 3:** Capacidad para elegir materiales en sistemas mecánicos teniendo en cuenta su impacto medioambiental.

# Introducción

## Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura es optativa para el grado de Ingeniería Mecánica. Se imparte también en el Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.

Uno de los objetivos es dar a conocer a los ingenieros de este grado, con una formación básica en Ciencia e Tecnología de los Materiales, los materiales metálicos específicos para aplicaciones en condiciones más severas que las habituales, como son las altas y bajas temperaturas, así como en presencia de medios agresivos, en combinación o no con cargas mecánicas. También se da a conocer al estudiante una serie de materiales metálicos y no metálicos de uso excepcional pero con propiedades novedosas, como son los vidrios metálicos, las espumas metálicas y los intermetálicos, así como los nanomateriales y sus procesos de obtención, así como sus aplicaciones presentes y futuras.

Otro de los objetivos es dar a conocer el efecto que sobre la microestructura, y por tanto de sus propiedades, producen las técnicas de unión metalúrgicas (soldaduras de diversos tipos), así como el desarrollo de los modernos adhesivos y sus aplicaciones actuales. Por otro lado, las tecnologías de superficie tienen actualmente una importancia primordial, ya que muchos de los procesos de daño o deterioro de las piezas y componentes de equipos y máquinas comienzan en la superficie (fatiga, corrosión, desgaste, etc.), y mediante las técnicas clásicas (tratamientos termoquímicos, metalización, inmersión, conversión) y las más actuales (Láser, PVD, CVD, Proyección Térmica, Implantación Iónica) de tratamientos superficiales y de recubrimientos se consigue minimizar ese daño a un coste relativamente bajo.

Todo ingeniero debe conocer los mecanismos de deterioro y fallo de los distintos materiales bajo las condiciones de servicio establecidas con un doble objetivo: a) en la etapa de diseño y cálculo, para saber escoger el mejor material, con su correspondiente tratamiento (térmico, superficial, recubrimiento, etc.), y al menor coste, que evite el fallo o que éste se produzca más allá de la vida prevista; y b) cuando se produzca un fallo en servicio, el ingeniero debe tener conocimiento del procedimiento del análisis del mecanismo de fallo y de la determinación de su causa raíz. En esta asignatura se dan las pautas para proceder a realizar un análisis de las causas últimas de distintos tipos de fallos en servicio, de las herramientas disponibles para ello, y de la elaboración de informes.

Finalmente, otro de los objetivos es dar a conocer las tecnologías más actuales del reciclado de los distintos materiales, área en crecimiento constante. Los ingenieros deben tener actualmente una conciencia de protección del medio ambiente que deben llevar a su trabajo profesional, en términos de eficiencia energética en los procesos de fabricación y en el uso de los distintos productos, y, en relación con los materiales de los que están compuestos, a su reciclabilidad. El Análisis del Ciclo de Vida es una herramienta que cada vez se aplica más en el desarrollo de un producto industrial, y en esta asignatura se da un conocimiento básico de ella.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Los contenidos de la asignatura tienen como objetivo general que el alumno conozca algunos de los materiales más actuales en la ingeniería mecánica moderna, las técnicas con las que se fabrican, se unen con otros materiales, y se protegen de las agresiones en servicio, las propiedades que finalmente presentan y sus aplicaciones más importantes y destacadas. Un aspecto, especialmente interesante para un alumno de grado es proporcionarle argumentos para abrir su mente con objeto de trabajar y diseñar con nuevos y clásicos materiales y procesos que motiven su creatividad y le permita ser mejores profesionales en su trabajo.

Se analizará la importancia del análisis de los fallos de materiales en servicio y el proceso para establecer una relación con las causas raíz y poder establecer soluciones a los problemas aparecidos.

La asignatura también aborda la problemática del reciclado y la gestión de residuos desde el punto de vista social y económico. Se hace una revisión general al tratamiento para los distintos tipos de residuos y el ecodiseño como respuesta al aprovechamiento de los recursos y disminución de los residuos generados en el día a día.

## Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura "Materiales industriales avanzados" es optativa de cuarto curso y dentro del plan de estudios, complementa las asignaturas de "Fundamentos de Ciencia de Materiales" y "Tecnología de Materiales", estableciendo relaciones entre: estructura-propiedades-aplicaciones-comportamiento en servicio. Se puede englobar en los bloques de optatividad de "Diseño y cálculo de estructuras" y de "Máquinas y vehículos".

Se programa para complementar la formación básica, y se enfoca a aportar los conocimientos requeridos para saber elegir la mejor combinación material-tratamiento para una aplicación concreta, saber cómo proceder para evitar fallos en las piezas y equipos o para averiguar las causas raíz del fallo una vez producido, y, en general, conseguir una actitud crítica y creativa en los nuevos retos en la industria moderna con una base más amplia de conocimientos de materiales y tratamientos y su influencia sobre las propiedades en servicio, y para reflexionar sobre las implicaciones y responsabilidades sociales y medioambientales de sus decisiones como profesional.

## Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

### 1: Competencias específicas:

C32: Capacidad para aplicación de la ingeniería de materiales, incluyendo materiales no convencionales y sus aplicaciones específicas.

### 2: Competencias genéricas:

C3: Capacidad para combinar los conocimientos generalistas y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional.

C4: Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.

C5: Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.

C6: Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.

C7: Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas actuando con ética, responsabilidad profesional y compromiso social.

C10: Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.

## Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Para competir con ventaja en el actual mercado de trabajo, tan dinámico y competitivo, el alumno no sólo debe adquirir unos conocimientos, descritos en un temario, sino que debe poseer unas actitudes, destrezas, competencias y creatividad necesarias para el buen ejercicio de su profesión. Los contenidos temáticos y las diferentes actividades que se les proponen a los alumnos pretenden:

1. Que los alumnos adquieran una amplia base de conocimientos basados en criterios científicos, tecnológicos y económicos sobre los distintos materiales junto con sus tratamientos, convencionales y avanzados, sus propiedades finales y sus aplicaciones.
2. Proporcionar a los alumnos argumentos para abrir su mente con objeto de trabajar, calcular y diseñar con nuevos materiales y tratamientos que revaloricen su actividad profesional.
3. Que se desarrolle en los alumnos la capacidad de análisis de los fallos y establecer una relación con las causas raíz.
4. Concienciar a los alumnos sobre los problemas medioambientales y responsabilizarles a buscar soluciones de ecodiseño.
5. Incentivar el trabajo en equipo, para que, de esta forma, los alumnos adquieran la facilidad y destreza de aplicar sus conocimientos en la práctica de la profesión.
6. Que los alumnos adquieran una actitud crítica ante las soluciones tradicionales, de manera que les incite a profundizar en el estudio y análisis de los temas objeto de esta disciplina y a plantear estrategias de innovación y respetuosas con el medioambiente.
7. Potenciar la capacidad y destreza de analizar, interpretar y redactar documentación científica y técnica, de vital importancia en el ejercicio de la profesión.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

El sistema de evaluación se plantea como de Evaluación Continua, con controles periódicos, tanto prácticos como teóricos. Tienen especial relevancia los trabajos y casos prácticos, que se realizan en grupos de 2 ó 3 personas, se tutelan periódicamente y se defienden en público. Los temas son variados, desde el análisis de casos reales de fallos a temas novedosos o ligados a los contenidos de la asignatura.

La evaluación final del alumno tiene en cuenta todas las actividades realizadas y desarrolladas a lo largo del curso, y se valoran de la siguiente manera:

1. El conjunto de las prácticas de laboratorio tiene un valor del 20% de la nota final.
2. La evaluación de dos o tres trabajos, realizados en grupos de 2-3 personas, tiene un valor del 20% de la nota final.
3. La evaluación de la teoría se realiza mediante dos pruebas, una a mitad de semestre y otra en la última semana del semestre, ambas de carácter liberatorio. Estas pruebas consisten en cinco preguntas cortas. Tiene una valoración del 60% de la nota final.

Para poder realizar la media de las notas de las prácticas, trabajos y pruebas, es necesario tener en cada una de las actividades de evaluación un mínimo de 4 puntos.

En caso de no superar las pruebas o querer subir nota, el estudiante podrá realizar durante el período oficial de exámenes las siguientes pruebas:

- Examen escrito: 60%
- Examen de prácticas: 20%
- Ejercicio sobre las temáticas de los trabajos: 20%

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

La metodología que se propone trata de fomentar el trabajo continuado del estudiante.

En las sesiones con el grupo completo se tratan los aspectos teóricos en forma de clase magistral y de problemas, que se completan con las prácticas de laboratorio, que se realizan en grupos para fomentar el trabajo en equipo.

Otro aspecto importante que se pretende desarrollar en los alumnos es la toma de decisiones, para lo que se proponen los trabajos a realizar a lo largo del semestre.

La evaluación se centra en los aspectos básicos del comportamiento de los materiales y la relación material-tratamiento-proceso-estructura-aplicación, teniendo en cuenta los aspectos medio-ambientales.

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

## El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:

### Clases Magistrales:

- **ANÁLISIS DE FALLOS EN SERVICIO.** Metodología del análisis de los mecanismos de daño y fallo en materiales. Técnicas de investigación e identificación: ensayos no destructivos, ensayos metalográficos, microscopía electrónica, cálculo, ensayos destructivos. El informe técnico.
- **MATERIALES METÁLICOS.** Aleaciones Metálicas para elevadas temperaturas: Superalaciones y aleaciones ODS. Aleaciones de Memoria de Forma. Vidrios metálicos. Espumas metálicas. Materiales compuestos de matriz metálica. Propiedades y aplicaciones.
- **MATERIALES DEL FUTURO.** Nanotecnología. Materiales Nanoestructurados. Nanotubos de carbono. Producción de nanotubos de carbono. Nuevos productos de uso habitual basados en materiales nanoestructurados. Microscopios de escala nanométrica.
- **UNIONES.** Soldaduras por fusión. Soldaduras por difusión. Soldaduras por fricción y fricción y agitación. Estructura de las soldaduras en las aleaciones férricas. Estructura de las soldaduras en las aleaciones no férricas. Ensayos mecánicos de las uniones metalúrgicas. Aplicaciones. Formación de la unión adhesiva. Diseño y resistencia. Preparación de la superficie. Unión de metales, estructuras compuestas, plásticos, caucho-metal y de madera. Aplicaciones.
- **MODIFICACIÓN DE SUPERFICIES Y RECUBRIMIENTOS.** Clasificación. Tratamientos superficiales clásicos. Nuevos tratamientos superficiales. PVD (deposición física de vapor). CVD (deposición química de vapor). Implantación iónica. Proyección térmica. El láser aplicado a los tratamientos superficiales. Propiedades de los recubrimientos. Aplicaciones industriales.
- **RECICLADO DE MATERIALES.** Recuperación de residuos: reciclaje. Definición y Clasificación de los residuos. Procedimientos de separación, identificación, clasificación y recuperación de materiales en los residuos. Reciclado de productos específicos: envases para bebidas, chatarra electrónica, neumáticos usados, etc. Análisis del Ciclo de Vida. Ecodiseño.

### Clases Prácticas:

- Propiedades mecánicas en vidrios
- Ensayo de microdureza. Aplicaciones en vidrios y metales.
- Ensayos no destructivos
- Metalografía de soldaduras.
- Microscopía electrónica: Fractografía
- Ensayos sobre adhesivos.
- Exposición trabajos asignatura

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

#### Planificación de la asignatura (6 ECTS = 150 h/ alumno)

Clases magistrales y de problemas: 37 horas

Clases prácticas: 12 horas

Resolución y presentación de trabajos: 30 horas

Estudio personal: 65 horas

Superación de pruebas: 6 horas

La secuencia temporal aproximada (15 semanas) se refleja en el siguiente cronograma

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Clases Magistrales	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Elaboración Trabajos	-	-		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Prácticas Laboratorio	-	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		
Pruebas escritas									x						x
Estudio personal	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x

Las fechas de las clases prácticas para cada alumno dependen del grupo al que estén asociados

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Alting, Leo. Procesos para ingeniería de manufactura / Leo Alting México, D.F. : Alfaomega, cop. 1990
- Ashby, Michael F.. Engineering Materials. [Vol.] 1, An introduction to their properties and applications / by Michael F. Ashby and David R. H. Jones . - 2nd ed., [6th] repr. Oxford [etc.] : Butterworth Heinemann, 2002
- Ashby, Michael F.. Engineering Materials. [Vol.] 2, An introduction to Microstructures, Processing and Design / by Michael F. Ashby and David R. H. Jones . - 2nd ed., [3rd] repr. Oxford [etc.] : Butterworth Heinemann, 2001
- Borrell Tomás, M<sup>a</sup> Amparo. Materiales de carbono : del grafito al grafeno / M<sup>a</sup> Amparo Borrell Tomás, M<sup>a</sup> Dolores Salvador Moya Barcelona : Reverté ; [Valencia] : Editorial Universitat Politècnica de València, D.L. 2015
- Bralla, James.. Manual de diseño de producto para manufactura [recurso electrónico] : guía práctica para producción a bajo costo / James Bralla. . México : McGraw-Hill Interamericana, 1993.
- Easterling, K. E.. Introduction to the Physical Metallurgy of Welding / Kenneth Easterling . - 1st ed. London : Butterworths, 1983
- Easterling, K. E.. Materiales del futuro / Ken Easterling ; traducido por Javier Fernández . - [3<sup>a</sup> ed.] Londres : The Institute of Materials, cop. 1997
- Groover, Mikell P.. Fundamentos de manufactura moderna : Materiales, procesos y sistemas / Mikell P. Groover . - 1a ed. México : Prentice-Hall Hispanoamericana, cop. 1997
- Kalpakjian, Serope. Manufactura, ingeniería y tecnología. Vol. 1, Tecnología de materiales / Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid ; traducción Jesús Elmer Murrieta Murrieta ; revisión técnica Ulises Figueroa López, Francisco Sandoval Palafo. 7<sup>a</sup> ed. Naucalpan de Juárez (México) : Pearson Educación, 2014
- Kalpakjian, Serope. Manufactura, ingeniería y tecnología. Vol. 2, Procesos de manufactura / Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid ; traducción Javier Enríquez Brito ; revisión técnica Ulises Figueroa López, Francisco Sandoval Palafox, Jorge Eduardo Aguirre Aguilar . - 7<sup>a</sup> ed. Naucalpan de Juárez (México) : Pearson Educación, 2014
- kou, Sindo. Welding Metallurgy / S. Kou . Ed. Wiley, 2003
- Liesa Mestres, Francisco. Adhesivos industriales / Francisco Liesa y Luis Bilurbina Barcelona : Marcombo Boixareu, D.L. 1990
- Lund, Herbert F.. Manual McGraw-Hill de reciclaje / Herbert F. Lund ; traducción y revisión técnica, Juan Ignacio Tejero Monzón ... [et al.] . - [1a. ed. en español] Madrid [etc.] : McGraw-Hill, D.L. 1996
- Lund, Herbert F.. Manual McGraw-Hill de reciclaje / Herbert F. Lund ; traducción y revisión técnica, Juan Ignacio Tejero Monzón ... [et al.] . - [1a. ed. en español] Madrid [etc.] : McGraw-Hill, D.L. 1996
- Martín-Gago, J.A.. El nanomundo en tus manos / J.A. Martín-Gago, C. Briones, E. Casero Ed. Crítica
- Rieradevall i Pons, Joan. Ecodiseño y ecoproductos / Joan Rieradevall y Joan Vinyets . - 1a ed. Barcelona : Rubes, 1999
- Tecnología de materiales / José Antonio Puértolas Ráfales , Ricardo Ríos Jordana, Miguel Castro Corella, José Manuel Casals Bustos (eds.) ; [Luis Alberto Angurel Lambán, Miguel Artigas Álava, Javier Castany Valeri, Isabel Clavería, Jesús Cuartero Salafranca, Juan Carlos Díez Moñux, Jesús Fuentelsanz Gallego, Luis Gracia Villa, Antonio Miravete de Marco, José Ignacio Peña Torre, Javier Rubín Llera, Anselmo Villellas Malo ... (et al.)] Madrid : Síntesis, D.L. 2009
- Tecnología de superficies en materiales / José Antonio Puértolas Ráfales, Ricardo Ríos Jordana, Miguel Castro Corella, José Manuel Casals Bustos (eds.) ; [José Ignacio Arnaudas Pontaque, Ricardo Ibarra García, Francisco Villuendas Yuste ... (et al.)] Madrid : Síntesis, D.L. 2010
- Traité des matériaux. 19, Matériaux émergents / publié sous la direction de Christian Janot et Bernhard Ilchner Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, cop. 2001