



## Guía docente

### 295769 - 295EM132 - Plasticidad, Defectos y Microestructura

Última modificación: 08/08/2024

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería de Barcelona Este  
**Unidad que imparte:** 702 - CEM - Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA E INGENIERÍA AVANZADA DE MATERIALES (Plan 2019). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES AVANZADOS (Plan 2021). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2024      **Créditos ECTS:** 6.0      **Idiomas:** Castellano

#### PROFESORADO

**Profesorado responsable:** JORGE ALCALA CABRELLES

**Otros:** Primer quadrimestre:  
JORGE ALCALA CABRELLES - Grup: T1

#### CAPACIDADES PREVIAS

Conocimientos básicos de metalurgia física.

#### METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases magistrales presenciales. Se dispondrá de clases de apoyo en forma de videos colgados en la plataforma ATENEA. Se dispone de un libro sobre aspectos básicos y preliminares sobre la mecánica de medios continuos y teoría de la elasticidad.

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Comprender los mecanismos fundamentales de deslizamiento e interacción de dislocaciones en metales puros y aleaciones.  
Comprender las diferencias fundamentales en las curvas tensión-deformación de los materiales metálicos en función de los procesos subyacentes de movimiento de dislocaciones.  
Comprender las suposiciones fundamentales empleadas en la modelización de los procesos de deformación plástica desde las perspectivas de ciencia de materiales y de la mecánica de medios continuos.  
Comprender y modelizar la influencia de la microestructura y las barreras microestructurales en la deformación plástica de metales.  
Entender y modelizar los mecanismos de endurecimiento que se presentan en metales y aleaciones.  
Comprender el desarrollo de deformación plástica al estar confinada en dimensiones diminutas de material. Proporcionar un conocimiento fundamental sobre el estudio de la plasticidad mediante técnicas como la nanoindentación y la compresión de micropilares.

#### HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	28,0	18.67
Horas grupo pequeño	14,0	9.33
Horas aprendizaje autónomo	108,0	72.00

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### Introducción a las dislocaciones, maclas y teoría de la elasticidad

**Descripción:**

Dislocaciones, vectores de Burgers y línea de dislocación, sistemas de deslizamiento en cristales FCC, BCC y HCP. Estructura de maclas.

Tensor de tensiones; cálculo genérico de la tensión cortante resuelta.

Tensor de deformaciones; tensor gradiente de deformación y micromecánica de la deformación plástica.

Elasticidad lineal. Tensor de elasticidad. Simetría cristalina y anisotropía elástica.

Campos de tensiones alrededor de dislocaciones.

Densidad de energía elástica y tensión de línea alrededor de una dislocación.

**Objetivos específicos:**

Revisar aspectos básicos de la mecánica de medios continuos que han sido adquiridos en cursos previos o introductorios. Aplicar dichos conceptos en el estudio de la micromecánica de la plasticidad.

Revisar aspectos básicos vinculados con dislocaciones y maclas.

Mostrar resultados clave de la teoría de la elasticidad en el estudio de las dislocaciones.

**Dedicación:** 15h

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 9h

### Plasticidad en metales FCC y su descripción mediante la mecánica del continuo

**Descripción:**

Descomposición en parciales de Shockley

Energía de falla de apilamiento

Mecanismos de formación de maclas

Formación de uniones de dislocaciones

Ecuación de Peach-Koehler y movimiento de una fuente de Frank-Read

Densidad de dislocaciones y su incremento durante la deformación

El modelo de la tensión de línea

Deslizamiento cruzado

Estudio de la plasticidad cristalina mediante la mecánica del continuo: Distancia media recorrida por las dislocaciones y el modelo de "almacenamiento y recuperación". Construcción del tensor de deformaciones. Descripción del endurecimiento latente.

Etapas de la deformación plástica de un monocristal.

Kinks y jogs

**Objetivos específicos:**

Alcanzar un conocimiento profundo sobre los mecanismos fundamentales que explican el endurecimiento por deformación en metales.

Entender los mecanismos clásicos vinculados con el movimiento de dislocaciones.

Establecer los elementos en los que se sustenta la modelización de la plasticidad cristalina mediante la mecánica del continuo.

Entender y modelizar los procesos de deformación plástica uniaxial en monocristales.

**Dedicación:** 35h

Grupo grande/Teoría: 15h

Aprendizaje autónomo: 20h

### Plasticidad en metales BCC

**Descripción:**

Dislocaciones en metales BCC: generalidades

La barrera de Peierls.

Movimiento térmicamente activado de las dislocaciones de tornillo o helicoidales: mecanismos de double kinking.

Formación de maclas

Estructura del núcleo de la dislocación.

**Objetivos específicos:**

Comprender las diferencias fundamentales entre los procesos de movimiento de dislocaciones en metales FCC y BCC.

Comprender el concepto de la barrera de Peierls

Entender las diferencias fenomenológicas subyacentes a la curva tensión-deformación en metales FCC y BCC.

**Dedicación:** 6h

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 3h

### Bordes de grano, intercaras y dislocaciones

**Descripción:**

Clasificación de las intercaras tilt y twist

Modelo de Read-Shockley y la energía del borde de grano

Coherencia, semicoherencia e incoherencia de las intercaras. Ejemplos y energías asociadas. Intercaras sigma.

**Objetivos específicos:**

Entender la morfología y energías de las intercaras.

Entender la generación de bordes de grano como apilamiento de dislocaciones.

Caracterización de intercaras en materiales metálicos en términos de su energía y coherencia relativa.

**Dedicación:** 6h

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 3h

### Mecanismos de endurecimiento de metales y su modelización

**Descripción:**

Endurecimiento por solución sólida: mecanismos y modelos.

Dislocaciones en aleaciones de alta entropía.

Endurecimiento por precipitación y modelos vinculados con la tensión de línea

Endurecimiento y ablandamiento por borde de grano: mecanismos y su modelización.

Aplicaciones a aceros y a aleaciones de aluminio.

**Objetivos específicos:**

Aplicar los modelos y conceptos adquiridos respecto al movimiento de dislocaciones en el estudio de los mecanismos de endurecimiento presentes en metales puros y aleaciones.

Diseño y optimización microestructural frente a la deformación plástica.

**Dedicación:** 12h

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 6h

### Descripción de la plasticidad en escalas macroscópicas de material mediante mecánica del continuo

**Descripción:**

Superficies de fluencia: Tresca, von Mises.

Teorías de flujo y de deformación basadas en J2.

Endurecimiento cinemático.

Plasticidad dependiente de la presión: plasticidad en vidrios y en la presencia de transformaciones de fase. Modelos de Drucker-Prager y Mohr-Coulomb.

**Objetivos específicos:**

Proporcionar una base mecánica sólida al estudio y modelización de la plasticidad en un continuo de material.

Comprender las bases micromecánicas y fenomenológicas en las que se sustenta la modelización de procesos plásticos mediante teorías de la plasticidad basadas en la mecánica de medios continuos.

Suministrar criterios útiles sobre la selección de modelos constitutivos y teorías de la plasticidad empleadas en modelizaciones computacionales de la deformación plástica.

**Dedicación:** 15h

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 9h

### Plasticidad en escalas diminutas de material

**Descripción:**

Intermitencias plásticas y avalanchas de dislocaciones

Aniquilación de dislocaciones en superficies

Ensayos de compresión de micropilares

Nanoindentación: nucleación de dislocaciones y evolución de la dureza

**Objetivos específicos:**

Comprender los mecanismos subyacentes al paradigma de que la resistencia aumenta cuanto menor el volumen o "smaller is stronger"

Proporcionar una base micromecánica para el análisis de los ensayos de compresión de micropilares y de nanoindentación.

**Dedicación:** 6h

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 3h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

2 Trabajos pactados con el estudiante para ampliar conocimientos o resolver problemas abordados en clase. 1 trabajo monográfico