



# Guía Docente

## **MATERIALES METÁLICOS: OBTENCIÓN Y COMPORTAMIENTO EN SERVICIO**

---



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**CURSO 2022-2023**



## I.- IDENTIFICACIÓN

<b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA:</b>	<b>Materiales metálicos: obtención y comportamiento en servicio</b>
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	<b>6</b>
<b>CARÁCTER:</b>	<b>Optativa</b>
<b>MATERIA:</b>	<b>Complementos avanzados de Química</b>
<b>MÓDULO:</b>	<b>Avanzado</b>
<b>TITULACIÓN:</b>	<b>Grado en Química</b>
<b>SEMESTRE/CUATRIMESTRE:</b>	<b>Segundo (cuarto curso)</b>
<b>DEPARTAMENTO/S:</b>	<b>Ingeniería Química y de Materiales</b>

### PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Grupo único	
Teoría Tutoría Laboratorio	<b>Profesora:</b> JESÚS ÁNGEL MUÑOZ SÁNCHEZ <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA-232A <b>e-mail:</b> <a href="mailto:jamunoz@ucm.es">jamunoz@ucm.es</a>
Laboratorio	<b>Profesor:</b> FELISA GONZÁLEZ GONZÁLEZ <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA-232F <b>e-mail:</b> <a href="mailto:fgonzalezg@ucm.es">fgonzalezg@ucm.es</a>

Laboratorio QA-S48					
Grupo	Cuatri.	Profesor/a	Correo	Despacho	Depar.
A1	2º	Jesús A. Muñoz Sánchez	<a href="mailto:jamunoz@ucm.es">jamunoz@ucm.es</a>	QA-232A	IQM
A2	2º	Felisa González González	<a href="mailto:fgonzalezg@ucm.es">fgonzalezg@ucm.es</a>	QA-232F	IQM

## II.- OBJETIVOS

### ■ OBJETIVO GENERAL

Conocer y comprender el fundamento químico-físico de los procesos de obtención y comportamiento en servicio de los materiales metálicos.

### ■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adquirir una visión general tanto de las materias primas como de los procesos más comunes utilizados en la preparación de materiales metálicos.



- Adquirir una visión general de los procesos de corrosión y oxidación de los metales, sus fundamentos químicos y los procedimientos de protección.
- Conocer cuáles son los conceptos relacionados con la resistencia de los materiales metálicos y su relación con el fallo de estos. Adquirir los conocimientos para el control de calidad y la normalización.

### III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

#### ■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Serán necesarios conocimientos básicos de ciencia de materiales y química.

#### ■ RECOMENDACIONES:

Se recomienda haber superado las materias de *Química General*, *Geología* y *Ciencia de Materiales*.

### IV.- CONTENIDOS

#### ■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

##### *Contenidos teóricos*

Preparación de materiales metálicos. Fundamentos termodinámicos y cinéticos de los procesos de preparación. Procesos pirometalúrgicos. Procesos hidrometalúrgicos. Fenómenos de corrosión. Corrosión electroquímica. Métodos de protección contra la corrosión. Resistencia de materiales. Conceptos acerca del fallo de los materiales metálicos. Ensayos destructivos y no destructivos. Control de calidad. Normalización.

##### *Contenidos prácticos*

Preparación de materiales metálicos. Degradación de materiales metálicos. Ensayos no destructivos.

#### ■ PROGRAMA:

##### **BLOQUE TEMÁTICO I. Obtención de materiales metálicos**

##### **Tema 1. Menas minerales y operaciones preparatorias**

- 1.1 División de la metalurgia extractiva
- 1.2 Factores determinantes en la elección de un proceso de extracción
- 1.3 El sistema periódico y la metalurgia extractiva
- 1.4 Preparación de menas

##### **Tema 2. Fundamentos termodinámicos, cinéticos y electroquímicos de los procesos de obtención**

- 2.1 Diagramas termodinámicos



2.2 Reacciones heterogéneas

2.3 Efecto de las variables cinéticas

2.4 Depósito electroquímico

**Tema 3. Procesos pirometalúrgicos: Fundamentos**

3.1 Principales operaciones

3.2 Escorias: Definición, constituyentes y estructura

3.3 Procesos de fusión: tipos de hornos y atmósferas

3.4 Tratamiento pirometalúrgico de óxidos

3.5 Tratamiento pirometalúrgico de sulfuros

**Tema 4. Procesos hidrometalúrgicos: Fundamentos**

4.1 Características

4.2 Operaciones preparatorias

4.3 Lixiviación

4.4 Purificación y/o concentración

4.5 Precipitación

**Tema 5. Siderurgia y obtención de metales no férreos**

5.1 Fabricación del acero

5.1.1 Fusión en el horno alto

5.1.2 Afino del arrabio y metalurgia secundaria

5.2 Obtención de cobre

5.3 Obtención de aluminio

5.4 Obtención de cinc

**BLOQUE TEMÁTICO II. Corrosión y Protección**

**Tema 6. Fenómenos de corrosión**

6.1 Clasificación de los procesos de corrosión

6.2 Principios de corrosión a elevada temperatura

6.3 Corrosión electroquímica

6.3.1 Aspectos termodinámicos

6.3.2 Cinética de corrosión

6.3.3 Fenómenos de polarización



**Tema 7. Fenómenos de pasivación. Corrosión localizada**

- 7.1 Curva de polarización anódica de materiales pasivables
- 7.2 Diagramas de Pourbaix
- 7.3 Corrosión por picadura
- 7.4 Corrosión intergranular

**Tema 8. Acción conjunta de factores mecánicos y electroquímicos**

- 8.1 Introducción
- 8.2 Corrosión por desgaste superficial
- 8.3 Corrosión bajo tensión
- 8.4 Fatiga con corrosión

**Tema 9. Métodos de protección contra la corrosión**

- 9.1 Clasificación
- 9.2 Métodos electroquímicos
- 9.3 Protección por recubrimientos
- 9.4 Otros procedimientos de protección

**BLOQUE TEMÁTICO III. Comportamiento en servicio**

**Tema 10. Resistencia de materiales**

- 10.1 Conceptos básicos
- 10.2 Propiedades resistentes-dúctiles. Resiliencia y tenacidad
- 10.3 Distintos efectos sobre la curva de tensión-deformación
- 10.4 Endurecimiento mecánico
- 10.5 Correlación entre dureza y resistencia

**Tema 11. Fallo en servicio**

- 11.1 Rotura dúctil y frágil
- 11.2 Fluencia
- 11.3 Fatiga

**Tema 12. Ensayos**

- 12.1 Introducción: finalidad de los ensayos
- 12.2 Ensayos destructivos
- 12.3 Ensayos no destructivos: líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonidos y radiografía.

**Tema 13. Gestión de calidad y normalización**

13.1 Concepto de calidad

13.2 Sistemas de calidad: Premisas fundamentales

13.3 Auditorias y evaluaciones

13.4 Normas

13.4.1 Definición

13.4.2 Características

13.4.3 Clasificación

**SEMINARIOS**

Diagramas de Ellingham y Richardson

Problemas de corrosión

**PRÁCTICO**

Procesos de preparación de materiales metálicos

Procesos de degradación de materiales metálicos

Ensayos no destructivos

**V.- COMPETENCIAS****■ GENERALES:**

- **CG1-MA1:** Reconocer y valorar los procesos químicos en la vida diaria.
- **CG2-MA1:** Valorar la importancia de la Química y su impacto en la sociedad industrial y tecnológica.
- **CG2-MA2:** Relacionar áreas interdisciplinarias en plena expansión, y tomar conciencia de la importancia que la investigación interdisciplinar tiene en el avance de la Ciencia.
- **CG3-MA1:** Demostrar una base de conocimientos y habilidades con las que pueda continuar sus estudios en áreas especializadas de Química o en áreas multidisciplinares.
- **CG4-MA1:** Plasmar los conocimientos específicos de cada materia en el lenguaje científico universal, entendido y compartido interdisciplinariamente.



- **CG7-MA1:** Aplicar conocimientos teóricos y prácticos a la solución de problemas en Química y seleccionar el método más adecuado para resolverlos.
- **CG8-MA1:** Valorar investigaciones y estudios detallados en el campo de la Química.
- **G11-MA1:** Manejar instrumentación para análisis, síntesis e investigaciones estructurales.
- **CG13-MA1:** Desarrollar buenas prácticas científicas de medida y experimentación.

#### ■ ESPECÍFICAS:

- **CE33-MACQ1:** Aplicar los conocimientos teóricos mínimos que permitan entender el fundamento de los diferentes procesos de obtención de materiales metálicos en la industria.
- **CE33-MACQ2:** Formular la termodinámica y cinética de los procesos de obtención de materiales que los hacen viables desde el punto de vista industrial.
- **CE33-MACQ3:** Discriminar entre los diferentes procedimientos de obtención de materiales metálicos para establecer el más idóneo en cada caso.
- **CE33-MACQ4:** Describir los mecanismos de degradación de los distintos tipos de materiales metálicos.
- **CE34-MACQ1:** Formular la termodinámica y cinética de los procesos de corrosión, oxidación y deterioro.
- **CE34-MACQ2:** Explicar las propiedades mecánicas de los materiales que les hacen útiles a la sociedad y aplicar los conocimientos teóricos y prácticos de los materiales a la solución de problemas durante su vida en servicio.

#### ■ TRANSVERSALES:

- **CT1-MA1:** Elaborar y escribir memorias e informes de carácter científico y técnico.
- **CT2-MA1:** Trabajar en equipo.
- **CT3-MA1:** Aprender a tomar decisiones ante un problema real práctico.
- **CT5-MA1:** Consultar, utilizar y analizar cualquier fuente bibliográfica.
- **CT5-MA2:** Manejar bibliografía y bases de datos especializadas, y de recursos accesibles a través de Internet.



- **CT11-MA1:** Desarrollar trabajo autónomo.
- **CT12-MA1:** Desarrollar sensibilidad hacia temas medioambientales y preservación del medioambiente.

## VI.- RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar esta asignatura el alumno debe ser capaz de:

1. Conocer las posibilidades de preparación de las materias primas disponibles para la obtención de los metales.
2. Conocer los fundamentos de los procesos extractivos.
3. Aplicar los tratamientos tanto pirometalúrgicos como hidrometalúrgicos para la obtención de metales a partir de las menas minerales.
4. Conocer los distintos tipos de corrosión que sufren los materiales metálicos cuando están en servicio.
6. Identificar casos concretos de corrosión localizada y de acción conjunta entre factores mecánicos y electroquímicos
7. Conocer el comportamiento mecánico de los metales en servicio, así como los fallos que les conducen a la fractura.
8. Conocer los diferentes ensayos que pueden emplearse para determinar algunas propiedades mecánicas de los metales y detectar posibles defectos.
9. Gestionar un sistema de calidad.

## VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	30	45	3
Seminarios	8	12	0,8
Tutorías/Trabajos dirigidos	4	6	0,4
Laboratorios	12	9	0,84
Preparación de trabajos y exámenes	6	18	0,96
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>6</b>





## VII.- METODOLOGÍA

Las actividades formativas se encuadran en **clases teóricas** (3 créditos), **clases de seminarios y/o problemas** (0,8 créditos), **laboratorio** (0,84 créditos), **tutorías dirigidas y trabajos** (0,4 créditos).

Durante las sesiones teóricas se expondrán claramente los objetivos principales de cada tema, se desarrollará el contenido y se pondrán a disposición del alumno todos aquellos materiales necesarios para su comprensión. Estas sesiones teóricas están encaminadas a que el alumno adquiera los conocimientos para satisfacer distintas competencias pero con especial énfasis aquellas de carácter específico: CE33-MACQ1, CE33-MACQ2, CE33-MACQ3, CE33-MACQ4, CE34-MACQ1, CE34-MACQ2. El material necesario para el desarrollo de las clases se pondrá a disposición de los alumnos en el Campus Virtual y/o en el servicio de reprografía de la Facultad.

Para los seminarios se proporcionarán a los alumnos relaciones de problemas/ejercicios/esquemas que desarrollarán individualmente o en grupo. Para potenciar el trabajo autónomo se evaluará la realización de ejercicios numéricos, trabajos relacionados con la aplicación de los materiales en la industria y la sociedad y la búsqueda bibliográfica de la información en ciencia de materiales; todos estos aspectos se abordarán en las tutorías dirigidas. Estas actividades están encaminadas a que el alumno adquiera los conocimientos para satisfacer distintas competencias pero con especial énfasis aquellas de carácter general y transversal: CG1-MA1, CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CT1-MA1, CT2-MA1, CT3-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT11-MA1, CT12-MA1.

Las sesiones **prácticas de laboratorio** se desarrollarán en tres sesiones de cuatro horas. Al comienzo de cada sesión se explicarán los fundamentos básicos de cada práctica, que se desarrollarán en grupos de 2/3 alumnos. Estas sesiones prácticas están encaminadas a que el alumno adquiera todas las competencias generales, específicas y transversales. Al finalizar el periodo de laboratorio cada grupo de alumnos deberá entregar el correspondiente informe donde se recogerán los resultados obtenidos junto con su discusión.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA

### ■ BÁSICA:

- Ballester, A., Verdeja, L.F. y Sancho, J.: “*Metalurgia Extractiva*”, Tomos I y II. Editorial Síntesis, S.A., 2000.
- Otero, E.: “*Corrosión y Degradación de Materiales*”, Editorial Síntesis, 1997.
- Ashby, M. F. y Jones, D.R.H.: “*Materiales para la Ingeniería I*”, Editorial Reverté S.A., 2008.

## IX.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la participación en las diferentes actividades propuestas. Es obligatorio asistir a todas las tutorías dirigidas, así como a todas las sesiones



de laboratorio. Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales.

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán, de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se muestran en cada uno de los aspectos recogidos a continuación. Será necesario superar globalmente las actividades relacionadas con las prácticas de laboratorio para acceder a la calificación final de la asignatura y que constituyen en su conjunto el 20% de la calificación global. Todas las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos, y de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (exámenes parciales, laboratorios, tutorías, entrega de problemas,...) se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas. En todo caso, se respetará el plazo mínimo de siete días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.

■ **EXÁMENES ESCRITOS:** **70%**

Constarán de cuestiones relacionadas con la materia impartida en las clases teóricas. Se realizará un examen parcial liberatorio de los temas 1 a 6 y un examen final una vez acabado el cuatrimestre. Los alumnos que no hayan superado el examen final tendrán un examen de todo el programa en la convocatoria extraordinaria de julio.

Competencias evaluadas: CG1-MA1, CG2-MA1, CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CE33-MACQ1, CE33-MACQ2, CE33-MACQ3, CE33-MACQ4, CE34-MACQ1, CE34-MACQ2, CT1-MA1, CT2-MA1, CT3-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT11-MA1.

■ **ACTIVIDADES DIRIGIDAS (TUTORÍAS Y TRABAJOS):** **15%**

Se valorará el esfuerzo personal que el alumno desarrolle en las tutorías dirigidas y en los seminarios, así como su participación activa en los mismos promoviendo la discusión de las cuestiones y/o problemas propuestos. Asimismo se tendrá en cuenta la calificación de los trabajos propuestos.

Competencias evaluadas: CG1-MA1, CG3-MA1, CG4-MA1, CE33-MACQ1, CE33-MACQ2, CE33-MACQ3, CE33-MACQ4, CE34-MACQ1, CE34-MACQ2, CT1-MA1, CT2-MA1, CT3-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT11-MA1, CT12-MA1.

■ **PRÁCTICAS DE LABORATORIO:** **15%**

Se tendrá en cuenta tanto el interés como el trabajo personal del alumno durante la realización de las prácticas; también se valorará su atención y cuidado en el manejo del instrumental del laboratorio. La memoria de prácticas tendrá una valoración importante en cuanto a su estructuración, la discusión de los resultados y las conclusiones obtenidas.

Competencias evaluadas: Todas las competencias generales, específicas y transversales.



**PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA**

BLOQUE TEMÁTICO	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
<b>Bloque I: Obtención de materiales metálicos</b>	Clases Teoría	14	1	1ª Semana	7ª Semana
	Clases Problemas	3	1		
	Tutoría programada*	1	3	5ª Semana	
<b>Bloque II: Corrosión y protección</b>	Clases Teoría	8	1	8ª Semana	12ª Semana
	Clases Problemas	3	1		
	Tutoría programada*	1	3	10ª Semana	
<b>Bloque III: Comportamiento en servicio</b>	Clases Teoría	8	1	12ª Semana	15ª Semana
	Clases Problemas	2	3		
	Tutoría programada*	1		13ª Semana	
	Tutoría programada*	1		14ª Semana	

\* Las tutorías programadas están sujetas a posibles modificaciones según la planificación del resto de asignaturas del grupo.



**RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES**

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
<b>Clases de teoría</b>	CG1-MA1, CG2-MA1, CG3-MA1, CG4-MA1, CE33-MACQ1, CE33-MACQ2, CE33-MACQ3, CE33-MACQ4, CE34-MACQ1, CE34-MACQ2, CT2-MA1, CT3-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT11-MA1	Exposición de conceptos teóricos.	Toma de apuntes. Formulación de preguntas y dudas.	Calificación de las respuestas realizadas por escrito a preguntas relacionadas con los conceptos teóricos explicados.	30	45	75	70%
<b>Seminarios</b>	CG1-MA1, CG7-MA1, CE33-MACQ2, CE33-MACQ3, CE33-MACQ4, CE34-MACQ1, CE34-MACQ2, CT1-MA1, CT2-MA1, CT3-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT11-MA1	Aplicación de la teoría a la resolución de ejercicios y problemas.	Toma de apuntes. Realización de ejercicios. Formulación de preguntas y dudas.	Calificación de las respuestas (planteamiento y resultado) realizadas por escrito para la resolución de ejercicios prácticos y problemas numéricos.	8	12	20	
<b>Tutorías /Trabajos dirigidos</b>	CG1-MA1, CG3-MA1, CG4-MA1, CE33-MACQ1, CE33-MACQ2, CE33-MACQ3, CE33-MACQ4, CE34-MACQ1, CE34-MACQ2, CT1-MA1, CT2-MA1, CT3-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT11-MA1, CT12-MA1	Proponer problemas/ ejercicios/ esquemas. Elaboración y propuesta de trabajos. Ayuda al alumno a dirigir su estudio con explicaciones y recomendaciones bibliográficas. Fomentar la discusión creativa.	Presentar dudas/cuestiones relacionados con el trabajo propuesto. Elaborar por escrito trabajos en grupo. Consulta al profesor sobre las dificultades conceptuales y metodológicas que encuentra al estudiar la materia.	Esfuerzo personal que el alumno desarrolle y su participación activa. Calidad del trabajo presentado.	4	6	10	15%



Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
<b>Laboratorios</b>	Todas las competencias generales, específicas y transversales	<p>Explicación de los fundamentos básicos de cada práctica.</p> <p>Explicación del manejo/funcionamiento del instrumental.</p> <p>Supervisar el trabajo del alumno.</p> <p>Resolver cuestiones y preguntas sobre la práctica.</p> <p>Orientar en la discusión de resultados y confección del informe.</p>	<p>Aprender las normas de seguridad de los laboratorios de materiales y el manejo del instrumental característico.</p> <p>Aprender a interpretar y discutir resultados.</p> <p>Aprender a elaborar informes científico/técnico.</p>	<p>Interés y trabajo personal del alumno durante la realización de las prácticas.</p> <p>Atención y cuidado en el manejo del instrumental del laboratorio.</p> <p>Estructuración, discusión de los resultados y conclusiones obtenidas presentadas en la memoria.</p>	12	9	21	15%
<b>Exámenes</b>	CG1-MA1, CG2-MA1, CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CE33-MACQ1, CE33-MACQ2, CE33-MACQ3, CE33-MACQ4, CE34-MACQ1, CE34-MACQ2, CT2-MA1, CT3-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT11-MA1	<p>Propuesta, vigilancia y corrección del examen.</p> <p>Calificación del alumno.</p>	Preparación y realización.		6	18	24	
<b>P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación</b>								

