



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y  
Energía

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**65001038 - Electrometalurgia Y Reciclaje De Materiales Metalicos**

### PLAN DE ESTUDIOS

06TM - Grado En Ingenieria En Tecnologia Minera

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	9
9. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	65001038 - Electrometalurgia y Reciclaje de Materiales Metalicos
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	06TM - Grado en Ingenieria en Tecnologia Minera
<b>Centro responsable de la titulación</b>	06 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Minas Y Energía
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Ana Maria Mendez Lazaro (Coordinador/a)	204	anamaria.mendez@upm.es	L - 10:00 - 13:00 X - 10:00 - 13:00
Iñigo Eloy Ruiz Bustinza	222	inigo.rbustinza@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Mineralurgia
- Metalurgia Y Siderurgia
- Química II
- Química I
- Química Física

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnología Minera no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CG 1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Tecnología Minera.

CG 2 - Poseer capacidad para diseñar, analizar, calcular, proyectar, construir, mantener, conservar, explotar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de las Tecnologías Mineras, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas, incluyendo la función de asesoría en estos campos.

CG 3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.

CG 4 - Comprender el impacto de la tecnología minera en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad. desarrollando la capacidad para la realización de estudios de ordenación del territorio y de los aspectos medioambientales relacionados con los proyectos, plantas e instalaciones, en su ámbito

CG 5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos

especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG 6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional

CG 7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la ingeniería en tecnología minera en sus actividades profesionales.

F37 - Metalurgia y tratamiento de concentrados minerales, metales y aleaciones: Industria metalurgia férrea y no férrea, aleaciones especiales, ensayos metalotécnicos, etc

F41 - Reciclaje de los materiales metálicos

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA187 - Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de la ingeniería electrometalúrgica

RA189 - Capacidad para diseñar y planificar proyectos de instalaciones electrometalúrgicas

RA188 - Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de reciclaje de los materiales metálicos

RA190 - Aplicar los conocimientos económicos, de calidad y medioambientales en el diseño de instalaciones electrometalúrgicas

RA191 - Aplicar los conocimientos económicos, de calidad y medioambientales en el reciclaje de materiales metálicos

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Se estudian las principales aplicaciones industriales de la electrometalurgia y la situación actual del reciclaje de metales

Se aplica la electrometalurgia acuosa a la obtención del cobre y del zinc, y la electrolisis ígnea a la obtención del aluminio y magnesio

Se estudian asimismo el reciclado del acero, y de los cuatro metales no féreos principales (aluminio, cobre, zinc y plomo) y otros residuos ricos en metales (chatarras electrónicas, catalizadores, pilas y baterías)

Se explica la aplicación del ACV en metalurgia

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Aplicación de la electrólisis a la obtención de metales
  - 1.1. La electrólisis acuosa en metalurgia
  - 1.2. Polarización por hidrógeno y oxígeno
  - 1.3. Electrólisis en medio ácido y básico
2. Electrólisis acuosa
  - 2.1. Diferencias y similitudes entre EW (Electrowinning) y afino electrolítico
  - 2.2. El reactor de electrólisis y sus partes
  - 2.3. Aplicaciones a la obtención del cobre y del zinc
3. Electrólisis ígnea
  - 3.1. Características de la electrólisis de sales fundidas
  - 3.2. El electrolito. Propiedades y acondicionamiento
  - 3.3. Efecto anódico
  - 3.4. Aplicación a la obtención del aluminio
4. Electrotermia
  - 4.1. Aplicación de la electrotermia a la metalurgia
  - 4.2. Principales hornos eléctricos: Hornos de arco sumergido. Hornos de arco libre. Hornos de resistencia. Hornos de inducción.
5. Introducción al reciclaje de materiales metálicos
  - 5.1. Fundamentos del reciclaje de metales
  - 5.2. Chatarras y sistemas de clasificación
6. Análisis del ciclo de vida de los materiales metálicos
  - 6.1. Fundamentos del análisis del ciclo de vida
  - 6.2. Análisis del ciclo de vida de materiales metálicos
7. Reciclaje del acero
  - 7.1. Principales sistemas de reciclaje de acero
8. Reciclado de aluminio, cobre, zinc y plomo

## 9. Reciclaje de pilas, baterías, catalizadores y chatarras electrónicas

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica de laboratorio. EW</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 3</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			
7	<b>Tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica de laboratorio. Electrorrefino</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Evaluación I</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
10	<b>Tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica de laboratorio. Reciclaje</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			



13	<b>Tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 8</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica de laboratorio. ACV</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	<b>Tema 8</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Practica de laboratorio. Reciclaje</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Informe práctico</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
15	<b>Tema 9</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			<b>Evaluación II</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
16			<b>Viaje de prácticas a instalaciones electrometalúrgicas.</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
17				<b>Evaluación global</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Evaluación I	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	5 / 10	CG 1 CG 2 CG 3 CG 4 CG 5 CG 6 CG 7 F37 F41
14	Informe práctico	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	20%	5 / 10	F41 CG 1
15	Evaluación II	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	5 / 10	F41 CG 1 CG 2 CG 3 CG 4 CG 5 CG 6 CG 7 F37

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Evaluación global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	100%	5 / 10	CG 2 F37 F41 CG 3 CG 4 CG 1 CG 5 CG 6 CG 7

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Se valora la adquisición de conocimientos transmitidos a través de exámenes escritos.

El alumno podrá aprobar la asignatura por:

Evaluación continua: Prueba escrita I (40%), Prueba escrita II (40%), Informe práctico (20%). Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación superior a 5 sobre 10 en cada prueba incluido el informe práctico

Evaluación global: 100% examen escrito. El examen incluirá preguntas de la parte teórica y práctica

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Curso de electrometalurgia. F. Parrilla. Fundación Gómez Pardo (2005)	Bibliografía	
Ingeniería electroquímica. C.L. Mantell. Editorial Reverté (2003)	Bibliografía	
Recycling Handbook, 2nd Edition. H. F. Lund. Editorial McGrawHill (2000)	Bibliografía	
Metalurgia extractiva. Volumen 1 y 2. A. Ballester, L.F. Verdeja, J. Sancho. Editorial Síntesis (2000)	Bibliografía	Bibliografía complementaria

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

En esta asignatura se trabajan los siguientes **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

ODS6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

ODS9: Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

ODS12: Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.