UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

GUÍA DE APRENDIZAJE

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE MINERALES

GRADO EN INGENIERÍA MINERALÚRGICA Y METALÚRGICA DE LAS MATERIAS PRIMAS

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	65005011	3	3 ECTS	OBLIGATORIA	SEGUNDO SEMESTRE

IDIOMA
ESPAÑOL

CENTRO RESPONSABLE
E.T.S. DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

DEPARTAMENTO RESPONSABLE
INGENIERÍA GEOLÓGICA Y MINERA

COORDINADOR/A
CARLOS GRIMA OLMEDO - carlos.grima@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

—

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

- ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD (65005008)
- MINERALURGIA (65005007)
- MECANICA DE FLUIDOS (65001019)

OTRAS RECOMENDACIONES

Se recomienda haber adquirido conocimientos básicos sobre propiedades físicas de los minerales, técnicas de caracterización mineralógica, balances de materia, transporte de sólidos y fluidos, así como fundamentos de las operaciones unitarias empleadas en las plantas de tratamiento de minerales. También es aconsejable disponer de competencias básicas en el tratamiento e interpretación de datos experimentales.

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 1/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39

RESULTADOS

RD-1393/2007

Competencias

HAB8	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. TIPO: Habilidades o destrezas
HAB9	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. TIPO: Habilidades o destrezas
HAB6	Capacidad para aplicar metodologías de estudios y evaluaciones de impacto ambiental y, en general, de tecnologías ambientales, sostenibilidad y tratamiento de residuos. TIPO: Habilidades o destrezas
C2	Comprender y aplicar el diseño, operación y mantenimiento de plantas de preparación y tratamiento de minerales, rocas industriales, rocas ornamentales y residuos. TIPO: Competencias
CON14	Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de la ingeniería mineralúrgica, metalúrgica y de la Tecnología de Materiales.TIPO: Conocimientos o contenidos
C15	Capacidad para organizar y planificar en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos. TIPO: Competencias
HAB5	Capacidad de análisis de la problemática de la seguridad y salud en los proyectos, plantas o instalaciones. TIPO: Habilidades o destrezas
C6	Capacidad para aplicar los fundamentos y aplicaciones del tratamiento de concentrados minerales. TIPO: Competencias.
CON13	Conocer y comprender la metodología, gestión y organización de proyectos. TIPO: Conocimientos o contenidos

Resultados de aprendizaje

RA14	RA218 - Conocer y comprender los principios y el funcionamiento de los sistemas de concentración de minerales.
RA13	RA217 - Conocer y comprender los principios y el funcionamiento de los sistemas de trituración y molienda.
RA10	RA215 - Conocer y comprender los principios y el funcionamiento de los sistemas de clasificación.

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 2/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39

RA12	RA214 - Capacidad de conocer, comprender los fundamentos de los principios mineralúrgicos.
RA139	Este Plan de Estudios está definido según el RD 822/2021
RA11	RA216 - Conocer e interpretar análisis granulométricos.

DESCRIPCIÓN

El objetivo de esta asignatura es la comprensión y aplicación de las operaciones mineralúrgicas para el aprovechamiento económico de una mena o un residuo valorizable. A la vez se trata de la incorporación de estas operaciones unitarias en un circuito racional en el que la maquinaria y accesorios son seleccionados de acuerdo a las características de la materia prima a tratar, los productos que se desean obtener, y el impacto medio ambiental del proceso.

Una planta de tratamiento es un conjunto de equipos y accesorios dispuestos armónicamente para realizar las operaciones unitarias que requiere el proceso.

En una operación minera, los procesos de conminución o reducción de tamaño corresponden a la etapa que necesita de los insumos más importantes: energía/electricidad, agua y aceros. Los objetivos de la conminución dentro de los procesos mineralúrgicos son:

- Liberación de partículas (para flotación)
- Aumento de área superficial (lixiviación)
- Producción de tamaños comerciales (áridos)

Los productos obtenidos en una planta de tratamiento o beneficio minero pueden ser:

- Concentrados, calibrados/clasificados, y materiales con mayor pureza
- Mixtos, de mezcla que se recirculan, o de constitución que deben ser liberados
- Estériles o colas de proceso, arcillas, lamas y lodos

Dentro del concepto de ley se establece el contenido en la sustancia que tiene cada producto, expresado en %. Mientras que la recuperación (recobro) es el porcentaje del elemento, mineral o sustancia que pasa a un producto determinado del total contenido en la muestra sometida a separación.

Para garantizar el éxito de un proceso de beneficio minero resulta necesario el cálculo de los parámetros operativos para su funcionamiento optimizado, la mejora continua del ciclo de producción con el funcionamiento mejorado de los equipos, evitando cuellos de botella, desgastes excesivos, mal funcionamiento o baja eficiencia de la instalación.

Se debe realizar una elección de los aparatos más idóneos que conforman la planta siempre dentro de las condiciones generales de realizar la operación con el menor coste posible, en lo que influye tanto el precio de los aparatos como su mantenimiento.

Se debe tener en cuenta además que en todo proceso se deben controlar las emisiones de polvo, los lodos generados, el ruido emitido, etc., en definitiva, el mantenimiento de las condiciones medioambientales y del entorno, así como el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo.

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 3/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39

TEMARIO

1. TEMA 1. INTRODUCCIÓN

2. TEMA 2. TRITURACIÓN Y CRIBADO (CIRCUITOS)

2.1. L1. Circuitos de fragmentación, conminución y cribado.

3. TEMA 3. MOLIENDA Y CLASIFICACIÓN (CIRCUITOS)

3.1. L2. Molinos de rodillos alta presión (HPGR). Funcionamiento. Principio de operación.

3.2. L3. Molinos verticales de medio guiado. Circuitos cerrados con clasificador interno/externo al equipo.

3.3. L4. Molinos por atrición en corriente turbulenta de gas. Micronizadores de aire/molinos de chorro.

4. TEMA 4. CRITERIOS TÉCNICO-ECONÓMICOS DE SELECCIÓN DE EQUIPOS

4.1. L5. Criterios técnicos y económicos para la selección de maquinaria. Granulometrías y formas de los productos.

5. TEMA 5. CIRCUITOS DE FLOTACIÓN

5.1. L6. Concentración

5.2. L7. Flotación. Circuitos

6. TEMA 6. DESMUESTRE Y CONTROLES EN PLANTA

6.1. L8. Desmuestre de menas

7. TEMA 7. TECNOLOGÍA DE SEPARACIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO

7.1. L9. Separación sólido-líquido

ACTIVIDADES

Actividad evaluable Actividad formativa

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 4/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39

Tema 1. Introducción General Plantas e Instalaciones

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Tema 2. Circuitos de trituración y cribado

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Tema 2. Circuitos de trituración y cribado

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Clase de Problemas

Tema 2. Circuitos de trituración y cribado

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Tema 2. Circuitos de trituración y cribado

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Clase de Problemas

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 5/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39

Tema 3. Circuitos de molienda y clasificación

SEMANAS: 1 2 3 **4** 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Tema 3. Circuitos de molienda y clasificación

SEMANAS: 1 2 3 4 **5** 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Clase de Problemas

Tema 4. Criterios Técnico-Económicos de selección de equipos

SEMANAS: 1 2 3 4 5 **6** 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Prácticas de Laboratorio. Bloque 1

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 **7** 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Laboratorio	Reducido

METODOLOGÍA: Prácticas de Laboratorio

Evaluación Ordinaria B1

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 **7** 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA
Presencial	02h 00m	Otro	Global	50%	5

METODOLOGÍA: Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS: CON13 HAB6 HAB5 HAB9 C6

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 6/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

Prueba de evaluación progresiva B1

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 **8** 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA
Presencial	02h 00m	Otro	Progresiva	50%	5

METODOLOGÍA
Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS
CON13 HAB6 HAB5 HAB9 C6

Prueba de evaluación progresiva B1

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 **8** 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA
Otras actividades

Tema 5. Circuitos de flotación

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 **9** 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA
Lección Magistral

Tema 5. Circuitos de flotación.

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 **10** 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA
Clase de Problemas

Prácticas de Laboratorio. Bloque 2

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **11** 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Laboratorio	Reducido

METODOLOGÍA
Prácticas de Laboratorio

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 7/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39

Prueba de evaluación. Problemas clase B2

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 **12** 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Otras actividades

Tema 6. Desmuestre y control de procesos

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 **13** 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Tema 5. Circuitos de flotación.

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 **13** 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Clase de Problemas

Visita Técnica a planta de tratamiento

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 **14** 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Laboratorio	Reducido

METODOLOGÍA: Viaje de prácticas

TEMA 7. Tecnología de separación sólido-líquido

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 **15** E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 8/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39

Evaluación Extraordinaria

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 **E**

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA
Presencial	03h 00m	Otro	Extraordinaria	100%	5

METODOLOGÍA
Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS
CON13 CON14 HAB6 HAB5 HAB8 HAB9 C15 C2 C6

Prueba de evaluación progresiva B2

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 **E**

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA
Presencial	02h 00m	Otro	Progresiva, Global	50%	5

METODOLOGÍA
Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS
CON14 HAB8 C15 C2

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Actividad evaluable | Actividad formativa | • Semana con actividad | E Período de exámenes

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
Tema 1. Introducción General Plantas e Instalaciones	•															
Tema 2. Circuitos de trituración y cribado		•														
Tema 2. Circuitos de trituración y cribado			•													
Tema 2. Circuitos de trituración y cribado			•													
Tema 2. Circuitos de trituración y cribado				•												
Tema 3. Circuitos de molienda y clasificación				•												

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 9/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
Tema 3. Circuitos de molienda y clasificación					•											
Tema 4. Criterios Técnico-Económicos de selección de equipos						•										
Prácticas de Laboratorio. Bloque 1							•									
Evaluación Ordinaria B1							•									
Prueba de evaluación progresiva B1								•								
Prueba de evaluación progresiva B1								•								
Tema 5. Circuitos de flotación									•							
Tema 5. Circuitos de flotación.										•						
Prácticas de Laboratorio. Bloque 2											•					
Prueba de evaluación. Problemas clase B2												•				
Tema 6. Desmuestre y control de procesos													•			
Tema 5. Circuitos de flotación.													•			
Visita Técnica a planta de tratamiento														•		
TEMA 7. Tecnología de separación sólido-líquido															•	
Evaluación Extraordinaria																•
Prueba de evaluación progresiva B2																•

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 10/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39

La calificación de la asignatura se basa en un sistema de evaluación progresiva. La nota final refleja los conocimientos adquiridos en teoría y problemas mediante la asistencia a clase y al laboratorio, así como a través del estudio autónomo y la realización de trabajos individuales o en grupo fuera del aula.

La asignatura se estructura en dos bloques de contenidos:

- Bloque B1: Temas T1 a T4.

- Bloque B2: Temas T5 a T8.

Cada bloque contempla una ponderación del 50 % entre teoría y problemas.

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

Se ha establecido un sistema de evaluación progresiva para ambos bloques (B1 y B2), con una distribución equilibrada entre teoría y problemas:

- Durante el mes de abril (la fecha concreta se anunciará con al menos 14 días de antelación) se llevará a cabo una prueba parcial liberatoria del bloque B1. Esta prueba permitirá al estudiante liberar dicho bloque de cara al examen final ordinario de junio. Se considerará superado el bloque B1 cuando la calificación obtenida sea igual o superior a 5 sobre 10.

- Los estudiantes que no superen la prueba parcial del B1 deberán presentarse en el **examen final ordinario** de mayo/junio a ambos bloques (B1 y B2). Aquellos que hayan aprobado el B1 podrán optar por examinarse únicamente del bloque B2, o de ambos bloques si desean mejorar su nota.

Otras actividades evaluables

A lo largo del curso se plantearán actividades académicas complementarias, tales como ejercicios, problemas, seminarios, visitas técnicas o actividades de especial interés relacionadas con la asignatura. La participación activa y el aprovechamiento de estas actividades podrán valorarse con una bonificación de hasta un 5 % en la calificación correspondiente a cada bloque de contenidos.

Actividades

- Prueba de evaluación progresiva B1 (50%)
- Prueba de evaluación progresiva B2 (50%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

La nota final de la asignatura será la media aritmética de las calificaciones obtenidas en los bloques B1 y B2, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 11/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39

- Obtener una nota mínima de 3 sobre 10 en cada uno de los bloques.

- Obtener una nota media igual o superior a 5 sobre 10 en el conjunto de la asignatura.

Actividades

- Evaluación Ordinaria B1 (50%)
- Prueba de evaluación progresiva B2 (50%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

El examen extraordinario de julio consistirá en una única prueba conjunta de teoría y problemas que abarcará el contenido completo de la asignatura. En esta convocatoria no se conservarán los bloques previamente aprobados. La asignatura se considerará superada cuando la calificación del examen sea igual o superior a 5 sobre 10.

Actividades

- Evaluación Extraordinaria (100%)

RECURSOS

Web

Bibliografia

Libros y artículos técnicos

Otros recursos

Visita Técnica a instalación

Visita a planta de tratamiento

Web

Moodle de la asignatura

Información y documentación de la asignatura

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 12/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Industria, innovación e infraestructura

Producción y consumo responsables

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 13/13

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/7152-4572-4833G7875R4B39