



## 1. DATOS GENERALES

**Asignatura:** GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES MINEROS  
**Tipología:** OBLIGATORIA  
**Grado:** 2356 - MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE MINAS  
**Centro:** 106 - E. ING. MINERA E INDUSTRIAL DE ALMADEN  
**Curso:** 2

**Lengua principal de impartición:** Español

**Uso docente de otras lenguas:** Uso ocasional del inglés para aspectos concretos.

**Página web:**

**Código:** 311020

**Créditos ECTS:** 6

**Curso académico:** 2023-24

**Grupo(s):** 50

**Duración:** Primer cuatrimestre

**Segunda lengua:**

**English Friendly:** N

**Bilingüe:** N

| Profesor: MANUEL SALVADOR CARMONA FRANCO - Grupo(s): 50 |                               |           |                        |   |
|---|-------------------------------|-----------|------------------------|---|
| Edificio/Despacho                                       | Departamento                  | Teléfono  | Correo electrónico     | Horario de tutoría  |
| ITQUIMA/Dirección                                       | INGENIERÍA QUÍMICA            | 6709      | manuel.cfranco@uclm.es | Miércoles, Jueves y Viernes de 12:00 a 13:00 horas  |
| Profesor: MARIA TERESA GARCIA GONZALEZ - Grupo(s): 50   |                               |           |                        |   |
| Edificio/Despacho                                       | Departamento                  | Teléfono  | Correo electrónico     | Horario de tutoría  |
| Edificio Enrique Costa / Despacho 14                    | INGENIERÍA QUÍMICA            | 926052851 | teresa.garcia@uclm.es  | Martes, miércoles y jueves 11:30 h a 12:30 h (ponerse en contacto con la profesora previamente) |
| Profesor: PABLO LEON HIGUERAS HIGUERAS - Grupo(s): 50   |                               |           |                        |   |
| Edificio/Despacho                                       | Departamento                  | Teléfono  | Correo electrónico     | Horario de tutoría  |
| EIMI Almadén, Ed. Storr, planta 1ª                      | INGENIERÍA GEOLÓGICA Y MINERA | 926052709 | pablo.higueras@uclm.es | Lunes, martes y viernes de 11 a 12 horas.   |

## 2. REQUISITOS PREVIOS

Son necesarios conocimientos de física, química, explotación de minas y tecnología ambiental para un correcto seguimiento de la materia.

## 3. JUSTIFICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS, RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS Y CON LA PROFESIÓN

El control de efluentes producidos durante los procesos mineros es de suma importancia para la minería moderna.

Las actividades mineras y procesos asociados (mineralurgia, metalurgia, y otros) producen grandes volúmenes de efluentes sólidos (estériles de mina y rechazos o colas de tratamientos mineralúrgicos, metalúrgicos y otros, incluyendo material calcinado o incluso fundido, con contenidos marginales de elementos potencialmente tóxicos), líquidos (tanto generados de forma natural por el contacto del agua superficial con los efluentes sólidos, como generados durante los procesos indicados, algunos de los cuales implican el uso de agua), como gaseosos (ya sean gases emitidos de forma natural por las menas (mercurio, grisú), como producidos durante los procesos indicados) así como aerosoles, emitidos durante determinados procesos.

El control de todos estos efluentes se encuentra con varias dificultades, que pueden resumirse en dos: su gran volumen, y el hecho de que algunos se generan, como se indica arriba, de forma natural y difusa en el entorno minero.

Es por ello, que la tecnología a utilizar para la gestión de estos efluentes ha de ser muy variada, y debe seguir protocolos estrictos que garanticen que los posibles efectos negativos que supone su falta de control lleguen a afectar a la salud de los trabajadores y en general, a la población y ecosistemas del entorno de las áreas mineras.

## 4. COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN QUE LA ASIGNATURA CONTRIBUYE A ALCANZAR

## Competencias propias de la asignatura

| Código | Descripción  |
|--------|--|
| CB07   | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio  |
| CB08   | Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios   |
| CB09   | Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades   |
| CB10   | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.  |
| CE08   | Capacidad para proyectar y ejecutar instalaciones de transporte, distribución y almacenamiento de sólidos, líquidos y gases.   |
| CE09   | Capacidad para proyectar y ejecutar tratamientos de aguas y gestión de residuos (urbanos, industriales o peligrosos).  |
| G01    | Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en sus campos de actividad.  |
| G02    | Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una planta o instalación, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su desarrollo, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuosos con el medio ambiente. |
| G13    | Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones.  |
| G14    | Capacidad para proyectar y ejecutar tratamientos de aguas y gestión de residuos (urbanos, industriales o peligrosos).  |
| G18    | Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, carboquímica, petroquímica y geotecnia.   |

## 5. OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

## Resultados de aprendizaje propios de la asignatura

## Descripción

Conocer en detalle distintos tipos de efluentes, sólidos, líquidos y gaseosos generados en procesos mineros.

Conocer y valorar adecuadamente las distintas alternativas existentes para la gestión y el tratamiento de los efluentes mineros.

Adquirir las habilidades de comprensión, análisis, estudio, valoración técnica y económica y del diseño tanto conceptual como de equipos para plantear y diseñar procesos de gestión y tratamiento de efluentes mineros.

## Resultados adicionales

Adquirir habilidades para para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones.

## 6. TEMARIO

**Tema 1: Introducción ¿ la minería y procesos relacionados como generadores de efluentes**

**Tema 2: Efluentes sólidos**

**Tema 2.1** Escombreras

**Tema 2.2** Balsas

**Tema 2.3** Diseño de equipos e Instalaciones para el manejo de efluentes sólidos

**Tema 3: Efluentes a la atmósfera**

**Tema 3.1** Gases y aerosoles emitidos por minería. Posibilidades de tratamiento

**Tema 3.2** Polvo, ruido y su mitigación

**Tema 3.3** Gases emitidos en procesos de extracción de productos energéticos y de producción de minerales metálicos e industriales, etc.

**Tema 3.4** Tecnologías de tratamiento

**Tema 3.5** Diseño de equipos e Instalaciones para el control de emisiones gaseosas

**Tema 4: Efluentes líquidos**

**Tema 4.1** Depuración de aguas industriales mineras, Tratamientos Primarios, secundarios y terciarios

**Tema 4.2** Problemática y tratamiento del drenaje ácido de mina, métodos pasivos y activos

**Tema 4.3** Diseño de equipos e Instalaciones para el manejo de aguas industriales mineras

**7. ACTIVIDADES O BLOQUES DE ACTIVIDAD Y METODOLOGÍA**

| Actividad formativa                                | Metodología                          | Competencias relacionadas (para títulos anteriores a RD 822/2021) | ECTS     | Horas      | Ev | Ob | Descripción   |
|--|--------------------------------------|---|----------|------------|----|----|---|
| Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA]         | Método expositivo/Lección magistral  | CB07 CB08 CB09 CB10 CE08 CE09 G01 G02 G13 G14 G18                 | 0.8      | 20         | N  |    | Lección magistral con apoyo de material proporcionado por el profesor   |
| Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL]       | Resolución de ejercicios y problemas | CB07 CB08 G01 G02 G13 G14 G18                                     | 1        | 25         | S  | S  | Resolución de problemas y/o casos propuestos. En las dos convocatorias oficiales se propondrán problemas o casos que permitan evaluar el grado de consecución de los objetivos y competencias propuestos en la asignatura.                        |
| Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA]        | Trabajo autónomo                     | CB07 CB08 CB10 CE08 CE09 G01 G02 G18                              | 1.6      | 40         | N  |    | Estudio personal autónomo del alumno  |
| Prueba final [PRESENCIAL]                          | Pruebas de evaluación                | CB07 CB08 CB09 CB10 G18   | 0.2      | 5          | S  | S  | En las dos convocatorias oficiales se realizará un examen de toda la materia impartida, que permita evaluar el grado de consecución de los objetivos y competencias propuestos en la asignatura.  |
| Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL]              | Prácticas                            | CB09 CE08 CE09 G01  | 0.4      | 10         | S  | S  | Los alumnos dispondrán de un guión de prácticas que deberá ser leído y comprendido antes de iniciar las prácticas. Se deberá presentar, por parte del alumno, una memoria donde reflejarán los resultados del trabajo realizado en el laboratorio |
| Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA]      | Combinación de métodos               | CB09 G18  | 2        | 50         | S  | N  | Elaboración de informes relativos a aspectos a definir durante el curso, incluyendo los relacionados con la resolución de ejercicios y problemas y con los temas tratados en el método expositivo.  |
| <b>Total:</b>                                      |                                      |   | <b>6</b> | <b>150</b> |    |    |   |
| <b>Créditos totales de trabajo presencial: 1.6</b> |                                      |   |          |            |    |    | <b>Horas totales de trabajo presencial: 40</b>  |
| <b>Créditos totales de trabajo autónomo: 4.4</b>   |                                      |   |          |            |    |    | <b>Horas totales de trabajo autónomo: 110</b>   |

Ev: Actividad formativa evaluable

Ob: Actividad formativa de superación obligatoria (Será imprescindible su superación tanto en evaluación continua como no continua)

**8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y VALORACIONES**

| Sistema de evaluación                | Evaluación continua | Evaluación no continua* | Descripción  |
|--------------------------------------|---------------------|-------------------------|--|
| Elaboración de memorias de prácticas | 30.00%              | 30.00%                  | Las prácticas de laboratorio son obligatorias y recuperables, sólo en la convocatoria EXTRAORDINARIA. La calificación se obtendrá del promedio entre: La memoria de prácticas (7,5%) (Presentación, cálculos realizados de forma adecuada y discusión de resultados). Realización de las Prácticas (7,5) (preparación previa, atiende y pone en práctica instrucciones del profesor, respeta las normas, cuida el material de prácticas, integra contenidos teóricos y prácticos, utiliza terminología adecuada y trabaja adecuadamente con el equipamiento). individualmente en cada uno de los temas. Para superar esta actividad se requerirá una calificación superior a 5.0 puntos. |
| Elaboración de trabajos teóricos     | 20.00%              | 20.00%                  | Se valoraran los informes o trabajos presentados por los alumnos   |
| Resolución de problemas o casos      | 30.00%              | 30.00%                  | En la misma fecha de la prueba final, los alumnos deberán resolver problemas o casos. Para superar esta actividad será necesario obtener como mínimo un 40% de la calificación máxima.   |
| Prueba final                         | 20.00%              | 20.00%                  | Se realizará una prueba final en la que los alumnos deberán obtener una nota superior a 4,5 puntos para poder superar la asignatura. Para superar esta actividad será necesario obtener como mínimo un 40% de la calificación máxima.  |
| <b>Total:</b>                        | <b>100.00%</b>      | <b>100.00%</b>          |  |

\* En **Evaluación no continua** se deben definir los porcentajes de evaluación según lo dispuesto en el art. 4 del Reglamento de Evaluación del Estudiante de la UCLM, que establece que debe facilitarse a los estudiantes que no puedan asistir regularmente a las actividades formativas presenciales la superación de la asignatura, teniendo derecho (art. 12.2) a ser calificado globalmente, en 2 convocatorias anuales por asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria (evaluándose el 100% de las competencias).

**Criterios de evaluación de la convocatoria ordinaria:**

**Evaluación continua:**

En la misma fecha de la Prueba Final (20% de la calificación máxima) se realizará la evaluación de la actividad formativa Resolución de Problemas o casos (30% de la calificación máxima)

La calificación resultará de aplicar los porcentajes siguientes:

20% prueba final + 30% Resolución de problemas + 30% memoria de prácticas +20 % de elaboración de trabajos teóricos

**Evaluación no continua:**

En el sistema de evaluación no continua se evaluarán los resultados de aprendizaje a través de una prueba, formada por una prueba final (20% de la calificación máxima) y Resolución de Problemas y casos (30% de la calificación máxima)

La calificación resultará de aplicar los porcentajes siguientes: 20% prueba final + 30% Resolución de problemas + 30% memoria de prácticas +20 % de elaboración de trabajos teóricos

**Particularidades de la convocatoria extraordinaria:**

Los resultados de aprendizaje se evaluarán a través

de una prueba, formada por una prueba final (20% de la calificación máxima), Resolución de Problemas y casos (30% de la calificación máxima) y preguntas relacionadas con los trabajos teóricos (20% de la calificación máxima).

Las prácticas de laboratorio (30% de la calificación máxima) podrán recuperarse por dos modalidades,

1- Realizando previamente las prácticas en común acuerdo con el profesor.

2- Realizando preguntas de funcionamiento del equipamiento de las prácticas planteadas en el temario mediante una visita al o los laboratorios.

La calificación resultará de aplicar los porcentajes siguientes:

20% prueba final + 30% Resolución de problemas + 30% memoria de prácticas +20 % de elaboración de trabajos teóricos

**Particularidades de la convocatoria especial de finalización:**

Los resultados de aprendizaje se evaluarán a través de una prueba, formada por una prueba final (20% de la calificación máxima), resolución de Problemas y casos (30% de la calificación máxima) y preguntas relacionadas con los trabajos teóricos (20% de la calificación máxima).

Las prácticas de laboratorio (30% de la calificación máxima) podrán recuperarse por dos modalidades:

1- Realizando previamente las prácticas en común acuerdo con el profesor.

2- Realizando preguntas de funcionamiento del equipamiento de las prácticas planteadas en el temario mediante una visita al o los laboratorios.

La calificación resultará de aplicar los porcentajes siguientes:

20% prueba final + 30% Resolución de problemas + 30% memoria de prácticas +20 % de elaboración de trabajos teóricos

**9. SECUENCIA DE TRABAJO, CALENDARIO, HITOS IMPORTANTES E INVERSIÓN TEMPORAL**

| No asignables a temas   |            |
|---|------------|
| Horas   | Suma horas |
| Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]  | 5          |
| <b>Tema 1 (de 4): Introducción a la minería y procesos relacionados como generadores de efluentes</b> |            |
| Actividades formativas  | Horas      |

|  |    |
|--|----|
| Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]    | 5  |
| Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas] | 6  |
| Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]                      | 18 |
| <b>Tema 2 (de 4): Efluentes sólidos</b>  |    |
| <b>Actividades formativas</b>  |    |
| Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]    | 5  |
| Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas] | 6  |
| Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]                      | 18 |
| <b>Tema 3 (de 4): Efluentes a la atmósfera</b>                                     |    |
| <b>Actividades formativas</b>  |    |
| Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]    | 5  |
| Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas] | 6  |
| Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]                      | 18 |
| <b>Tema 4 (de 4): Efluentes líquidos</b>   |    |
| <b>Actividades formativas</b>  |    |
| Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]    | 5  |
| Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas] | 6  |
| Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]                      | 18 |
| <b>Actividad global</b>  |    |
| <b>Actividades formativas</b>  |    |
| Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]                      | 72 |
| Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]                                   | 5  |
| Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas] | 24 |
| Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]    | 20 |
| <b>Total horas: 121</b>  |    |

## 10. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS

| Autor/es                                  | Título/Enlace Web   | Editorial                              | Población | ISBN              | Año  | Descripción   |
|---|---|--|-----------|-------------------|------|---|
| J. Oyarzún y R. Oyarzun                   | Minería Sostenible: Principios y Prácticas.   |  |           |                   | 2011 |   |
| Bernd Lottermoser                         | Mine Wastes: Characterization, Treatment and Environmental Impacts  | Springer Berlin Heidelberg             |           | 978-3-662-05135-1 | 2003 | Residuos mineros, caracterización, tratamiento e impacto medioambiental   |
| Alejandro Blanco                          | <a href="https://books.google.es/books?id=RPjvCAAQBAJ&amp;pg=PA11&amp;dq=mining+waste+treatment&amp;hl=es&amp;sa=X&amp;ved=2ahUKewjchLjVjMrqAhUzIUKHTM7B_UQ6AEwAHoECAQQAg#v=onepage&amp;q=mining%20waste%20treatment&amp;f=false">https://books.google.es/books?id=RPjvCAAQBAJ&amp;pg=PA11&amp;dq=mining+waste+treatment&amp;hl=es&amp;sa=X&amp;ved=2ahUKewjchLjVjMrqAhUzIUKHTM7B_UQ6AEwAHoECAQQAg#v=onepage&amp;q=mining%20waste%20treatment&amp;f=false</a> |  |           |                   |      |   |
| Romero; Arisbel Cerpa Naranjo             | Los residuos minero-metalúrgicos en el medio ambiente   | Instituto Geológico y Minero de España | Madrid    | 84-7840-656-5     | 2006 | Tipos de residuos mineros, tratamiento, flujo y transporte de contaminantes, rehabilitación de áreas contaminadas e impacto ambiental   |
| R. Oyarzun, P. Higuera y J. Lillo         | Minería Ambiental: Una Introducción a los Impactos y su Remedación.   |  |           |                   | 4    |   |
|   | <a href="http://www.aulados.net/GEMM/Libros_Manuales/index_libros.html">http://www.aulados.net/GEMM/Libros_Manuales/index_libros.html</a>   |  |           |                   |      |   |
| Jose M. Azcue                             | Environmental Impact on mining activities: Emphasis on mitigation and remedial measures   |  | Lisboa    | 978-3-642-64169-5 | 1999 | evaluacion de los impactos de la minería en el medio ambiente. caracterización y tratamiento de residuos mineros  |
| Munyaradzi Mujuru; Shingirirai S. Mutanga | Management and Mitigation of Acid Mine Drainage in South Africa   | Africa Institute of South Africa       | Pretoria  | 978-0-7983-0498-6 | 2016 | Formación de drenajes ácidos, impacto de los drenajes de aguas sobre las fuentes de aguas, impacto social, manejo eficiente de drenajes ácidos y beneficios de un tratamiento eficiente |