



E.T.S. de Ingeniería de
Caminos, Canales y Puertos y
de Ingeniería de Minas
Universidad Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura: **TECNOLOGÍA MINERALÚRGICA** (MINERAL PROCESSING TECHNOLOGY)



Titulación: GRADO EN INGENIERÍA DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÍA

CSV:	JdV09j4aC42MhtzkfsmwhG6LG	Fecha:	16/01/2019 13:09:34		
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/JdV09j4aC42MhtzkfsmwhG6LG		Página:		1/13

1. Datos de la asignatura

Nombre	TECNOLOGÍA MINERLÚRGICA (MINERAL PROCESSING TECHNOLOGY)				
Materia*	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA MINERA				
Módulo*	Módulo III: Formación específica				
Código	517104006				
Titulación	Grado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía				
Plan de estudios	2010				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	Cuatrimstral	Cuatrimestre	1	Curso	4º
Idioma	Español				
ECTS	6	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	180

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos:*

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	ANDRÉS PERALES AGÜERA		
Departamento	INGENIERÍA MINERA, GEOLÓGICA Y CARTOGRÁFICA		
Área de conocimiento	EXPLOTACIÓN DE MINAS		
Ubicación del despacho	EDIFICIO ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA. PLANTA 1ª. DESPACHO Nº 1.7		
Teléfono	968327099	Fax	968338805
Correo electrónico	Andres.perales@upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT		
Horario de atención / Tutorías	Horario abierto mañana y tarde		
Ubicación durante las tutorías	Despacho 1.7. Edificio ETS de Ingeniería Naval y Oceánica		

Titulación	Doctor en Ciencias Químicas
Vinculación con la UPCT	PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD
Año de ingreso en la UPCT	1986
Nº de quinquenios (si procede)	5
Líneas de investigación (si procede)	<ul style="list-style-type: none"> - Extracción con disolventes de valores metálicos en los residuos industriales. - Procesos Mineralúrgicos para el Tratamiento y Reciclado de Residuos.
Nº de sexenios (si procede)	1
Experiencia profesional (si procede)	4 años en industria minero-metalúrgica.
Otros temas de interés	

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

Con esta asignatura se pretende proporcionar a los alumnos las competencias básicas necesarias para conocer los equipos existentes en cualquier planta de procesamiento de áridos, plantas de concentración de minerales, plantas de lavado de carbones, plantas de tratamiento de minerales industriales (yesos, arcillas, etc.) y su interrelación, así como el dimensionado y selección de estos equipos.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura aporta la formación necesaria para que los graduados y graduadas de estos títulos puedan dimensionar y seleccionar adecuadamente equipos de trituración, molienda y clasificación de minerales. La asignatura contribuye a desarrollar adecuadamente las atribuciones profesionales relacionadas con la interpretación y manejo de curvas granulométricas. Además, potencia la capacidad del alumno para poder proyectar instalaciones de tratamiento de minerales, fabricación de áridos, etc., y poder dirigir las operaciones de su instalación y montaje.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La materia INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA MINERA está integrada por Ingeniería Minera, Fabricación de explosivos, Manejo de Explosivos y Obras Superficiales y Subterráneas.

La asignatura Tecnología Mineralúrgica está muy relacionada con diversas asignaturas tales como:

- Con **Ingeniería Minera**, para comprender el significado del contexto de las etapas de explotación minera que persiguen extraer el mineral y llevarlo a las plantas de procesamiento mineralúrgico.
- Con **Obras Superficiales y Subterráneas**, para conocer el tratamiento al que se somete a los materiales que se van extrayendo durante la ejecución de las obras.
- Con **Manejo de Explosivos**, puesto que ayuda a entender la importancia de un correcto diseño de voladura que influye en el tamaño de los bloques que recibirá la planta mineralúrgica para su procesado, así como en el grado de liberación del mineral a beneficiar.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

No es un prerrequisito obligatorio, pero sería recomendable que el alumno que curse esta asignatura haya adquirido una base sólida en Física y Química. En este mismo sentido, debido a la importante cantidad de documentación y bibliografía técnica que va apareciendo sobre esta disciplina en habla inglesa sería recomendable la posesión de una adecuada destreza en el idioma inglés (nivel intermedio – B1-B2).


3.6. Medidas especiales previstas

El Vicerrectorado correspondiente podrá establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo

de discapacidad o alguna limitación, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios (artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la UPCT).

El estudiante que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales de este tipo, debe comunicárselo al profesor al principio del cuatrimestre.

Asimismo, los estudiantes extranjeros que puedan tener dificultades con el idioma deben comunicárselo al profesor. Las pruebas de evaluación pueden desarrollarse en inglés.

CSV:	JdV09j4aC42MhtzkfsmwhG6LG	Fecha:	16/01/2019 13:09:34	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/JdV09j4aC42MhtzkfsmwhG6LG	Página:	5/13	

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en el desarrollo, en el ámbito de la ingeniería de minas, que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, las plantas de tratamiento y beneficio, las plantas energéticas, las plantas mineralúrgicas y siderúrgicas, las plantas de materiales para la construcción, las plantas de carboquímica, petroquímica y gas, las plantas de tratamientos de residuos y efluentes y las fábricas de explosivos y capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de las mismas.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

EM11.- Diseño, operación y mantenimiento de plantas de preparación y tratamiento de minerales, rocas industriales, rocas ornamentales y residuos.

EM12.- Diseño, operación y mantenimiento de plantas de fabricación de materiales de construcción.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos (nivel 1)

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura el estudiante deber ser capaz de:

1. Enumerar las variables de operación y las características más notables de cada uno de los equipos y procesos de cualquier planta mineralúrgica.
2. Seleccionar el equipo o equipos idóneos para cada planta de procesamiento.
3. Evaluar y establecer las condiciones adecuadas de trabajo para cualquier equipo, así como ser conscientes de sus principales limitaciones.
4. Analizar la interrelación existente entre las diferentes unidades que conforman una planta de procesamiento (diagramas de flujo, capacidades, rendimientos, leyes, recuperación, etc.).
5. Manejar y analizar curvas granulométricas y entender la influencia que tienen en ellas las condiciones de funcionamiento de los equipos.
6. Manejar la terminología propia de la industria mineralúrgica.
7. Apreciar la importancia de los procesos mineralúrgicos en el contexto de la industria minera.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Introducción. Reducción de tamaño: introducción. Trituración. Molienda. Selección por tamaños. Cribado. Selección por tamaños. Clasificación. Concentración por gravedad. Flotación. Concentración magnética. Concentración electrostática. Diseño de plantas mineralúrgicas. Plantas de elaboración de rocas ornamentales, de rocas industriales y de áridos. Diseño, operación y mantenimiento de fabricación de materiales de construcción; plantas de fabricación de hormigón y aglomerado asfáltico.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

UNIDAD DIDACTICA I. OPERACIONES DE PREPARACIÓN O CONMINUCIÓN

Tema 1 . Introducción al procesamiento de minerales.

Tema 2 . Reducción de Tamaño. Introducción.

Tema 3 . Reducción de Tamaño. Trituración.

Tema 4 . Reducción de tamaño. Molienda (I).

Tema 5 . Reducción de Tamaño. Molienda (II).

Tema 6 . Clasificación Directa. Cribado.

Tema 7 . Clasificación Indirecta. Clasificación (hidráulica).

UNIDAD DIDACTICA II. PROCESOS DE CONCENTRACIÓN

Tema 8 . Concentración por Gravedad (I). Pulsadoras.

Tema 9 . Concentración por Gravedad (II). Lámina Fluente.

Tema 10 . Concentración en Medio Denso.

Tema 11 . Flotación.

Tema 12 . Concentración Magnética.

Tema 13 . Concentración Electroestática.

UNIDAD DIDACTICA III. OPERACIONES DE MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO.

Tema 14 (T14). Sistemas y Equipos de Manejo, Transporte y Almacenamiento de Mineral.

UNIDAD DIDACTICA IV. ESTUDIO DE PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE MINERALES, ÁRIDOS, ROCAS ORNAMENTALES, ETC.

Tema 15 (T15). Estudio de Plantas de Procesamiento de Minerales, Áridos, Rocas Ornamentales, etc.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Práctica 1 (P1).- Realización de ejercicios prácticos en clase sobre el diseño y selección de equipos. 10 horas.

Práctica 2 (P2).- Visita a un taller de fabricación de equipos de trituración y molienda. 9 horas.

Práctica 3 (P3).- Visita a una planta completa de trituración, clasificación y molienda de minerales industriales. 9 horas.

Las tres prácticas son de asistencia obligatoria y no se guardan para cursos posteriores.

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

I. PREPARATION OPERATIONS

1. Introduction to Mineral Processing.
2. Comminution. Introduction.
3. Comminution. Crushing.
4. Comminution. Grinding (I).
5. Comminution. Grinding (II).
6. Size Separation. Screening.
7. Size Separation. Hydraulic Classification.

II. CONCENTRATION PROCESSES

8. Gravity Concentration (I). Jigging.

9. Gravity Concentration (II). Flowing Film.

10. Heavy Media Concentration.

11. Flotation.

12. Magnetic Concentration.

13. Electrostatic Concentration.

III. HANDLING, STORAGE, AND TRANSPORT OF BULK MATERIAL .

14. Systems for Handling, Storage, and Transporting Minerals and Raw Materials.

IV. CASE STUDY OF MINERAL PROCESSING, AGGREGATES, AND NATURAL STONE PLANTS

15. Case study of Mineral Processing, Aggregates, and Natural Stone Plants.

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en cinco unidades didácticas:

Unidad didáctica I.- Operaciones de preparación

Se introduce la terminología relacionada con las operaciones de procesamiento de minerales y se describen cada una de las unidades de procesamiento con la función de disminuir el tamaño de los minerales y rocas a través de operaciones de trituración y molienda. También se aborda el dimensionado y selección de las principales unidades de separación y clasificación de minerales por tamaño de partícula.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Familiarizar a los estudiantes con los conceptos de las operaciones de preparación de mineral y sus aplicaciones profesionales.
- Comprender como trabajan las diferentes unidades de trituración y molienda.
- Determinar los equipos de trituración y molienda más apropiados al tipo de mineral a procesar.
- Calcular y dimensionar los equipos de cribado apropiados a las características del circuito de procesado.

Unidad didáctica II.- Procesos de concentración

En esta unidad didáctica se estudian los equipos y procesos relacionados con la concentración mineral, abordando la separación gravimétrica, separación magnética, electrostática, por medios densos y flotación.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Familiarizar a los estudiantes con los conceptos de la separación mineral y su terminología específica y la importancia que tiene sus aplicaciones en la industria mineral.
- Exponer y describir las diferentes unidades de procesado que intervienen en cada uno de los diferentes métodos de separación.
- Determinar los procesos y equipos más apropiados al tipo de mineral o recursos a procesar.

Unidad didáctica III.- Operaciones de manejo, transporte y almacenamiento

Se explican los principales sistemas tecnológicos que permiten las operaciones de manejo de mineral, su transporte y almacenamiento apropiado según éste se encuentre en forma

pulverulenta, o en bloque.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Comprender el funcionamiento de los diferentes sistemas tecnológicos de manejo, transporte y almacenamiento.
- Establecer los equipos apropiados al tipo y características del mineral.

Unidad didáctica IV.- Estudio de plantas de procesamiento de minerales, áridos, rocas ornamentales, etc.

Se estudian diferentes tipos de plantas, analizando los equipos que se presentan en ellas y como interactúan.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Describir cada una de las unidades de procesado que intervienen en las diferentes plantas de tratamiento de minerales, áridos, rocas ornamentales, etc.
- Comprender la interrelación existente entre los diferentes equipos y unidades y cómo esta interrelación trabaja con el fin de obtener los resultados esperados.
- Familiarizar a los estudiantes con los equipos que encontrará en este tipo de plantas y la importancia que éstos tienen en la industria minera del procesamiento de mineral.

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase Expositiva empleando el método de la lección. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes	<u>Presencial convencional</u> : Seguimiento de la explicación y toma de apuntes complementarios al texto; Planteamiento de dudas.	50
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Responder a preguntas propuestas.	55
Prácticas de aula (P1)	Se plantea cada ejercicio y se da un tiempo para que el estudiante intente resolverlo. Se resuelve con ayuda de la pizarra y, en ocasiones, con la participación de estudiantes voluntarios. Se enviarán supuestos prácticos a casa, basados en los problemas de clase, con fecha límite y control de entrega, cuya valoración se incorporará a la nota final de la asignatura.	<u>Presencial convencional</u> : Participación activa. Resolución. Planteamiento de dudas.	10
		<u>No presencial</u> : Resolución de casos propuestos por el profesor.	30
Práctica de campo (P2)	Visita a un taller de fabricación de equipos de trituración y molienda. Los estudiantes entrarán en contacto con diferentes elementos, piezas y equipos relacionados con equipos de trituración, molienda, cribado, manejo y transporte de mineral, áridos y material de reciclado.	<u>Presencial no convencional</u> : Participación activa. Planteamiento de cuestiones y aclaración de dudas sobre lo comentado en clase.	9
		<u>No presencial</u> : Elaboración de informe de la visita.	2
Práctica de campo (P3)	Visita a una planta completa de trituración, clasificación y molienda de minerales industriales. Los estudiantes observarán y aprenderán cómo interactúan las unidades de proceso relacionadas con la trituración, molienda, cribado, manejo y transporte de mineral, áridos y material de reciclado.	<u>Presencial no convencional</u> : Participación activa. Planteamiento de cuestiones y aclaración de dudas sobre lo comentado en clase.	9
		<u>No presencial</u> : Elaboración de informe de la visita.	2
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría y ejercicios.	<u>Presencial no convencional</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	2

		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico o Aula Virtual	1
Exámenes	Evaluación escrita (examen oficial). Prueba consistente en una prueba escrita de teoría y prueba escrita de ejercicios.	<u>Presencial no convencional</u> : Realización de las pruebas.	10
			180

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1) (opcional)

Resultados del aprendizaje (4.5)							
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7
Clase de teoría	X	X	X	X	X	X	X
Práctica de aula (P1)	X	X	X		X	X	
Práctica de campo (P2)	X		X	X		X	X
Práctica de campo (P3)	X			X		X	X
Resolución de ejercicios y casos prácticos	X	X		X	X	X	

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita teoría	X		50 preguntas tipo test (conceptos, definiciones, etc.). Evalúan, principalmente, conocimientos teóricos.	40%	1 a 7
Prueba escrita ejercicios	X		Dos ejercicios del mismo tipo que los que se han resuelto durante las prácticas en clase y supuestos enviados para su resolución a casa.	40%	1, 2 y 5
Ejercicios propuestos por el profesor	X	X	Resolución en casa y entrega de supuestos prácticos propuestos por el profesor. Evalúan, principalmente, habilidades.	10%	1, 2 y 5
Realización de informes y presentación oral de los mismos.	X	X	Presentación oral del funcionamiento, características, variables de operación, diseño, campos de aplicación, limitaciones, etc. de un equipo, proceso o industria mineralúrgica.	10%	1, 2, 3, 6 y 7

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El número de alumnos en clase es reducido, lo que permite realizar un seguimiento casi personalizado del aprendizaje.

La presentación oral sirve para asegurar que las destrezas requeridas (1, 2, 3, 6, 7) habrán sido alcanzadas por los alumnos.

Por otro lado, el seguimiento en las entregas de los supuestos prácticos permite garantizar la adquisición de los conocimientos y destrezas que quedan establecidos en el punto 6.2.

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- Blazy, P. "El beneficio de los minerales". 1977.
- Blanc, E. C. "Tecnología de los aparatos de fragmentación y clasificación dimensional". 1975.
- Nelly, E. G., Spottiswood, D.J. "Introducción al procesamiento de minerales". Limusa. 1990.
- Tiktin, J. "Procedimientos generales de construcción". E.T.S.I.C.C.P. 1998.
- Fueyo, L. "Equipos de trituración, molienda y clasificación". Editorial Rocas y Minerales. 1999.

[https://upct.ent.sirsidynix.net.uk/client/es_ES/GRME/search/results?qu=PI7&te=&rt=false%7C%7C%7C%7CCUSTOM598%7C%7C%7CBibliograf%C3%ADa+B%C3%A1sica#](https://upct.ent.sirsidynix.net.uk/client/es_ES/GRME/search/results?qu=PI7&te=&rt=false%7C%7C%7CCUSTOM598%7C%7C%7CBibliograf%C3%ADa+B%C3%A1sica#)

8.2. Bibliografía complementaria*

- Leonard, J.W., Hardinge, B.C. "Coal preparation". 5th Edition. 1991.
- Nacional Stone Association. "The aggregate handbook". 1996.
- Wills, B. A. "Mineral processing technology". 6th Edition. 1997.
- Fuerstenau, C., Han, K.N. "Principles of mineral processing". SME. 2003.
- Kennedy, B.A. "Surface mining". 2nd Edition. SME. 1990.
- Mular, A.L., Halbe, D.N., Barrat, D.J. "Mineral processing plant design, practice, and control proceedings". SME. 2002.
- "Mining engineering handbook". SME. 2nd Edition.
- Weiss, N.L. "SME mineral processing handbook". SME. 1985.

[https://upct.ent.sirsidynix.net.uk/client/es_ES/GRME/search/results?qu=PI7&te=&rt=false%7C%7C%7C%7CCUSTOM598%7C%7C%7CBibliograf%C3%ADa+B%C3%A1sica#](https://upct.ent.sirsidynix.net.uk/client/es_ES/GRME/search/results?qu=PI7&te=&rt=false%7C%7C%7CCUSTOM598%7C%7C%7CBibliograf%C3%ADa+B%C3%A1sica#)

8.3. Recursos en red y otros recursos

- Asignatura en Aula Virtual: Enlaces a páginas web, presentaciones visuales, vídeos y otros recursos de utilidad para la resolución de ejercicios y problemas así como para complementar la teoría.
- Apuntes de la asignatura en formato electrónico.
- Materiales docentes en OCW UPCT (<http://ocw.bib.upct.es/course/view.php?id=88>)
- Cuestiones y Problemas resueltos de la asignatura.