

Máster Oficial en Ingeniería de Minas

Guía docente

Curso 2019-20

DATOS DE LA ASIGNATURA				
Nombre				
PROCESOS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES				
Denominación en Inglés				
PROCESSES AND PLANTS FOR THE TREATMENT OF MINERALS AND INDUSTRIAL ROCKS				
Código		Carácter		
1170307		OBLIGATORIO		
Horas				
	Totales	Presenciales	No presenciales	
Trabajo estimado	100	30	70	
Créditos: 4				
Grupo grande	Grupos reducidos			
	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
3		1	0	0
Departamento/s		Área/s de Conocimiento		
Ingeniería Mecánica y Minera (UJA) Mecánica (UCO) Ingeniería Minera, Mecánica, Energética y de la Construcción (UHU)		Explotación de Minas Explotación de Minas Prospección e Investigación Minera		
Curso		Cuatrimestre		
1º		1º		

DATOS DEL PROFESORADO			
Nombre	E-Mail	Teléfono	Despacho
Julián Martínez López (Imparte y Coordina UJA)	jmartine@ujaen.es	953648528	D-006
A contratar (responsable UCO)			
Fulgencio Prat Hurtado (Responsable UHU)	prat@dimme.uhu.es	959217602	

DATOS ESPECIFICOS DE LA ASIGNATURA
1. Descripción de contenidos
1.1. Breve descripción (en castellano): En la asignatura se ampliarán los conocimientos adquiridos en los títulos de grado sobre los métodos y procesos de concentración de minerales y rocas industriales, tales como los gravimétricos, eléctricos, magnéticos y electromagnéticos, la flotación y la hidrometalurgia.
1.2. Breve descripción (en inglés): In the subject will be expanded the knowledge acquired in the degree titles on methods and processes of concentration of minerals and industrial rocks, such as gravimetric, electrical, magnetic and electromagnetic, flotation and hydrometallurgy.

2. Situación de la asignatura
2.1. Contexto dentro de la titulación:
Se imparte en el primer cuatrimestre del primer año de la titulación. Los conocimientos adquiridos serán útiles para otras asignaturas específicas de la titulación que se imparten en cuatrimestres posteriores.
2.2. Recomendaciones:
Los alumnos tienen que tener conocimientos en tecnología mineralúrgica.
3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los principios teóricos/prácticos de los diferentes métodos de concentración de minerales. • Conocer los principios teóricos/prácticos de los métodos de tratamiento de las rocas industriales. • Conocer los diferentes equipos que se utilizan en la concentración de minerales y rocas. • Resolver problemas numéricos y prácticos.

4. Competencias a adquirir por los estudiantes
4.1. Competencias específicas:
<p>CE10: Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones.</p> <p>CE13: Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de tratamientos de recursos minerales, plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción, incluyendo materiales metálicos, cerámicos, sinterizados, refractarios y otros.</p>
4.2. Competencias básicas, generales o transversales:
<p><u>Competencias Básicas</u></p> <p>CB6: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.</p> <p>CB9: Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados de un modo claro y sin ambigüedades.</p> <p><u>Competencias Generales</u></p> <p>CG2: Ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.</p> <p>CG10: Conocer y manejar la legislación aplicable al sector, conocer el entorno social y empresarial y saber relacionarse con la administración competente integrando este conocimiento en la elaboración de proyectos de ingeniería y en el desarrollo de cualquiera de los aspectos de su labor profesional.</p> <p><u>Competencias Transversales</u></p> <p>CT3: Gestionar la información y el conocimiento.</p> <p>CT6: Sensibilización en temas medioambientales</p>

5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa
- Sesiones de Resolución de Problemas
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas
- Actividades de Evaluación y Autoevaluación
- Trabajo individual/autónomo del estudiante

5.2. Metodologías docentes:

Clase Magistral Participativa.

- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o aulas de Informática en Grupos Reducidos
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Evaluaciones y Exámenes.
- Tutorías individuales y colectivas.

5.3. Desarrollo y justificación:

Actividades formativas:

La asignatura consta de una parte teórica, otra parte práctica de resolución de problemas y prácticas de laboratorio.

Las sesiones de teoría y las sesiones de prácticas para la resolución de problemas se impartirán en el aula, mediante clase magistral, utilizando la pizarra, cañón de proyección, videos, etc.

Las prácticas en el laboratorio requieren la presencia del alumno en los laboratorios de los centros. Aunque cada centro realiza las tareas de coordinación, en cada Escuela se dispone de un equipamiento que no siempre es mismo, resultando imposible la realización de alguna de las prácticas. Por tal motivo, se programa la realización de dichas prácticas concentradas en una o dos jornadas intensivas de trabajo en el laboratorio del Campus de Linares (UJA).

Las actividades académicamente dirigidas tendrán lugar en el aula o el seminario del departamento.

La evaluación se realizará en el aula asignada por el centro, mediante un examen teórico y práctico de problemas de tres horas de duración. El examen constará de varias preguntas de teoría y seguidamente se resolverán los problemas.

Metodología docente:

Las clases magistrales de teoría será impartirán por el profesor en el aula TIC del centro, mediante videoconferencia para los alumnos que se encuentran en las Escuelas de Huelva y Belmez. Las clases serán participativas animando al alumno al debate y resolución de las dudas de forma colectiva.

Como se ha indicado las prácticas de laboratorio se realizarán en presencia del profesor encargado de la asignatura. En ellas se trabajará con los equipos disponibles simulando operaciones y procesos para la concentración de minerales y rocas industriales. Si el profesor lo considera necesario, solicitará a los alumnos que realicen un dossier individual de cada práctica donde se explique el fundamento teórico de la misma, se realicen croquis y esquemas de los equipos, resultados obtenidos, etc.

El planteamiento y la resolución de los problemas se realizarán en el aula, discutiéndose de

forma colectiva. Posteriormente, los alumnos resolverán de forma individual una serie de ejercicios propuestos, que tienen que presentar al profesor.

El examen final tendrá una duración total de tres horas, donde se realizará una parte teórica y otra de problemas.

6. Temario desarrollado:

PROGRAMA DE TEORÍA

FUNDAMENTOS DE LOS PROCESOS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES.

FUNDAMENTOS DE LA CONCENTRACIÓN: Introducción a los procesos de concentración. Propiedades físicas y químicas empleadas. Introducción a los distintos procesos empleados en la concentración de minerales: Procesos por gravedad, magnéticos, conductividad, flotación, otros.

DIAGRAMAS DE FLUJO: Flow Sheet de una planta de concentración mineral: Por gravimetría, por medio denso. Flow Sheet de una planta de lavado de caolines: Caolines cerámicos para porcelana, cerámica sanitaria y carga de papel.

BLOQUE I: CONCENTRACIÓN POR GRAVEDAD

Tema 1: CLASIFICACIÓN POR SEDIMENTACIÓN O CLASIFICACIÓN INDIRECTA. Resistencia ofrecida por un fluido al desplazamiento de un sólido. Velocidad límite de caída. Sedimentación libre y sedimentación obstaculizada. La razón de sedimentación. Aceleración diferencial. Caída libre de granos en líquidos en reposo. Fórmula de Rittinger. Isodromía. Series de clasificación previa. Caída en corriente ascensional.

Tema 2: CLASIFICADORES HIDRÁULICOS: Clasificadores hidráulicos de corriente horizontal: Propiamente isodrómicos: cajas en punta, canales convergentes, cono Reichert, espirales, ejemplos de uso (lavado de carbón, concentración de wolframio, fluoritas de Órgiva). Clasificadores isodrómicos con medios mecánicos: Akins, draga, rastrillos. Clasificadores hidráulicos de corriente vertical: conos, hidroclasificadores, espesadores, clasificadores de lamelas, fahrenheit, rheax.

Tema 3: CLASIFICADORES NEUMÁTICOS: Conceptos generales de la clasificación neumática. Clasificación sin corriente ascendente de aire: cámaras de captación. Clasificadores con corriente ascendente de aire: captador Birtley, zick-zack. Clasificadores centrífugos: selector en espiral, Whizzer, ciclones neumáticos.

Tema 4: HIDROCICLONES: Generalidades. Estudio dinámico del ciclón. Características de los hidrociclones, curvas de eficiencia, variables de diseño, relaciones, parámetros de control, variables de las que depende el dc , ventajas e inconvenientes. Funciones del hidrociclón. Forma de instalación. Formas de descarga. Centrífuga. Ejemplos de aplicación de hidrociclones: en construcción de balsas mineras. Recuperación de bentonitas por hidrociclado en la ejecución de pantallas con hidrofresa. Clasificación de caolines.

Tema 5: CONCENTRACIÓN GRAVIMÉTRICA: Principio de la concentración por aceleración diferencial. Fases de la clasificación. El método inglés, sin clasificación previa. Cribas hidráulicas o jigs: Cribas de tamiz fijo (Hartz y Denver). Cribas de tamiz móvil con lecho o cama filtrante (tipo Hancock). Jigs neumáticos (carbón). Ejemplos: lavadero gravimétrico del Cobre (Linares), concentración de fluoritas, concentración de baritas.

Tema 6: CONCENTRACIÓN POR MESAS DE SACUDIDAS:

Principio fundamental de las mesas concentradoras. Mesas con impulsos mecánicos alternativos. Parámetros que regulan la máquina. Ejemplos: concentración de menas metálicas y baritas.

Tema 7: CONCENTRACIÓN POR MEDIOS DENSOS: Principio de concentración por Medios

densos. Ensayos del laboratorio. Etapas del medio denso: Preparación del mineral y mezcla con el medio, preparación y recuperación del medio, control de la densidad y separación de los productos en hundidos y flotados. Diagramas de flujo. Separadores estáticos: Wenco, cono, Hardinge. Separadores dinámicos: ciclón tubular Dyna-Whirlpool, ciclón HMS. Ejemplo: concentración de fluoritas.

BLOQUE II: SEPARACIÓN EN CAMPO MAGNÉTICO

Tema 8: PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA SEPARACIÓN MAGNÉTICA: Principios fundamentales de la separación magnética. Clasificación de los sólidos y de las sustancias minerales en función de sus propiedades magnéticas. Sistemas de generación del campo magnético.

Tema 9: SEPARADORES MAGNÉTICOS: Seco baja intensidad: separador magnético de imanes rotativos, Ball Norton, imanes alternativos. Seco alta intensidad: Whetherill, rodillo inducido. Húmedo baja intensidad: hidráulico de tambor. Húmedo alta intensidad: Jones, Smaith, VMS. Alta y baja intensidad en húmedo: rueda Norton.

BLOQUE III: SEPARACIÓN EN CAMPO ELÉCTRICO

Tema 10: CONCENTRACIÓN ELECTROSTÁTICA: Principio fundamental. Separadores electrostáticos de alta tensión: de rodillo, de placa y de criba. Diagrama de flujo de planta de tratamiento de arenas de playa.

BLOQUE IV: CONCENTRACIÓN POR FLOTACIÓN

Tema 11: FUNDAMENTOS DE LA FLOTACIÓN: Principio de la concentración por flotación; en superficie y por espuma, interfases Líquido-gas, sólido-gas y sólido-líquido. Minerales hidrófilos, hidrófobos y aerófilos. Factores a tener en cuenta en la flotación.

Tema 12: REACTIVOS EN FLOTACIÓN: Espumantes. Colectores. Reguladores o modificadores. Flotación de minerales oxidados.

Tema 13: MÁQUINAS DE FLOTACIÓN: Principios generales de las celdas de flotación. Clasificación de las celdas o máquinas de flotación, máquinas sin agitación (flotación en superficie), con agitación mecánica subaeradas y neumáticas. Funciones de una celda de flotación. Parámetros de selección de una celda de flotación. Aspectos generales sobre la metalurgia de las celdas. Diferentes tanques y mecanismos. Las columnas de flotación.

Tema 14: FLOTACIÓN SIMPLE Y SELECTIVA: Flotación simple, un sólo mineral. Flotación selectiva o diferencial, dos o más minerales. Ejemplos de diagramas de flujo de una flotación simple y selectiva de minerales sulfurados. Curvas de agotamiento.

BLOQUE V: CONCENTRACIÓN POR PROCESOS QUÍMICOS Y ELECTROQUÍMICOS

Tema 15: HIDROMETALURGIA. Introducción. Tostación de los minerales: tostación oxidante, reductora y clorurante. Forma de extracción de sustancias disueltas. Estudio de la hidrometalurgia de algunas asociaciones minerales: Hidrometalurgia de los metales preciosos. Hidrometalurgia del cobre. Hidrometalurgia del zinc. Ejemplo de Cobre las Cruces.

PROGRAMA DE PRÁCTICAS

Ejercicios y problemas

- 1º) Leyes fundamentales que rigen la concentración mineral
- 2º) Problemas de pulpas. % en sólidos de una pulpa.
- 3º) Cálculo del número de celdas de flotación.

Prácticas de laboratorio

- 1ª) Determinación de la densidad de un sólido con el picnómetro.
- 2ª) Determinación de la densidad de una pulpa con la balanza de pulpas Marcy.
- 3ª) Preparación del todo uno. Trituración primaria (machacadora de mandíbulas) y secundaria (cono Simons).
- 4ª) Clasificación volumétrica. Criba vibrante.
- 5ª) Clasificación gravimétrica. Jig hidráulico.
- 6ª) Molienda. Molinos de bolas: Carcasa cerrada. Cerámico. Bicónico Hardinge. Molino de

martillos.

7ª) Clasificador hidráulico tipo Akins.

8ª) Espiral de clasificación.

9ª) Clasificadores centrífugos. Hidrociclones.

10ª) Mesas concentradoras. Mesa Wilfley.

11ª) Clasificador electromagnético de alta intensidad.

12ª) Transporte hidráulico de pulpas. Cálculo de bombas.

13ª) Flotación. Práctica de flotación de sulfuros: concentrado de cobre y sulfuro de plomo (galena). Reactivos. Práctica de flotación de carbón. Reactivos utilizados.

7. Bibliografía

7.1. Bibliografía básica:

- “El beneficio de los minerales: (manual de mineralurgia)”. Blazy, Pierre. Editorial: Madrid: Rocas y Minerales, D.L. 1977
- “Equipos de trituración, molienda y clasificación: tecnología, diseño y aplicación”. Fuego Casado, Luis. Editorial: Madrid: Rocas y Minerales, 1999
- “Manual de áridos: prospección, explotación y aplicaciones”. López Jimeno, C. et al. Editorial: Madrid: E.T.S. Ingenieros de Minas: LOEMCO, 2003
- “Mineral processing design and operation: an introduction”. Gupta, A. (Ashok). Editorial: Amsterdam, Boston: Elsevier, 2006.

7.2. Bibliografía complementaria:

- “Manual para el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas”. Editorial: Madrid: Comité Nacional Español de Grandes Presas, 2010
- “Tecnología de los aparatos de fragmentación y de clasificación dimensional: (machacadoras, trituradoras...)”. Blanc, Edmond C. Editorial: Madrid: Rocas y Minerales, D.L. 1975
- “Crushing and screening”. Rothery, K. Editorial: Nottingham : The Institute of Quarrying, 2007
- “Sand and gravel production”. Littler, A. Editorial: Nottingham: Institute of Quarrying, 2007
- “Instalaciones de trituración y molienda: preparación mecánica de sustancias minerales”. Naske, Carl. Editorial: Barcelona: Calpe, 1922
- “Diseño de plantas de proceso de minerales”. Editorial: Madrid: Rocas y Minerales, 1982-1985
- “Mineral processing technology: an introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral”. Wills, Barry A. Editorial: Oxford [etc.]: Butterworth-Heinemann, 2003
- “Mineral processing technology [Recurso electrónico]: an introduction to the practical aspects of or”. Wills, B. A. (Barry Alan). Editorial: Oxford ; Boston : Butterworth-Heinemann, 2006
- “Innovaciones y avances en el sector de las rocas y minerales industriales”. Regueiro y González-Barros, M. Editorial: Madrid: Colegio Oficial de Geólogos de España, 1997
- “Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros”. Ayala Carcedo, F. J. Editorial: Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 1986
- “Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en Minería”. Editorial: Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, D.L. 1989

8. Sistemas y criterios de evaluación.

8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Entrega del dossier de problemas y prácticas de laboratorio (defensa).
- Seguimiento Individual del Estudiante

8.2. Criterios de evaluación y calificación:

El examen de teoría será de preguntas de desarrollo, donde el alumno tiene que explicar de forma clara y bien estructurada las preguntas, realizando esquemas y croquis de los equipos.

Los problemas que se planten en el examen han de ser resueltos correctamente.

Tanto la parte teórica como la práctica han de ser superadas independientemente.

El peso del examen teórico y práctico será el 70% de la nota final.

Los alumnos realizarán las prácticas de laboratorio en las instalaciones de la Politécnica Superior de Linares. Tienen que entregar un dossier de prácticas individual donde se explique el fundamento teórico de la práctica, se realicen los esquemas de los equipos utilizados y los resultados obtenidos, otorgándose a este informe un peso de un 20% de la nota final. A criterio del profesor, alguno estos trabajos escritos podrán ser defendidos de forma oral.

Se realizará un control de la presencialidad y un seguimiento individual de cada estudiante que tendrá un peso de un 10% de la nota final, para ello el alumno deberá tener una actitud proactiva en las clases de teoría y problemas y entregar en plazo los informes de prácticas.