



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



Guia Docente de la asignatura:
FABRICACIÓN DE EXPLOSIVOS
(THE MANUFACTURE OF EXPLOSIVES)



Titulación: GRADO EN INGENIERÍA DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÍA

CSV:	Eedyemp7sPmCOB0a4tj35yCud	Fecha:	16/01/2019 13:09:18	
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/Eedyemp7sPmCOB0a4tj35yCud		Página:	

1. Datos de la asignatura

Nombre	FABRICACIÓN DE EXPLOSIVOS (THE MANUFACTURE OF EXPLOSIVES)				
Materia*	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA MINERA				
Módulo*	III				
Código	517103003				
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÍA				
Plan de estudios	2010				
Centro	E. T. S. de Ing. de Caminos, Canales y Puertos y de Ing. de Minas				
Tipo	OBLIGATORIA				
Periodo lectivo	CUATRIMESTRAL	Cuatrimestre	1º	Curso	3º
Idioma	CASTELLANO				
ECTS	4,5	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	135

* Todos los términos marcados con un asterisco que aparecen en este documento 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

En esta asignatura se estudiarán las reacciones que producen las sustancias explosivas, las características físicas y químicas de los materiales utilizados como explosivos en la Ingeniería Minera, de forma que pudiendo conocer el potencial energético de los mismos el profesional sea capaz de utilizar el más adecuado para la aplicación práctica que le interese.

Por otra parte se describirán los procesos de fabricación de las diferentes familias de explosivos, analizando las materias primas necesarias, las condiciones de los procesos de fabricación de las sustancias explosivas y los tipos de explosivos industriales que se obtienen.

Por último se describirán, de acuerdo con las normas oficiales, los ensayos para la caracterización de los explosivos

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura aporta la formación necesaria para que los graduados y graduadas de este título puedan desarrollar adecuadamente las atribuciones profesionales relacionadas con la fabricación de sustancias y productos que se utilizan como explosivos o componentes de ellos en la industria minera.

3.3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Fabricación de Explosivos complementa a otras asignaturas como Empleo de Explosivos e Ingeniería Minera, Obras Superficiales y Subterráneas.

Para la asimilación de los conocimientos a adquirir en la asignatura es necesario el conocimiento de química de reacciones, mecanismos de reacción, termodinámica y una buena base de Química Orgánica, así como de los fundamentos físicos de la energía.

Por otro lado, es una asignatura de interés para adquirir conocimientos específicos que ayudarán a la realización del Trabajo Fin de Grado.

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 es recomendable que el alumno que curse esta asignatura haya adquirido una base sólida en Física y Química..

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 alumno que, por sus circunstancias excepcionales, pueda necesitar de medidas especiales debe comunicárselo al profesor durante la primera semana del cuatrimestre, para así poder adaptarle tanto la metodología como el seguimiento del trabajo.

Se fomentará el uso del Aula Virtual para la planificación y entrega de actividades en aquellos casos con dificultades de asistencia a clase.

4. Competencias

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

Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Minas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo y proyecto.

Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en el desarrollo, en el ámbito de la ingeniería de minas, de los procesos de fabricación de explosivos 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 los mismos.

Capacidad para diseñar, redactar y planificar proyectos parciales o específicos de las unidades definidas en el párrafo anterior, tales como fabricación de explosivos, voladuras y logística de explosivos.

Capacidad para diseñar, planificar, operar, inspeccionar, firmar y dirigir proyectos, plantas o instalaciones, en su ámbito.

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

EE09. Fabricación, manejo y utilización de explosivos industriales y pirotécnicos. Ensayos de caracterización de sustancias explosivas. Transporte y distribución de explosivos.

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

Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos. (Nivel 2)

4.5. Resultados esperados del aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura, los estudiantes serán capaces de:

1. Describir los fundamentos de las reacciones explosivas
2. Explicar el mecanismo de iniciación y desarrollo de las reacciones explosivas.
3. Determinar por cálculo las características energéticas teóricas de los explosivos.
4. Describir los procesos para la fabricación de explosivos.
5. Realizar los ensayos normalizados de caracterización de explosivos.

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Fabricación de explosivos. Seguridad en la Industria de los explosivos. Ensayos de caracterización de sustancias explosivas. Transporte y distribución de explosivos. Control de la calidad de los materiales empleados. Manejo y utilización de artificios pirotécnicos.

5.2. Programa de teoría

Unidad Didáctica 1: LA REACCIÓN EXPLOSIVA

1. Introducción
2. Reacción explosiva
 - Conceptos y Definiciones.
 - Combustión, deflagración, detonación
 - Explosiones
 - Explosivos
3. Iniciación de los explosivos
 - Descomposición
 - Calentamiento local por choque
 - Propagación de la detonación
 - Iniciación por ondas de choque
 - Iniciación por estímulos de baja velocidad
 - Transición de deflagración a detonación

Unidad Didáctica 2: LA ENERGÍA DE LOS EXPLOSIVOS

4. Medidas de la energía
 - Cálculos
 - Trabajo útil
 - Potencia

Unidad Didáctica 3: FABRICACIÓN

5. Sustancias Explosivas
 - Explosivos primarios
 - Fulminato de mercurio
 - Nitrato de plomo
 - Estirato de plomo
 - Otros explosivos iniciadores
6. Explosivos secundarios
 - Nitrato C. Nitroderivados
 - Trilita
 - Otros nitroaromáticos
7. Nitrato O. Ésteres nítricos
 - Nitroglicerina

- Nitroglicol
- Otros ésteres glicólicos
- Pentrita
- Nitrocelulosa
- 8. Nitración N. Nitraminas
 - Hexógeno
 - Octógeno
 - Otras nitraminas
- 9. Explosivos industriales
 - Pólvora negra
 - Explosivos gelatinosos
 - Explosivos pulverulentos
 - Mezclas nitrato amónico-aceite
 - Hidrogeles
 - Emulsiones
 - Explosivos de seguridad

Unidad Didáctica 4: ENSAYOS

- 10. Ensayos de caracterización normalizados
 - Ensayo de Traulz.
 - Péndulo balístico.
 - Ensayo de Dautriche.
 - Método de Hess.
 - Método de Kast.
 - Otros ensayos.

5.3. Programa de prácticas

- Visita a empresa: Visita a una planta de fabricación de explosivos industriales.
- Visita a empresa: Visita a una planta de fabricación de propulsantes
- Supuestos Prácticos consistentes en la realización de ejercicios prácticos en clase sobre el cálculo y determinación de las características de los explosivos industriales.

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

5.4. Programa de teoría en inglés

Didactic Unit 1: THE EXPLOSIVE REACTION

1. Introduction
2. Explosive reaction
 - Concepts and Definitions.
 - Combustion, deflagration, detonation
 - Explosions

Explosives

3. Initiation of the explosives

Decomposition
Local Warming for shock
Spread of the detonation
Initiation for shock waves
Initiation for stimuli of low speed
Transition of deflagration to detonation

Didactic Unit 2: THE ENERGY OF THE EXPLOSIVES

4. Measures of the energy

Calculations
Useful Work
Power

Didactic Unit 3: MANUFACTURE

5. Explosive substances. Primary Explosives

Fulminate of mercury
Nitride of lead
Styphnate of lead
Other initiators explosives

6. Secondary explosives . Nitration C. Nitroderivatives

Trinitrotoluene
Other nitroaromatic

7. Nitración O. Nitric esters

Nitroglycerine
Nitroglycol
Other glycol esters
PETN
Nitrocellulose

8. Nitration N. Nitramines

Hexogene
Octogene
Other nitramines

9. Industrial explosives

Black powder
Explosives powdery
Gelatin Explosives
Ammonium nitrate Explosive
Hydrogels
Emulsions
Safety Explosives

Didactic Unit 4: TESTS

10. Tests of characterization normalized

Traulz's Test.
Ballistic pendulum.
Dautriche's test.
Hess's method.
Kast's method.
Other tests.

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

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

Unidad didáctica 1. La reacción explosiva

Tras una breve introducción histórica de la evolución de los explosivos desde sus orígenes con la pólvora negra hasta los explosivos industriales del siglo XX, se describe la terminología empleada en el ámbito de los explosivos y se introducen los conceptos necesarios para comprender el mecanismo de la reacción explosiva. Asimismo se analiza el fenómeno de la iniciación, fundamental para el desarrollo de cualquier reacción explosiva.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Familiarizar a los estudiantes con la evolución de los diferentes tipos de explosivos.
- Conocer las diferencias entre las distintas reacciones explosivas
- Comprender como se desarrolla la reacción explosiva.
- Analizar la importancia del proceso de iniciación y las diferentes posibilidades de realizarlo.
-

Unidad didáctica 2. La energía de los explosivos

La energía es una característica que invariablemente figura entre las especificaciones que los fabricantes proporcionan y sirve para caracterizarlos y determinar su aplicación.

Es necesario, pues, tanto en el desarrollo de composiciones explosivas como en sus aplicaciones, conocer a fondo el significado de la energía, su determinación y las condiciones en que se puede disponer de ella.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Exponer y describir las diferentes magnitudes energéticas de las reacciones de explosión.
- Aprender a calcular los valores de las diferentes magnitudes energéticas
- Calcular de acuerdo con la Norma UNE 31002 las características teóricas de las sustancias explosivas o sus mezclas.

Unidad didáctica 3. Fabricación

Esta unidad didáctica se ocupa de la descripción de las características físicas, químicas y explosivas de las sustancias utilizadas como explosivos, así como de los explosivos industriales.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Conocer las características de las sustancias explosivas primarias y secundarias.
- Conocer los procesos de nitración para la obtención de sustancias explosivas.
- Analizar las diferentes técnicas de fabricación de sustancias explosivas
- Estudiar las características y procesos de fabricación de los explosivos de uso industrial.


Unidad didáctica 4. Ensayos

La determinación experimental de las propiedades de los explosivos se realiza por medio de

ensayos normalizados

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Conocer los diferentes ensayos para determinar las propiedades explosivas
- Determinar las propiedades con la realización de los ensayos de acuerdo con las normas

CSV:	Eedyemp7sPmCOb0a4tj35yCud	Fecha:	16/01/2019 13:09:18	
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/Eedyemp7sPmCOb0a4tj35yCud	Página:	10/14	

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</u> : Toma de apuntes. Planteamiento de dudas.	30
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia	30
Resolución de ejercicios y casos prácticos	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</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	15
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	15
Visitas técnicas	Se llevarán a cabo visitas técnicas a fábricas de explosivos industriales y de propulsores militares con el fin de que los estudiantes entren en contacto directo que el tipo de instalaciones que se abordan en la parte teórica.	<u>Presencial</u> : Visita técnica a plantas de tratamiento. Planteamiento y resolución de cuestiones y cuantas dudas surjan durante la visita técnica.	15
Trabajo individual o colectivo	Se planteará la presentación oral de un trabajo individual (o colectivo) que versará sobre un proceso de fabricación de explosivos.	<u>Presencial</u> : Exposición oral del trabajo planteado.	10
		<u>No presencial</u> : Trabajo personal de búsqueda y recopilación de la información. Elaboración de la presentación.	
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría y ejercicios.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	15
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico, o Aula Virtual.	
Exámenes	Evaluación oral y escrita (examen oficial). Consistente en entrevistas personales	<u>Presencial</u> : Asistencia a las entrevistas individuales y examen oficial	5

	sobre temas conceptuales y una prueba escrita de teoría y prueba escrita de ejercicios.		
			135

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

Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clase de teoría	X	X								
Resolución de ejercicios y casos prácticos			X							
Visitas técnicas				X	X					
Trabajo individual o colectivo			X							
Tutorías	X	X	X							

7. Evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba oral teoría	X		Entrevista individualizada donde se evalúa el razonamiento y la expresión verbal para la transmisión del conocimiento adquirido	Hasta 30	1,2
Prueba escrita teoría	X		Prueba tipo test sobre los procesos de fabricación	Hasta 20	4
Prueba escrita ejercicios	X		Un ejercicio del mismo tipo que los que se han resuelto durante las prácticas en clase y supuestos enviados para su resolución a casa	Hasta 40	3
Ejercicios propuestos por el profesor	X	X	Resolución en casa y entrega de supuestos prácticos propuestos por el profesor. Evalúan, principalmente, habilidades	Hasta 5	3
Realización de informes y Exposición Oral	X	X	Presentación oral del trabajo individual sobre normas y fabricación de explosivos	Hasta 5	3,4,5

7.2. Mecanismos de control y seguimiento

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

Participación de los estudiantes en las clases de ejercicios, en las que se dará un tiempo para que intenten resolverlos (de forma individual o en pequeños grupos) antes de que lo haga el profesor u otro de los estudiantes.

La presentación oral y las entrevistas individuales sirven para asegurar que las destrezas requeridas 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 requeridos.

8. Recursos y bibliografía

8.1. Bibliografía básica

- SANCHIDRIAN, J.A. Y MUÑIZ, E. Curso de Tecnología de Explosivos. Fundación Gómez Pardo. 1984
- LLORENTE GÓMEZ, E. Estudio de los explosivos industriales. Interciencia. 1963
- MONFORTE SOLER, M. Las pólvoras y sus aplicaciones. UEE. 1984
- Manual de empleo de explosivos. UEE. 1991
- Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera
- Normas UNE

https://upct.ent.sirsidynix.net.uk/client/es_ES/GRME/search/results?qu=OU1&te=&rt=false%7C%7C%7CCUSTOM598%7C%7C%7CBibliograf%C3%ADa+B%C3%A1sica#

8.2. Bibliografía complementaria

- URBANSKI, T. Chemistry and Technology of Explosives. Pergamon Press. 1967.
- AKHAVAN, J. The chemistry of explosives. The Royal Society of Chemistry. 2004.
- AGRAWAL J. P., HODGSON R. D. Organic Chemistry of Explosives. John Wiley & Sons Ltd. 2007

https://upct.ent.sirsidynix.net.uk/client/es_ES/GRME/search/results?qu=OU1&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.
- Cuestiones y Problemas resueltos de la asignatura.