



**POLITÉCNICA**

## Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

### Datos Descriptivos

<b>ASIGNATURA:</b>	GEOLOGÍA MINERA
<b>MATERIA:</b>	-
<b>CRÉDITOS EUROPEOS:</b>	4,5
<b>CARÁCTER:</b>	ESPECIALIDAD GITM
<b>TITULACIÓN:</b>	Grado en Ingeniería en Tecnología Minera
<b>CURSO/SEMESTRE</b>	3º CURSO / 5 SEMESTRE
<b>ESPECIALIDAD:</b>	-

<b>CURSO ACADÉMICO</b>	Segundo		
<b>PERIODO IMPARTICION</b>	<b>Septiembre- Enero</b>	<b>Febrero - Junio</b>	
	X		
<b>IDIOMA IMPARTICIÓN</b>	<b>Sólo castellano</b>	<b>Sólo inglés</b>	<b>Ambos</b>
	X		

<b>DEPARTAMENTO:</b>		INGENIERÍA GEOLÓGICA
<b>PROFESORADO</b>		
<b>NOMBRE Y APELLIDO (C = Coordinador)</b>	<b>DESPACHO</b>	<b>Correo electrónico</b>
JOSE ANTONIO ESPI RODRIGUEZ (C)	336	joseantonio.espi@upm.es
MARIA TERESA GONZÁLEZ AGUADO	312	mteresa.gonzalez@upm.es
ISABEL ARRIBAS ROSADO	321	isabelkitina.arribas@upm.es
JOSE LUIS SANZ CONTRERAS	333	Joseluis.sanz@upm.es

<b>CONOCIMIENTOS PREVIOS REQUERIDOS PARA PODER SEGUIR CON NORMALIDAD LA ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURAS SUPERADAS</b>	GEOLOGIA (2º Curso / 3 Semestre) Recomendable
<b>OTROS RESULTADOS DE APRENDIZAJE NECESARIOS</b>	Conocimientos fundamentales de Geología
	Conocimientos de Matemáticas, especialmente de Estadística

- Los alumnos de Geología Minera deberán poseer conocimientos básicos de *Geología General*. Por ello resulta recomendable que el alumno ya haya cursado la asignatura de Geología impartida en el tercer semestre de la carrera, especialmente relacionada con la comprensión de los fenómenos endógenos y exógenos que afectan a la corteza terrestre.
- Además, los alumnos de Geología Minera deberán ser capaces de realizar esquemas a mano alzada con suficiente claridad, deberán saber utilizar las herramientas comunes de los programas informáticos y los conocimientos estadísticos básicos aprendidos en las asignaturas de los semestres anteriores.

## **Objetivos de Aprendizaje**

<b>COMPETENCIAS Y NIVEL ASIGNADAS A LA ASIGNATURA</b>		
<b>Código</b>	<b>COMPETENCIA</b>	<b>NIVEL</b>
CG1	Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Tecnología Minera.	Conocer. Compr. Aplicar
CG2	Poseer capacidad para diseñar, analizar, calcular, proyectar, construir, mantener, conservar, explotar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de las Tecnologías Mineras, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas, incluyendo la función de asesoría en estos campos	Conocer, Proyectar, Aplicar
CG 7	Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la ingeniería en tecnología minera en sus actividades profesionales.	Conocer, Aplicar
CG 2.	Poseer capacidad para diseñar, analizar, calcular, proyectar, construir, mantener, conservar, explotar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de las Tecnologías Mineras, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas, incluyendo la función de asesoría en estos campos.	Conocer, Diseñar, Construir, Aplicación.
CE (F2)	Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador.	Conocer, Aplicar
CE(F5)	Conocimientos básicos de geología y morfología del terreno y su aplicación en problemas relacionados con la ingeniería. Climatología	Conocer, Aplicar
CE(F21)	Conocimiento de la metodología, gestión y organización de proyectos	Conocer

CE(F23)	Diseño, planificación y dirección de explotaciones mineras.	Diseñar, Aplicar
CE(F24)	Geología general y de detalle.	Conocer, Aplicar
CE(F26)	Ensayos mineralógicos, petrográficos y geotécnicos. Técnicas de muestreo.	Conocer, Aplicar
CE(F27)	Modelización de yacimientos.	Conocer, Aplicar

**CE(F): Competencias específicas; CG: competencias generales**

Estas competencias se desarrollan de manera concreta en los siguientes **Resultados de Aprendizaje Globales (RAG)**:

<b>Código</b>	<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE GLOBALES DE LA ASIGNATURA</b>
RAG1	Ser capaz de reconocer las diferentes etapas de un proceso de creación de un proyecto minero diferenciando y caracterizando cada una de sus fases, incluso determinado su valor.
RAG2	Conocer y comprender los diferentes procesos generadoras de yacimientos minerales y diferenciar y caracterizar las diversas tipologías de los mismos, asignándoles los atributos técnicos, económicos y ambientales necesarios para su explotación.
RAG3	Ser capaz de planificar de manera simple una campaña de sondeos de exploración o valoración, reconociendo las estructuras geológicas atravesadas, la geometría de los depósitos minerales descubiertos y el volumen del cuerpo geológico reconocido.
RAG4	Conocer, comprender y aplicar de manera preliminar los códigos e informes sobre la valoración de los recursos minerales y su posible afección ambiental.

Estos resultados globales se desarrollan de manera concreta en los siguientes **Resultados de Aprendizaje Evaluables (RAE)**:

<b>Código</b>	<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</b>
---------------	---

RAE 1	Saber manejar con soltura las diversas fuentes de información de proyectos mineros en actividad, aplicando los modelos de presentados en las enseñanzas teóricas.
RAE 2	Conocer y comprender de manera específica cada uno de los procesos generadores de concentraciones minerales y de sus yacimientos asociados
RAE 3	Saber diferenciar todas las categorías genéticas mundiales de depósitos minerales, conociendo y aprendiendo las características mineralógicas, económicas y ambientales de los de mayor importancia.
RAE 4	Dar valor de manera preliminar a distintos yacimientos minerales en función de sus características geológicas, mineralógicas, estructurales y geométricas, apoyándose en las cotizaciones mundiales de minerales y metales.
RAE 5	Reconocer de manera física y directa las diferentes estructuras que aparecen en los testigos de perforaciones mineras, apoyando la interpretación geológica y geotécnica de los mismos.
RAE 6	Conocer y aplicar las técnicas de cartografía geológica en afloramientos superficiales o en trabajos subterráneos, realizando esquemas y planos cartográficos a la escala conveniente para su fácil interpretación.
RAE 7	Saber aplicar los principios que rigen el diseño, colocación, infraestructuras necesarias y valoración económica de los sondeos de reconocimiento o valoración de recursos minerales.
RAE 8	Conocer y aplicar las primeras etapas de programas informáticos de valoración de recursos minerales, introduciendo los conocimientos adquiridos de manera teórica
RAE 9	Conocer y aplicar los códigos o estándares de calidad aplicados a las clasificaciones de recursos/reservas minerales y los informes de calidad ambiental.

## Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO)		
TEMA / CAPITULO	APARTADO	Indicadores Relacionados
<b>BLOQUE 1/ TEMA 1</b> <b>Ciclo de la vida de un proyecto minero</b>	Las etapas del ciclo y sus riesgos asociados.	I1_1
	Bases geológicas en la definición de los objetivos, en el descubrimiento de nuevos recursos, en la definición del yacimiento,	I1_2
	Bases geológicas en la preparación y producción. Casos prácticos	I1_3
<b>BLOQUE 2/ TEMA 2</b> <b>Principios sobre la formación de los depósitos minerales y su clasificación</b>	Conceptos básicos sobre un yacimiento: definiciones, asociaciones minerales	I2_1
	Conceptos básicos sobre un yacimiento: relaciones con el entorno	I2_2
	Procesos de formación: <i>Procesos superficiales</i> : Suelos y alteraciones. Procesos sedimentarios.	I2_3
	Procesos de formación: <i>Procesos superficiales</i> : Procesos sedimentarios. Casos y ejemplos	I2_4
	Procesos de formación: <i>Procesos en el subsuelo</i> : Sistemas de aguas subterráneas. Sistemas hidrotermales.	I2_5
	Procesos de formación: <i>Procesos en el subsuelo</i> : Sistemas hidrotermales.	I2_6
	Procesos de formación: <i>Procesos en el subsuelo</i> : Sistemas hidrotermales. Casos y ejemplos	I2_7
	Procesos de formación: <i>Procesos en el subsuelo</i> . Sistemas magmáticos.	I2_8
	Procesos de formación: <i>Procesos en el subsuelo</i> : Sistemas magmáticos. Casos y ejemplos	I2_9
<b>BLOQUE 3/ TEMA3</b> <b>La cartografía geológica en la mina</b>	Aspectos generales. Escalas y medios.	I3_1
	Controles estructurales de las mineralizaciones.	I3_2
	Controles estructurales de las mineralizaciones. Procedimientos y Análisis.	I3_3
	Cartografía en afloramientos y en	I3_4

	trabajos superficiales.	
	Cartografía en la mina subterránea.	13_5
	Interpretación cartográfica (signos y leyendas, reconstrucciones estructurales y perfiles).	13_6
<b>BLOQUE 4 / TEMA 4</b> <b>Sondeos para minería.</b>	Tipos generales, objetivos y su elección. Sondeos de reconocimiento y sistemáticos.	14_1
	Elección del lugar y colocación, observaciones geológicas. Levantamiento de los sondeos	14_2
	Estructuras planares, lineales, fallas, pliegues, vergencias. Nociones de clasificación geotécnica.	14_3
<b>BLOQUE 4 / TEMA 5</b> <b>Interpretación de la información de los sondeos</b>	Orientación y mallados. Escalas. Muestreo. Conservación del testigo. Fotografías	15_1
	Representación en 2D y 3D.	15_2
	Determinación del cut-off de un yacimiento. Delineación de los bloques explotables	15_3
	Fundamentos estadísticos y geoestadísticos fundamentales de la estimación por bloques. Reconciliación entre Recursos y Reservas.	15_4
<b>BLOQUE 5 / TEMA 6</b> <b>Muestreos en mina</b>	Características del muestreo para grandes volúmenes (“bulk sampling”) Teoría del control de leyes.	16_1
	Sistemas analíticos. Teoría del control de leyes	16_3
	Protocolos y procedimientos de calidad	16_4
<b>BLOQUE 6 / TEMA 7</b> <b>Garantías de calidad</b>	La aplicación de los estándares ISO a los procedimientos de estimación de recursos. Informes de calificación de Recursos/Reservas: El JORC. The National Instrument 43-101 (NI43-101).	17_1
	Objetivos, estructura, definiciones fundamentales. La “competent person” y su importante papel. Impactos ambientales de la minería y la tipología de los yacimientos. El “reporting” ambiental.	17_2

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS  
UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS**

<p><b>CLASES DE TEORIA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las clases teóricas forman la base de su aprendizaje, pero estarán siempre basadas en casos reales. Hoy la abundancia de información sobre las características de un proyecto es tan grande que resulta fácil para el profesor y alumno profundizar en casos reales.</li> <li>• Abundando más en lo anterior, los estándares JORC, NI-43. 101 son casi obligatorios en una explotación minera. Su aplicación conlleva su exposición pública y por ello existe una ingente cantidad de información sobre caso reales llevados a precisiones increíbles hace tiempo. De esa fuente saldrán datos y comentarios del profesor, pero sobre todo un campo de datos accesible para el alumno.</li> <li>• Ante las previsible dificultades de realizar visitas y trabajos de campo en explotaciones mineras muchas de las clases teóricas asumirán ese papel de conectar al alumno con la realidad tecnológica. Por ello todas las lecciones en clase irán acompañadas de los casos prácticos imprescindibles</li> <li>• Además, puesto que para un grado de ingeniería de minas tan sólo existirán dos asignaturas de conocimientos geológicos, incluyendo los referentes a la formación y clasificación de yacimientos, las conferencias se impartirán con el estilo de buscar lo fundamental de temas de extensión de mucha más envergadura</li> </ul>
<p><b>CLASES PROBLEMAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las conferencias llevan implícitas clases con prácticas en grupo, buscando la mayor participación y soluciones consensuadas</li> <li>• Las clases delante del ordenador facilitan soluciones como las anteriores, sabiendo siempre que muchas respuestas se pueden encontrar en ejemplos reales desarrollados en internet</li> </ul>

<p><b>PRÁCTICAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se consideran dos salidas de campo, una sobre trabajos de reconocimiento de sondeos y otra sobre un yacimiento antiguo o actual con explotación superficial. Sobre ambos se realizarán de manera individual las prácticas de reconocimiento previamente preparadas.</li> <li>• Con el fin de reducir los costes de transporte que las prácticas de campo supone, se prevé realizarlas de manera conjunta con otras asignaturas y, también, visitar alguna institución (IGME, por ejemplo) que pueda suministrar esa función.</li> <li>• Además están previstas prácticas se llevarán a cabo en Laboratorio de Geología sobre testigos de sondeos y muestras de mano. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los programas de ordenador generan situaciones muy reales sobre los campos de determinación de volúmenes reconocidos por sondeos, límites de yacimientos, imágenes 2D y 3D, y otros. Por ello se incorporan dentro de los bloques correspondientes a la estimación de recursos minerales.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>TRABAJOS AUTONOMOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los trabajos autónomos constituyen una pieza fundamental en el aprendizaje en esta asignatura. La mayor parte de los casos requieren un esfuerzo de búsqueda y comprensión cuando se trata de resolución de situaciones reales que precisa de un trabajo individual y un tiempo que no puede otorgarse en clase. Por ello, con las directrices marcadas y los ejemplos realizados en la clase, el alumno deberá, por si solo, desarrollar los objetivos marcados.</li> </ul> <p>En varios casos el programa de realización de volúmenes en 3D, perfiles transversales al yacimiento, valoraciones de índole económica, y otros, el alumno requerirá el uso de las instalaciones de informática de la Escuela. Ello está previsto y para ello se dedicará el tiempo necesario.</p>
<p><b>TRABAJOS EN GRUPO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobre al línea anterior, la experiencia dicta la necesidad de atención al alumno en casos de difícil comprensión o en el uso de determinados programas. Se prevé para ello los trabajos en grupo en el laboratorio de informática, propiciando en este caso una mayor participación del alumno.</li> </ul>
<p><b>TUTORÍAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ejemplo anterior puede considerarse como de verdaderas tutorías y la experiencia aconseja su uso por la gran eficacia que a menudo se consigue.</li> <li>• El alumno podrá acudir a realizar consultas a su profesor, solicitando aclaraciones, explicaciones complementarias, o aquellas otras que considere necesarias para mejorar su aprendizaje.</li> </ul>

<b>RECURSOS DIDÁCTICOS</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	Espi J.A. y Vázquez F. (2010) "Guía para el curso de Simulación de un a campaña de investigación minera y valoración económica de sus resultados". En papel y CD. ETSI de Minas de Madrid
	Vázquez F. (20). "Yacimientos Minerales". ETSI de Minas de Madrid
	Vázquez F. (2012). "Manual de la formación de depósitos minerales Yacimientos Minerales". En prensa.
	Kesler S. (1999) "Mineral resources, economics and the environment" /. ISBN 0-02-362842-1
	Marjoribanks R. (1997) "Geological Methods in Mineral Exploration and Mining" Chapman & Hall
<b>RECURSOS WEB</b>	Multitud de proyectos mineros calificados con la NI-43.101. "Entrando con NI-43 y el metal elegido"
	Normas JORC y NI-43: "The Australasian Joint Ore Reserves Committee (JORC)". <a href="http://www.jorc.org/">www.jorc.org/</a> "National Instrument 43-101 (NI 43-101)" <a href="http://www.osc.gov.on.ca">www.osc.gov.on.ca</a>
<b>EQUIPAMIENTO</b>	
	Proyector de vídeo y 12 ordenadores de mesa en red.
	Material de campo, brújulas y martillos geológicos.

## **Distribución de dedicación de los 4,5 créditos ECTS**

equivalentes a 45 (4,5×10) horas presenciales, y 117 (4,5×26) horas totales

<b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>	<b>Nº horas</b>	<b>Carácter: Presencial / No Presencial</b>
<b>A. Clases teórico-prácticas y trabajos en grupo en aula</b>	22	P
<b>B. Sesiones de Laboratorio y Campo</b>	23	P
<b>C. Preparación de trabajos, ejercicios, grupos de repaso y redacción de un informe final</b>	70	NP
<b>D. Exámenes y correcciones de diversa índole</b>	2	P
<b>TOTAL</b>	117	----

## **Cronograma de trabajo de la asignatura**

Semana	Actividades Aula	Laboratorio/ Campo	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades Evaluación	Otros
1. Bloque 1, T1: "Ciclo de vida de un proyecto minero"	2 h		2 h		Entrega de un breve informe	
2. Bloque 2, T2: "Principios sobre la formación de los depósitos minerales y su clasificación"	10 h	4 h	15 h	1h	1 h	
3. Bloque 3, T3: "La cartografía geológica en la mina"	3 h	4 h	15 h		1 h en campo	
4. Bloque 4, T4: "Sondeos para minería"	3 h	3 h	3 h	1 h	Calificación en trabajo n grupo	
5. Bloque 4, T5: "Interpretación de la información de los sondeos"	2 h	6 h	15 h	1h	Calificación por informe	
6. Bloque 5, T6: "Muestreos en mina"	3 h	2 h	10 h		1h-Examen	
7. Bloque 6, T7: "Garantías de calidad"	2 h	1 h	6 h		Entrega informe	
Total	25 h	20 h	67 h	2 h	3 h	

## Sistema de evaluación de la asignatura

EVALUACION		
Ref	INDICADOR DE LOGRO	Relacionado con RA:
11	Definir y reconocer con claridad las características de los componentes del ciclo de vida de un proyecto minero y hablar de los riesgos que les son comunes	RAE1
12	Colocar una tipología de yacimiento mineral en el lugar de clasificación que le corresponde, reconociendo las características que lo definen como tal	RAE2 y RAE3
13	Llegar a determinar la importancia relativa de un yacimiento mineral en función de su tipología, volumen y condiciones de aparición, al conocer la cotización del metal de sus minerales y las condiciones ambientales de su presencia.	RAE3 y RAE 4
14	Realizar esquemas de afloramientos de mineralizaciones de manera fácilmente comprensible, tanto en superficie como en frentes de avance de galerías	RAE5
15	Realizar una interpretación en testigos de sondeos reconociendo las estructuras presentes en ellos y su ubicación espacial	RAE6, RAE7 y RAE 8
16	Realizar perfiles de campos de sondeos conectándolos en dos y tres dimensiones y acercándose a la determinación del volumen acotado por ellos.	RAE7
17	Determinar volúmenes explotables en una primera determinación a partir de columnas de sondeos que incluyen análisis de metales	RAE 7 y RAE 8
18	Aplicar los códigos de valoración recursos/reservas mediante campañas de sondeos y situaciones previamente determinadas	RAE9 y RAE 10

EVALUACION SUMATIVA			
BREVE DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES EVALUABLES	MOMENTO	LUGAR	PESO EN LA CALIFICACIÓN
Prueba Bloque 1	SEMANA 1	Aula habitual	5%
Prueba Bloque 2	SEMANA 6	Aula habitual	33%
Prueba Bloque 3	SEMANA 7	Después salidas al campo	25%

Pruebas Bloque 4	SEMANAS 9 y 10	Aula y domicilio	22%
Prueba Bloque 5	SEMANA 14	Aula	10%
Prueba Bloque 6	SEMANA 15	Domicilio	5%

La evaluación consistirá bien en forma continua sobre los bloques que se vayan superando o bien en caso de no superación, en un examen final. En todo caso, la valoración de la nota final tendrá aproximadamente la ponderación señalada en la tabla anterior.

## Evaluación mediante “*sólo prueba final*”

Las prácticas de campo son siempre obligatorias y en el caso de quedar justificada su ausencia por fuerza mayor, serán sustituidas por una prueba práctica equivalente. Los alumnos que hayan comunicado, en un plazo de dos semanas desde el inicio de la actividad docente del grupo que les ha sido asignado por la Secretaría del Centro, que optan por evaluación mediante “*sólo prueba final*”, deberán realizar de forma obligatoria las prácticas y las 2 salidas al campo. La prueba final constará de un examen. Para aprobar, el alumno deberá sacar una nota igual o superior a 5 sobre 10. La calificación del examen tendrá aproximadamente la ponderación reconocida en la tabla adjunta

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN
<b>Prácticas de laboratorio:</b> Resultados alcanzados referentes a las pruebas realizadas en el ordenador y en las muestras de mano o testigos propuestos.
<b>Pruebas en clase:</b> Calificaciones según resultados teórico-prácticos bien explicados y razonados
<b>Examen final:</b> Preguntas convenientemente respondidas y apoyadas en datos de índole teórico práctico.
<b>Evaluación de la excelencia:</b> Aportaciones de diversa índole a los temas planteados.