



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

# GUIA DOCENTE

CURSO 2022-23

## GRADO EN INGENIERÍA EN EXPLOTACIÓN DE MINAS Y RECURSOS ENERGÉTICOS

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

EL AGUA EN LA MINERÍA

**Denominación en Inglés:**

Mine water

**Código:**

606810301

**Tipo Docencia:**

Presencial

**Carácter:**

Optativa

**Horas:**

**Totales**

**Presenciales**

**No Presenciales**

**Trabajo Estimado**

150

60

90

**Créditos:**

Grupos Grandes	Grupos Reducidos			
	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4	0	1	1	0

**Departamentos:**

ING.MINERA,MECANICA,ENERG. Y DE LA CONST

**Áreas de Conocimiento:**

PROSPECCION E INVESTIGACION MINERA

**Curso:**

3º - Tercero

**Cuatrimestre**

Primer cuatrimestre

**DATOS DEL PROFESORADO (\*Profesorado coordinador de la asignatura)**

<b>Nombre:</b>	<b>E-mail:</b>	<b>Teléfono:</b>
* Manuel Antonio Caraballo Monge	mcaraballo@dimme.uhu.es	
JOSE ANTONIO GRANDE GIL	grangil@dimme.uhu.es	
<b>Datos adicionales del profesorado (Tutorías, Horarios, Despachos, etc... )</b>		
Despacho Manuel Caraballo PB22 (ETSI)		

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Descripción de Contenidos:

#### 1.1 Breve descripción (en Castellano):

Nociones de Hidrología e hidrogeología e interés en minería  
Técnicas de localización y puesta en servicio de agua  
Herramientas geofísicas aplicadas a la hidrogeología  
Drenaje ácido de mina  
Prevención control y restauración de sistemas afectados por la minería

#### 1.2 Breve descripción (en Inglés):

Fundamentals of hydrology and hydrogeology and their application in mining  
Techniques to water location and put into service  
Geophysical tools applied to hydrogeology  
Acid Mine Drainage  
Prevention, control and remediation of water systems affected by acid mine drainage

### 2. Situación de la asignatura:

#### 2.1 Contexto dentro de la titulación:

Asignatura optativa común a ambos itinerarios

#### 2.2 Recomendaciones

### 3. Objetivos (Expresados como resultado del aprendizaje):

Transmitir conocimientos al alumnado sobre las problemática que afecta a los sistemas hídricos afectados por la actividad minera, y las herramientas de diagnóstico y restauración.

### 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

#### 4.1 Competencias específicas:

-

#### 4.2 Competencias básicas, generales o transversales:

**CB2:** 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.

**CB3:** Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

**CB5:** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

**CG04:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

**CG07:** Capacidad de análisis y síntesis.

**CG08:** Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.

**CG02:** Capacidad para tomar de decisiones.

**TC2:** Desarrollo de una actitud crítica en relación con la capacidad de análisis y síntesis.

**TC3:** Desarrollo de una actitud de indagación que permita la revisión y avance permanente del conocimiento.

### 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.
- Sesiones de Campo de aproximación a la realidad Industrial.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.....

#### 5.2 Metodologías Docentes:

- Clase Magistral Participativa.

- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Desarrollo de Prácticas de Campo en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Conferencias y Seminarios.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3 Desarrollo y Justificación:

En las clases teóricas se desarrollarán los conceptos fundamentales de cada bloque temático que se pretende que los alumnos conozcan.

En las clases prácticas, se complementarán los conocimientos teóricos adquiridos con ejercicios y problemas, para la total comprensión de los contenidos y con el fin de alcanzar los objetivos descritos.

Las sesiones teóricas y prácticas se complementarán con tutorías colectivas, sesiones dedicadas específicamente a la resolución de las dudas más frecuentes que hayan surgido en los temas anteriormente explicados.

Se encargará un trabajo sobre una explotación concreta que deberá ser expuesto a final de curso por el alumno.

## 6. Temario Desarrollado

Tema 1. Nociones de Hidrología e hidrogeología e interés en minería

Tema 2. Técnicas de localización y puesta en servicio de agua

Tema 3. Herramientas geofísicas aplicadas a la hidrogeología

Tema 4. Drenaje ácido de mina

Tema 5. Prevención control y restauración de sistemas afectados por la minería

## 7. Bibliografía

7.1 Bibliografía básica:

Mine Water: Hydrology, Pollution & remediation (2002). Younger, Banwart & Hedin. Kluwer Academic. London.

## 7.2 Bibliografía complementaria:

Fernández-Rubio, R. & Lorca, D. F. Mine water drainage. *Mine Water Env.* 12 (1), 107-130.

- Förstner, U. & Wittmann, G. T. W. *Metal Pollution in The Aquatic Environment*. Springer, Heidelberg.

- Aroba, J., Grande, J.A., Andújar J.M., de la Torre, M.L., 2007. Application of fuzzy logic and data mining techniques as tools

for qualitative interpretation of acid mine drainage processes. *Environ Geol*, 53(1), 135-145.

- Azcue, J.M., 1994, *Introducción al tratamiento de Series Temporales. Aplicación a las Ciencias de la Salud*, Diaz de Santos,

Madrid, 585 pp.

- Borrego, J., 1992. *Sedimentología del estuario del Río Odiel, Huelva, S.O. España*. PhD Thesis. Univ. of Sevilla.

- Borrego, J., Morales, J.A., de la Torre, M.L., Grande, J.A., 2002. Geochemical characteristics of heavy metal pollution in

surface sediments of the Tinto and Odiel river estuary (southwestern Spain). *Environ Geol* 41, 785-796.

- Borrego, J., Carro, B., López-González, N., de la Rosa, J., Grande, J.A., Gómez, T., de la Torre, M.L., 2011. Effect of acid

mine drainage on dissolved rare earth elements geochemistry along a fluvial-estuarine systems: the Tinto-Odiel estuary (SW

Spain). *Hydrol Res*. DOI: 10.216/nh.2011.012.

- Braungardt, C.B., Achterberg, E.P., Nimmo, M., 1998. Behaviour of dissolved trace metals in the Rio Tinto/Río Odiel

Estuarine System. In: *European Land-Ocean Interaction Studies, Second Annual Scientific Conference: Abstracts* 51, eds.

Morales, J.A., Borrego, J.

- Cánovas, C.R., Olías, M., Nieto, J.M., Sarmiento, A.M., Cerón, J.C., 2007. Hydrogeochemical characteristics of the Tinto

and Odiel rivers (SW Spain). Factors controlling metal contents. *Sci Total Environ* 373, 363-382.

- Carro, B., López-González, N., Grande, J.A., Gómez, T., de la Torre, M.L., Valente, T., 2011. Impact

of acid mine drainage

on the hydrochemical characteristics of the Tinto-Odiel estuary (SW Spain). *Journal of Iberian Geol.* 37(1), 87- 96.

- Davis, R.A., Jr, Welty, A.T., Borrego, J., Morales, J.A., Pendón, J.G., Ryan, J.G., 2000. Rio Tinto estuary (Spain): 5000

years of pollution. *Environ Geol* 39, 1107-1116.

- de la Torre, M.L.; Grande, J.A., Jiménez, A., Borrego, J., Díaz Curiel, J.M., 2009. Time evolution of an AMD-affected river

chemical makeup. *Water Res Manag*, 23(7), 1275-1289.

- de la Torre, M.L., Sánchez-Rodas, D., Grande, J.A., Gómez, T., 2010. Relationships between pH, colour and heavy metal

concentrations in the Tinto and Odiel rivers (Southwest Spain). *Hydrol Res*, 41(5), 406-413.

- de la Torre, M.L., Grande, J.A., Graiño, J., Gómez, T., Cerón, J.C., 2011. Characterization of AMD pollution in the river

Tinto (SW Spain). *Geochemical comparison between generating source and receiving environment. Water air soil poll*, 216,

3-19.

- Elbaz-Poulichet, F., Morley, N.H., Cruzado, A., Velasquez, Z., Achterberg, E.P., Braungardt, C.B., 1999. Trace metal and

nutrient distribution in an extremely low pH (2.5) river-estuarine system, the Ria of Huelva (south-west Spain). *Sci Total*

*Environ* 227, 73-83.

- Elbaz-Poulichet, F., Dupuy, C., Cruzado, A., Velasquez, Z., Achterberg, E., Braungardt, C., 2000. Influence of sorption

processes by iron oxides and algae fixation on arsenic and phosphate cycle in an acidic estuary (Tinto river, Spain). *Water*

*Res*, 34(12-15), 3222-3230.

- Elbaz-Poulichet, F., Braungardt, C., Achterberg, E., Morley, N., Cossa, D., Beckers, J., Nomérange, P., Cruzado, A.,

Leblanc, M., 2001. Metal biogeochemistry in the Tinto-Odiel rivers (Southern Spain) and in the Gulf of Cadiz: a synthesis of

the results of TOROS project. *Cont Shelf Res*, 21(18-19), 1961-1973.

- EMCBC (1996). The perpetual pollution machine. *Acid Mine Drainage*. B.C. Mining Control, Canada, 1-6 pp.

- Elbaz-Poulichet, F., Dupuy, C., 1999. Behaviour of rare earth elements at freshwater-seawater interface of two acid mine rivers: the Tinto and Odiel (Andalucia, Spain). *Appl Geochem*, 14, 1063-1072.
- Egal, M., Elbaz-Poulichet, F., Casiot, C., Motelica-Heino, M., Negrel, P., Bruneel, O., Sarmiento, A.M., Nieto, J.M., 2008. Iron isotopes in acid mine waters and iron-rich solids from the Tinto-Odiel Basin (Iberian Pyrite Belt, Southwest Spain). *Chem Geol*, 253,162-171.
- Förstner, U., Wittmann, G.T.W., 1983. *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. Springer-Verlag, Berlin.
- Grande, J.A., Borrego, J., Morales, J.A., 2000. Study of heavy metal pollution in the Tinto-Odiel estuary in Southwestern Spain using spatial factor analysis. *Environ Geol*, 39(10), 1095-1101.
- Grande, J.A., Borrego, J., Morales, J.A., de la Torre, M.L., 2003a. A description of how metal pollution occurs in the Tinto-Odiel rivers (Huelva-Spain) through the application of cluster analysis. *Mar Pollut Bull*, 46, 475-480.
- Grande, J.A., Borrego, J., de la Torre, M.L., Sáinz, A., 2003b. Application of cluster analysis to the geochemistry zonation of the estuary waters in the Tinto and Odiel rivers (Huelva, Spain). *Environ Geochem Hlth*, 25,233-246.
- Grande, J.A., Beltrán, R., Sáinz, A., Santos, J.C., de la Torre, M.L., Borrego, J., 2005a. Acid mine drainage and acid rock drainage processes in the environment of Herrerías Mine (Iberian Pyrite Belt, Huelva-Spain) and impact on the Andevalo dam. *Environ Geol*, 47, 185-196.
- Grande, J.A., Andújar, J.M., Aroba, J., de la Torre, M.L., Beltrán, R., 2005b. Precipitation, pH and metal load in AMD river basins: an application of fuzzy clustering algorithms to the process characterization. *J Environ Monitor*, 7, 325-334.
- Grande, J.A., de la Torre, M.L., Cerón, J.C., Beltrán, R., Gómez, T., 2010a. Overall hydrochemical characterization of the Iberian Pyrite Belt. Main acid mine drainage-generating sources (Huelva, SW Spain). *J Hydrol*, 390, 123-130.
- Grande, J.A., Andújar, J.M., Aroba, J., Beltrán, R., de la Torre, M.L., Cerón, J.C., Gómez, T., 2010b. Fuzzy modelling of the



spatial evolution of the chemistry in the Tinto river (SW Spain). *Water Resour Manag*, 24, 3219-3235.

- Grande, J.A., Andújar, J.M., Aroba, J., de la Torre, M.L., 2010c. Presence of As in the fluvial network due to AMD processes

in the Riotinto mining area (SW Spain): A fuzzy logic qualitative model. *J Hazard Mat*, 176 (1-3), 395-401.

- Grande, J.A., Jiménez, A., Romero, S., de la Torre, M.L., Gómez, T., 2010d. Quantification of heavy metals from AMD

discharged into a public water supply dam in the Iberian Pyrite Belt (SW Spain) using centered moving average. *Water Air*

*Soil Pollut*, 212, 299-307

- Grande, J.A., Jiménez, A., Borrego, J., de la Torre, M.L., Gómez, T., 2010e. Relationships between conductivity and pH in

channels exposed to acid mine drainage processes: study of a large mass of data using classical statistics. *Water Resour*

*Manag*, 24, 4579-4587.

- Grande, J.A., 2011. Impact of AMD processes on the public water supply: Hydrochemical variations and application of a

classification model to a river in the Iberian Pyritic Belt. S.W. Spain. *Hydrol Res*, 42(6), 472-478.

- Grande, J.A., Aroba, J., Andujar, J.M., Gómez, T., de la Torre, M.L., Borrego, J., Romero, S., Barranco, C., Santisteban, M.,

2011a. Tinto versus Odiel: two AMD polluted rivers and an unresolved issue. An artificial intelligence approach. *Water*

*Resour Manag*, 25, 3575- 3594.

- Grande, J.A. de la Torre, M.L., Cerón, J.C, Sánchez-Rodas, D., Beltrán, R., 2011b. Arsenic speciation in the Riotinto mining

area (SW Spain) during a hydrological year. *Water Practice and Technology*. Doi:10.2166/WPT.2011.011.

- Jiménez, A., Aroba, J., de la Torre, M.L., Andujar, J.M., Grande, J.A., 2009. Model of behaviour of conductivity versus pH in

A.M.D. water bases on fuzzy logia and data mining techniques. *J Hydroinform*. 11 (2),147-153.

- Leblanc, M., Morales, J.M., Borrego, J., Elbaz-Poulichet, F., 2000. 4.500 year-old mining pollution in Southwestern Spain:

Long-term implications for modern mining pollution. *Econ Geol*, 95, 655-662.

- Nieto, J.M., Sarmiento, A.M., Olías, M., Cánovas, C.R., Riba, I., Kalman, J., Delvalls, T.A., 2007. Acid mine pollution in the Tinto and Odiel rivers (Iberian Pyrite Belt, SW Spain) and bioavailability of the transported metals to the Huelva Estuary. *Environ Int*, 33, 445-455.
- Nocete, F., Linares, J.A., 1999. Las primeras sociedades mineras en Huelva Alosno. En: Historia de la provincia de Huelva, Cap. 4, 50-64.
- Nocete, F., Álex, E., Nieto, J.M., Sáez, R., Bayona, M.R., 2005a. An archaeological approach to pollution in the south-western Iberian Peninsula related to Third millennium BC mining and metallurgy. *J Archaeol Sci*, 32, 1566-1576.
- Nordstrom, D.K., Alpers, C.N., Coston, J.A., Taylor, H.E., McCleskey, R.B., Ball, J.W., Ogle, S., Cotsifas, J.S., Davis, J.A. 1999. Geochemistry, toxicity, and sorption properties of contaminated sediments and pore waters from two reservoirs receiving acid mine drainage. *U.S. Geol. Surv. Water Resour Invest Rep*, 289-296.
- Olías, M., Cánovas, C.R., Nieto, J.M., Sarmiento, A.M., 2006. Evaluation of the dissolved contaminant load transported by the Tinto and Odiel rivers (South West Spain). *Appl Geochem*, 21, 1733-1749.
- Pérez-López, R., Nieto, J.M., López-Cascajosa, M.J., Díaz-Blanco, M.J., Sarmiento, A.M., Oliveira, V., Sánchez-Rodas, D., 2011. Evaluation of heavy metals and arsenic speciation discharge by the industrial activity on the Tinto-Odiel estuary, SW Spain. (2011). *Mar Pollut Bull*, 62, 405-411.
- Sáez, R., Pascual, E., Toscano, M., Almodovar, G.R., 1999. The Iberian type of volcano-sedimentary massive sulphide deposits. *Miner Deposita* 34, 549-570.
- Sáez, R., Nocete, F., Nieto, J.M., Capitán, M.A., Rovira S., 2003. The extractive metallurgy of copper from Cabezo Juré, Huelva, Spain: Chemical and mineralogical study of slags dates to the third millenium B.C. *The Canadian Mineralogist*, 41, 627-638.

- Sáinz, A., Grande, J.A., de la Torre, M.L., Sánchez-Rodas, D., 2002. Characterisation of sequential leachate discharges of mining waste rock dumps in the Tinto and Odiel rivers. *J Environ Manag*, 64 (4), 345-353.
- Sáinz, A., Grande, J.A., de la Torre, M.L., 2003a. Analysis of the impact of local corrective measures on the input of contaminants from the Odiel river to the ria of Huelva (Spain). *Water Air Soil Pollut*, 144, 375-389.
- Sáinz A, Grande JA, de la Torre ML (2003b). Odiel river, acid mine drainage and current characterisation by means of univariate analysis. *Environ Int*, 29: 51-59.
- Sáinz, A., Grande, J.A., de la Torre, M.L., 2004. Characterization of heavy metal discharge into the ria of Huelva. *Environ Int*, 30, 557-566.
- Sainz, A., Grande, J.A., de la Torre, M.L., 2005. Application of a systemic approach to the study of pollution of the Tinto and Odiel rivers (Spain). *Environ Monit Asses*. 102, 435-445.
- Sanchez-España J, López E, Santofimia E, Aduvire O, Reyes J, Baretino D (2005). Acid mine damage in the Iberian Pyrite Belt (Odiel river watershed, Huelva, SW España): geochemistry, mineralogy and environment implications. *Appl Geochem*, 20:1320-1356.
- Sarmiento, A.M., Nieto, J.M., Casiot, C., Elbaz-Poulichet, F., Ega, M., 2009. Inorganic arsenic speciation at river basin scales: The Tinto and Odiel rivers in the Iberian Pyrite Belt, SW Spain. *Environ Pollut*, 157, 1202-1209.
- Valente, T., Gomes, C.L., 2007. The Role of Two Acidophilic Algae as Ecological Indicators of Acid Mine Drainage Sites. *J Iber Geol*, 33, 147-158.
- Valente T., Antunes, M., Braga, M.A., Pamplona, J., 2011. Geochemistry and mineralogy of ochre-precipitates formed as waste products of passive mine water treatment. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 11, 103-106.

## 8. Sistemas y criterios de evaluación

### 8.1 Sistemas de evaluación:

- Examen de Teoría/Problemas.
- Defensa de Prácticas.
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos.

### 8.2 Criterios de evaluación relativos a cada convocatoria:

#### 8.2.1 Convocatoria I:

El alumno podrá escoger entre dos sistemas de evaluación: evaluación continua y evaluación única final.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de la asignatura, lo comunicará al profesor responsable por escrito o mediante e-mail. La comunicación se deberá realizar en plazo y el alumno, como garantía de recepción de sus intenciones, recibirá el correspondiente acuse de recibo por e-mail.

La ponderación establecida en la calificación final del alumno para el sistema de evaluación continua es:

Defensa de prácticas de campo (25%)-CB2, CCB3, CCB5,CG04,CG08

Examen de los conocimientos adquiridos. (15%)-CB2, CCB3,CCB5,CG07

Defensa de trabajo (60%)-CB2, CCB3,CCB5,CG02,CG08

Para poder examinarse o defender el trabajo, será indispensable haber participado en las prácticas.

La ponderación establecida en la calificación final del alumno para el sistema de evaluación única final es: 100% examen. En este examen se evaluarán los conceptos teórico-prácticos impartidos en la asignatura.

Los requisitos mínimos para la obtención de la mención de "Matrícula de Honor" son obtener una calificación de sobresaliente (10) en todas y cada una de las actividades de evaluación.

#### 8.2.2 Convocatoria II:

La ponderación establecida en la calificación final del alumno para la convocatoria II (Septiembre) es: 100% examen. En este examen se evaluarán los conceptos teórico-prácticos impartidos en la asignatura.

#### 8.2.3 Convocatoria III:

La ponderación establecida en la calificación final del alumno para la convocatoria III (Diciembre) es: 100% examen. En este examen se evaluarán los conceptos teórico-prácticos impartidos en la asignatura.

#### 8.2.4 Convocatoria extraordinaria:

La ponderación establecida en la calificación final del alumno para la convocatoria extraordinaria de noviembre es: 100% examen. En este examen se evaluarán los conceptos teórico-prácticos impartidos en la asignatura.

#### 8.3 Evaluación única final:

##### 8.3.1 Convocatoria I:

La ponderación establecida en la calificación final del alumno para el sistema de evaluación única final es: 100% examen. En este examen se evaluarán los conceptos teórico-prácticos impartidos en la asignatura.

##### 8.3.2 Convocatoria II:

La ponderación establecida en la calificación final del alumno para el sistema de evaluación única final es: 100% examen. En este examen se evaluarán los conceptos teórico-prácticos impartidos en la asignatura.

##### 8.3.3 Convocatoria III:

La ponderación establecida en la calificación final del alumno para el sistema de evaluación única final es: 100% examen. En este examen se evaluarán los conceptos teórico-prácticos impartidos en la asignatura.

##### 8.3.4 Convocatoria Extraordinaria:

La ponderación establecida en la calificación final del alumno para el sistema de evaluación única final es: 100% examen. En este examen se evaluarán los conceptos teórico-prácticos impartidos en la asignatura.

**9. Organización docente semanal orientativa:**

Fecha	Grupos Grandes	G. Reducidos				Pruebas y/o act. evaluables	Contenido desarrollado
		Aul. Est.	Lab.	P. Camp	Aul. Inf.		
19-09-2022	1.5	0	0	0	0		Tema 1
26-09-2022	3	0	0	0	0		Tema 1
03-10-2022	3	0	0	0	0		Tema 1
10-10-2022	3	0	0	0	0		Tema 2
17-10-2022	1.5	0	2	0	0	Prácticas de laboratorio	Tema 2
24-10-2022	3	0	2	0	0	Prácticas de laboratorio	Tema 2
31-10-2022	3	0	2	0	0	Prácticas de laboratorio	Tema 3
07-11-2022	3	0	2	0	0	Prácticas de laboratorio	Tema 3
14-11-2022	3	0	0	10	0	Prácticas de campo	Tema 3
21-11-2022	3	0	2	0	0	Prácticas de laboratorio	Tema 4
28-11-2022	3	0	0	0	0		Tema 4
05-12-2022	3	0	0	0	0		Tema 4
12-12-2022	3	0	0	0	0		Tema 5
19-12-2022	1	0	0	0	0		Tema 5
09-01-2023	3	0	0	0	0		Tema 5

**TOTAL            40            0            10            10            0**