

# Doctorado en Recursos Minerales

Geología y Gestión Ambiental de los Recursos Minerales

Programa Interuniversitario de Doctorado (Bienio 2007-2009)

Programa Interuniversitario de Doctorado: Geología y Gestión Ambiental de los Recursos Minerales. Bienio 2007-2009. Universidades de Huelva y Universidad Internacional de Andalucía (Universidad Coordinadora).

Programa de Doctorado distinguido con Mención de Calidad por el Ministerio de Educación y Ciencia. Cursos 2007-2008 a 2010-2011.

## MENCIÓN DE CALIDAD

### Coordinadores

Gabriel Ruiz de Almodóvar Sel por la Universidad Internacional de Andalucía

José Miguel Nieto Liñan por la Universidad de Huelva

### Información

Sección de Alumnos

alumnos.larabida@unia.es

Información en la Universidad de Huelva

Buzón de Quejas y Sugerencias

Escriba aquí su queja / sugerencia

{mospagebreak title=Programa&heading=Doctorado Bienio 2008-2009}

Programa

Introducción

Antecedentes

Objetivos Generales

Estructura Académica: Periodo de Docencia y Periodo de Investigación

Estudiantes Matriculados

Tesis Doctorales Recientes y Publicaciones

Proyectos de Investigación en Activo

Conferencias y Seminarios

## Introducción

Los recursos minerales siguen siendo una parte muy importante del PIB de muchos países, especialmente de los de medio o escaso desarrollo industrial, además en los últimos años el precio de la mayoría de los recursos minerales, como recursos no renovables, han sufrido un importante incremento, debido en muchos casos a su escasez, lo cual ha propiciado un florecimiento de la investigación y exploración de un gran número de sustancias minerales. Por todo ello se hace necesario seguir formando especialistas y profesionales capaces de desarrollar su trabajo en ese campo.

Por otra parte, los problemas ambientales que se ocasionan en regiones mineras pueden llegar a tener graves consecuencias, cuando no se prevén, ni se controlan, la contaminación y el impacto causado por las explotaciones, como ocurre en los países subdesarrollados y/o con un PIB basado en la minería. También ocurre, o ha ocurrido, en países más desarrollados, pues la sensibilidad por la protección del medio ambiente es relativamente reciente.

Gracias a la creciente sensibilidad social y política sobre estas cuestiones, hace que crezcan las demandas de profesionales e investigadores capaces de abordar la resolución de estos problemas.

Andalucía, y especialmente, parte de las provincias de Huelva y Sevilla en las que se encuentra la zona minera, conocida como Faja Pirítica, constituye una de las áreas con mayor potencial de recursos minerales metálicos. De hecho la reactivación de la investigación y exploración de recursos minerales motivada por el incremento del valor económico de metales como el Cu, el Zn, el Au, etc., a dado lugar a que en la actualidad haya en la Faja Pirítica dos explotaciones mineras activas en Portugal, dos proyectos activos en fase de obras para la explotación en España, y al menos otros dos proyectos activos en fase de evaluación y de estudio del plan viabilidad.

Al mismo tiempo, y debido a la larga historia minera, la FPI también constituye una de las áreas con mayor contaminación mundial por efluentes de aguas ácidas y de metales pesados. Lo cual representa uno de los problemas ambientales más graves, a nivel regional y nacional.

El programa de doctorado, pretende abordar de forma integradora y sostenible, tanto los aspectos relacionados con la investigación de recursos minerales, como los relacionados con la protección y restauración del medio ambiente. De esta forma, se programan cuatro cursos dedicados especialmente a aspectos geológicos de los recursos minerales profundizando en aquellos contenidos que son menos tratados a nivel de licenciatura, y desde aspectos introductorios a aspectos avanzados. Especial atención se dedica a los yacimientos minerales de mayor interés económico y geológico, y a los contextos geológicos que caracterizan nuestro entorno. Otros cinco cursos se dedican a aspectos ambientales relacionados con la explotación de los recursos minerales, de sumo interés al abordar la gestión sostenible de los mismos. Y por último otros dos cursos (de Métodos y Técnicas y el de Interacción agua-roca, que proporcionan herramientas para abordar tanto problemas geológicos como ambientales.

Las Universidad de Huelva e Internacional de Andalucía (UNIA) ofertan un programa de doctorado específico y poco habitual, en unas condiciones idóneas, que difícilmente podrían ofertar otras comunidades autónomas y otros países europeos. Pues nuestra región cuenta con un "laboratorio natural" único. De hecho, nuestro territorio es objeto de múltiples y diversificados estudios de investigadores de prácticamente todo el mundo, sirva como ejemplo el proyecto "Marte" de la NASA, cuya temática entra parcialmente dentro del ámbito y de los contenidos de este doctorado. Por otra parte, el programa de doctorado se coordina con un título propio de Master de la UNIA que profundiza en los aspectos técnicos y profesionales, lo cual le da un valor añadido y facilitará el paso, en un futuro próximo, a un programa oficial de postgrado.

## Antecedentes

La propuesta del programa surge a partir de una red de investigadores españoles y de otros países europeos, que participan en un proyecto financiado por la Junta de Andalucía, para el diseño de estudios de postgrado. La propuesta fue acogida posteriormente por la UNIA y la Universidad de Huelva.

No existen antecedentes directos de este programa en las universidades participantes, aunque la mayoría de los profesores del programa han impartido cursos similares en otros programas de sus universidades, con temáticas más generalistas de Geología y/o de Ciencias y tecnologías ambientales. Los antecedentes dentro de las universidades que lo proponen, lo constituyen los programas de doctorado coordinados por el Departamento de Geología de la Universidad de Huelva en el ámbito de las ciencias de la Tierra y el medio ambiente, que se han sucedido desde 1999 hasta el inicio del presente programa en el año 2007.

No se conocen programas similares en el ámbito español y europeo. No obstante hay algunos postgrados en unas temáticas próximas, como por ejemplo los títulos interuniversitarios ofrecidos por las Univ. de Aachen, Exeter, Delf y Técnica de Helsinki: European Mining Course (EMC) y European Mineral Engineering Course (EMEC). Con un enfoque y contenidos más próximos a la ingeniería de minas y a la ingeniería metalúrgica respectivamente. Otros estudios de postgrado similares son "Master of Science in Ore Deposit Geology and Evaluation", impulsado por "Minerals Council of Australia" (no incluye los aspectos medioambientales), con programación, al menos, hasta el 2007. "Máster en Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Minerales", en 2005/06, se imparte en Lima, por la red DESIR, en el marco del programa ALFA y coordinado por la UPM.

Un grupo importante de los profesores participantes en el programa son investigadores de referencia a nivel mundial en las temáticas que imparten así como en las líneas de investigación que desarrollan en el ámbito de la temática del presente doctorado. El programa de doctorado ha nacido con la vocación de convertirse en unos estudios de postgrado de referencia, dentro de su especialidad, en el ámbito hispanoamericano y europeo, con perspectivas de futuro de proponer su inclusión en el programa europeo de postgrado "Erasmus Mundus".

## Objetivos Generales

Se pretende la formación de especialistas en el campo multidisciplinar del estudio y evaluación de los recursos minerales, así como en el del estudio, evaluación, prevención y remediación del impacto ambiental relacionado con su explotación.

Se propone una docencia integradora entre las ciencias de la tierra y del medio ambiente en la investigación y gestión de los recursos minerales de una forma sostenible.

Debido al amplio tipo de recursos minerales que se conocen y a la diversidad de los aspectos ambientales que se implican en su explotación, el Doctorado se dirige especialmente, hacia los yacimientos minerales metálicos, sin obviar otros recursos minerales, por tener la metodología de estudio más compleja y, también, los problemas ambientales relacionados con su explotación son los más complejos y de mayor impacto. Los especialistas formados de esta manera, tendrán los recursos suficientes como para abordar los estudios y problemas, que se relacionan con los recursos minerales no metálicos.

El Doctorado proporcionará una introducción a la investigación y especialización en la metodología y técnicas aplicadas al estudio de los yacimientos minerales. Así como, en las metodologías y técnicas aplicables: a los estudios de impacto ambiental, necesarios para abordar cualquier explotación de recursos minerales; a los estudios, control y remediación de la contaminación relacionada con las labores mineras activas y abandonadas.

Esta formación especializada, será de interés tanto en la formación científica, como desde un punto de vista profesional. En este último caso, el programa de doctorado se coordina con un título propio de Master, que da la oportunidad a los interesados de completar su formación en aspectos más técnicos de la exploración y la gestión de los recursos minerales.

Otro objetivo del programa, es contribuir a incrementar la sensibilidad por la protección del medio ambiente, cuestión que con mucha frecuencia ha estado divorciada de la explotación de los recursos minerales, especialmente en países de medio o escaso desarrollo económico e industrial.

En el desarrollo del programa de doctorado se cuenta con la colaboración de varias instituciones y empresas en el ámbito de la geología y gestión de los recursos minerales, como son el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de Andalucía, el Instituto Geológico y Minero de España, Minas de Aguas Teñidas (MATSA) y Cobre las Cruces S.A., lo cual es un indicador más del interés del programa más allá del ámbito universitario o académico.

Estructura Académica: Periodo de Docencia y Periodo de Investigación

## Estructura Académica (RD778/1998)

Consta de dos periodos, uno docente (primer año) y otro de investigación (segundo año).

### Periodo de Docencia

En el periodo docente el alumno deberá superar al menos 20 créditos de entre los cursos propuestos, aunque hasta un máximo 5 créditos los podría justificar por cursos o seminarios no contemplados en el programa.

### Cursos

Introducción a la Geología y Origen de los Yacimientos Minerales - 3 ECTS

Dr. Gabriel Ruiz de Almodóvar Sel, Universidad de Huelva

Dr. José Torres Ruiz, Universidad de Granada

Dr. Fernando Tornos Arroyo, IGME - Salamanca

Dr. Salvador Morales Ruano, Universidad de Granada

Yacimientos Minerales I (asociados a rocas ígneas) - 4 ECTS

Dr. Salvador Morales Ruano, Universidad de Granada

Dr. Fernando Gervilla Linares, Universidad de Granada

Dr. Fernando Tornos Arroyo, IGME - Salamanca

Yacimientos Minerales II (en secuencias sedimentarias y volcánicas) - 3 ECTS

Dr. Francisco Velasco Roldán, Universidad del País Vasco

Dr. José Torres Ruiz, Universidad de Granada

Dr. Teodosio Donaire Romero, Universidad de Huelva

Dr. Emilio Pascual Martínez, Universidad de Huelva

Dr. Gabriel Ruiz de Almodóvar Sel, Universidad de Huelva

Métodos y Técnicas de Análisis de Minerales, Rocas, Suelos y Aguas - 5 ECTS

Dr. Esteve Cardellach López, Universidad Autónoma de Barcelona

Dr. Nicolás Velilla Sánchez, Universidad de Granada

Dr. Albert Soler Gil, Universidad de Barcelona

Dr. Jesús de la Rosa Díaz, Universidad de Huelva

Geoquímica Ambiental - 3 ECTS

Dr. José Miguel Nieto Liñán, Universidad de Huelva

Dra. Annamaria Lima, Universidad de Nápoles

Interacción Agua-Roca - 3 ECTS

Dr. Carlos Ayora Ibañez, Instituto Jaime Almera CSIC - Barcelona

Contaminación y Remediación de Aguas y Suelos de Mina - 3 ECTS

Dr. Paul Younger, Universidad de Newcastle

Dr. José Miguel Nieto Liñán, Universidad de Huelva

Dr. Juan Carlos Fernández Caliani, Universidad de Huelva

Dr. Manuel Olías Álvarez, Universidad de Huelva

Dra. Aguasanta Miguel Sarmiento, Universidad de Cádiz

Caracterización del Medio y Análisis de Riesgos - 3 ECTS

Dr. Benedetto de Vivo, Universidad de Nápoles

Dr. José Miguel Nieto Liñán, Universidad de Huelva

Gestión de Residuos y Minería Sostenible - 3 ECTS

Dr. Berharnd Dold, Universidad Concepción - Chile

Paleovulcanología - 3 ECTS

Dr. Emilio Pascual Martínez, Universidad de Huelva

Dr. Teodosio Donaire Romero, Universidad de Huelva

Físico-Química de Aerosoles Atmosféricos - 3 ECTS

Dr. Jesús de la Rosa Díaz, Universidad de Huelva

Dr. Sergio Rodríguez González, Universidad de Huelva

Dra. Ana Sánchez de la Campa, EEZ - CSIC - Granada

#### Periodo de Investigación

El alumno deberá realizar un trabajo de investigación equivalente a 12 créditos de entre las líneas de investigación propuestas. Elaborará una memoria que deberá tener el visto bueno de su tutor y entregar antes de la finalización del segundo año del bienio.

#### Líneas y Tutores de Investigación

##### Geología y origen de yacimientos minerales

Tutores: Gabriel Ruiz de Almodóvar Sel, Francisco Velasco Roldán, Fernando Gervilla Linares, Salvador Morales Ruano, Esteve Cardellach, Fernando Tornos

##### Paleovulcanismo

Tutores: Emilio Pascual Martínez, Teodosio Donaire Romero

##### Cartografía Aplicada, Geofísica y Geotecnia

Tutores: Carlos Fernández Rodríguez, Encarnación García Navarro, Francisco Manuel Alonso Chaves

##### Mineralogía y Geoquímica Ambiental

Tutores: Carlos Ayora Ibáñez, José Miguel Nieto Liñan, Berharnd Dold, Benedetto de Vivo, Annamaria Lima, Albert Soler, Juan Carlos Fernández Caliani

##### Contaminación de suelos y de aguas

Tutores: Carlos Ayora Ibáñez, José Miguel Nieto Liñan, Berharnd Dold, Benedetto de Vivo, Annamaria Lima, Albert Soler, Juan Carlos Fernández Caliani, Manuel Olías Alvarez, Aguasanta Miguel Sarmiento

##### Físico-Química de aerosoles atmosféricos

Tutores: Jesús de la Rosa Díaz, Ana Sánchez de la Campa, Sergio Rodríguez González

Estudiantes Matriculados

Curso 2006-2007

Nombre  
Apellidos  
Nacionalidad

Roneldo Ariel  
Arjona Estrada  
Panamá

Julio  
Castillo Hernández César  
Perú

Claudio  
González Solís  
Costa Rica

Tulio  
Guillen Herrera Marco  
Panamá

Cristina  
Martínez Tomé  
España

Ernesto  
Obando Rivera Tupak  
Nicaragua

Ingrid  
Ovejero Ana  
Argentina

Luis  
Pacosillo Ticona  
Bolivia

Mario Alberto  
Pineda Falconett

Panamá

César  
Pinedo Araujo  
Perú

Dino Lucio  
Quispe Guzmán  
Perú

Martha Azucena  
Sánchez Fonseca  
Nicaragua

Karint Teresa  
Velarde Loayza  
Perú

Curso 2007-2008

Nombre  
Apellidos  
Nacionalidad

Valentina  
Arjona Opolenko  
Rusia

Cecilia  
Bréard Canero  
Argentina

Lorena  
Depetris  
Argentina

Gloria  
García del Hoyo  
España

Óscar  
Jerez Martínez  
República Dominicana

Raquel

Jiménez Yeselis  
República Dominicana

Andrés Leonardo  
Jiménez Araque  
Colombia

Damilka  
Jiménez Recio  
República Dominicana

Milán  
Llanque Conde  
Bolivia

Francisco  
Macias Suarez  
España

José Raúl  
Moreno Arboleda  
Colombia

Giovanna Angélica  
Neira León  
Colombia

Edson Jesús  
Plasencia Sánchez  
Perú

Natalia  
Rolfo Mariana  
Argentina

Hans  
Sgier  
Alemania

Daniel  
Soto Acosta  
Costa Rica

Trinidad  
Vergara Ernestina  
Argentina

Laura  
Villalobos Cárdenas  
Costa Rica

Mª Dolores

Yesares Ortiz  
España

Marcia  
Zapata Carreño  
Perú

## Tesis Doctorales Recientes y Publicaciones

Se enumeran a continuación las Tesis Doctorales dirigidas por los docentes del programa en los últimos 4 años (2004-2007) junto con las publicaciones más significativas derivadas de las mismas.

### Año 2004

Título: Los isótopos de azufre y oxígeno del sulfato disuelto como trazadores del origen de la contaminación.

Doctorando: Neus Otero Pérez

Director: Albert Soler Gil

Universidad: Universitat de Barcelona

### Publicaciones

Tolosana-Delgado R.; N. Otero; V. Pawlowsky-Glahn; A. Soler: Latent Compositional factors in the Llobregat River Basin (Spain) Hydrogeochemistry. *Mathematical Geology*, 37, 7, 681-702 (2005).

Tolosana-Delgado R.; N. Otero; V. Pawlowsky-Glahn: Some basic concepts of compositional geometry. *Mathematical Geology*, 37, 7, 673-680 (2005).

Título: Los isótopos de nitrógeno y oxígeno del nitrato disuelto como trazadores de los procesos de atenuación natural y del origen de la contaminación.

Doctorando: Laura Vitoria Codina

Director: Albert Soler Gil

Universidad: Universitat de Barcelona

### Publicaciones

Vitòria L.; A. Soler; À. Canals: Uso de los isótopos ambientales (N, S, C, O) en la valoración de procesos de remediación natural de aguas contaminadas por nitratos; ejemplo de Osona (NE España). *El agua y la ciudad sostenible: Hidrogeología urbana*: 335-341 (2003).

Vitòria L.; A. Soler; R. Aravena; À. Canals: Multi-isotopic approach ( $^{15}\text{N}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{34}\text{S}$ ,  $^{18}\text{O}$  and D) for tracing agriculture contamination in groundwater (Maresme, NE Spain). In: *Environmental Chemistry* (Eds. E. Lichtfouse, J. Schwarzbauer and D. Robert). Springer-Verlag, Heidelberg, 43-56.

Año 2005

Título: El depósito epitermal de oro-cobre de Palai-Islica (Carboneras, Almería). *Mineralogía, geoquímica y metalgenia*.

Doctorando: Francisco Javier Carrillo Rosúa

Director: Salvador Morales Ruano

Universidad: Universidad de Granada

#### Publicaciones

Carrillo Rosúa F.J., Morales Ruano S., Boyce A.J. & Fallick A.E. High and intermediate sulphidation environment in the same hydrothermal deposit: the example of Au-Cu Palai-Islica deposit, Carboneras (Almería). En Eliopoulos D.G. et al., (eds.) *Mineral exploration and sustainable development*. Millpress, Rotterdam, 445-448 (2003)

Carrillo Rosúa F.J., Morales Ruano S. & Morata Céspedes D. Mineral features of Cu-Ag-Ba-Mn mineralisations of La Serena, Chile. En Eliopoulos D.G. et al., (eds.) *Mineral exploration and sustainable development*. Millpress, Rotterdam, 953-956 (2003)

Zaccarini F., Carrillo Rosúa F.J., Morales Ruano S., Fenoll Hach-Alí P., Garuti G. & Rossi, A. Fluid inclusions and chlorite geothermometry in Fe-Cu-Zn volcanic-hosted massive sulfide deposits of the Northern Apennine ophiolites (Italy): Preliminary results. En Eliopoulos D.G. et al., (eds.) *Mineral exploration and sustainable development*. Millpress, Rotterdam, 213-216 (2003)

Zaccarini F., Garuti, G., Rossi A., Carrillo Rosúa F.J., Morales Ruano S. & Fenoll Hach-Alí P. Application of chlorite and fluid-inclusion geothermometry to vein and stratiform Fe-Cu-Zn sulfide deposits of the northern appennine ophiolites (Emilia Romagna and Liguria, Italy). *Atti Ticinensi di Scienze della Terra, Serie speciale*, 9, 109-111. (2003)

Belmar M., Morata D., Munizaga F, Pérez de Arce C., Morales S. & Carrillo F.J. Significance of K-Ar dating of very low-grade metamorphism in Triassic-Jurassic pelites from the Coastal Range of central Chile. *Clay Minerals*, 39, 151-162 (2004) Área de conocimiento de la publicación: Mineralogy Índice de impacto: 0.950

Morales Ruano S., Carrillo Rosúa F.J., Boyce A.J., & Fallick A.E. Jarosita y minerales afines en el depósito epitermal de Palai-Islica (Carboneras, Almería). *Geoquímica e implicaciones genéticas*. *Geotemas*, 6, 225-228 (2004)

Morales Ruano S., Carrillo Rosúa F.J., Fenoll Hach-Alí P., de la Fuente Chacón F. & Contreras López E. Epithermal Cu-Au mineralization in the Palai-Islica deposit, Almería, Southeastern Spain, fluid inclusion evidence of mixing of fluids as guide to gold mineralization *Canadian Mineralogist*, 38, 553-566 (2000) Área de conocimiento de la publicación: MINERALOGY Índice de impacto: 1.074.

Carrillo Rosúa F.J., Morales Ruano S. & Fenoll Hach-Alí P. The three generations of gold in the Palai-Islica epithermal deposit, Southeastern Spain. *Canadian Mineralogist*, 40, 1393-1405 (2002) Área de conocimiento de la publicación: MINERALOGY Índice de impacto: 0.981.

Carrillo Rosúa F.J., Morales Ruano S. & Fenoll Hach-Alí P. Iron sulphides at the epithermal gold-copper deposit of Palai-Islica (Almería, SE of Spain). *Mineralogical Magazine*, 67, 1059-1080 (2003) Área de conocimiento de la publicación: MINERALOGY Índice de impacto: 1.137.

Zaccarini F., Garuti, G., Rossi A., Carrillo Rosúa F.J., Morales Ruano S. & Fenoll Hach-Alí P. Application of chlorite and fluid-inclusion geothermometry to vein and stratiform Fe-Cu-Zn sulfide deposits of the northern appennine ophiolites (Emilia Romagna and Liguria, Italy). *Atti Ticinensi di Scienze della Terra, Serie speciale*, 9, 109-111. (2003)

Título: Geochemical and environmental study on urban Avellino city soils to determine new methodologies to evaluate background values.

Doctorando: Stefano Albanese

Director: Annamaria Lima

Universidad: Universidad Federico II de Nápoles (Italia)

## Publicaciones

Lima A., De Vivo B., Cicchella D., Cortini M. And Albanese S. (2003). Multifractal IDW interpolation and fractal filtering method in environmental studies: an application on regional stream sediments of Campania Region (Italy). *Applied Geochemistry* 18 (12): 1853-1865.

De Vivo B., Cicchella D., Lima A. E Albanese S., 2005. Atlante geochimico-ambientale dei suoli dell'area urbana e della provincia di Napoli. Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia, Università di Napoli Federico II. 307 pp.

Lima A., Albanese S. & Cicchella D., 2005. Geochemical baselines for the radioelements K, U, and Th in the Campania region, Italy: a comparison of stream-sediment geochemistry and gamma-ray surveys. *Applied Geochemistry*, VOL 20/3 PP 611-625.

De Vivo B., Cicchella D., Lima A. E Albanese S., 2006. Atlante geochimico-ambientale dei suoli dell'area urbana e della provincia di Napoli. Aracne Editrice, Roma. ISBN 88-548-0563-7, 324 p.

Fratini P., Lima A., De Vivo B., Cicchella D. And Albanese S., 2006. Atlante geochimico-ambientale dei suoli dell'isola d'Ischia / Geochemical Environmental Atlas of the Soils of Ischia Island. Aracne editrice, Roma. Pp. 244. ISBN:88-548-0818-0

De Vivo B., Lima A. , Albanese S. And Cicchella D., 2006. Atlante geochimico-ambientale della Regione Campania / Geochemical Environmental Atlas of Campania Region. Aracne editrice, Roma. Pp. 216. ISBN:88-548-0819-9

Albanese S., De Vivo B., Lima A. & Cicchella D., 2006. Geochemical background and baseline values of toxic elements in stream sediments of Campania region (Italy), 2006. *Journal of Geochemical Exploration*. doi:10.1016/j.gexplo.2006.07.006

De Vivo B., Fedele L., Lima A., Cicchella D., And Albanese S., 2006. Atlante geochimico-ambientale dei suoli dell'area urbana di Salerno. Aracne Editrice, Roma. ISBN 88-548.

Albanese S., De Luca M.L. De Vivo B., Lima A., Grezzi G., 2008. Relationships between heavy metal distribution and cancer mortality rates in the Campania Region, Italy. In: De Vivo B., Belkin H.E. & Lima A. (Eds), *Special Issue on Environmental Geochemistry: Site Characterization, Data Analysis, Case Histories*, Elsevier, B.V., Amsterdam, pp 387-400. DOI: 10.1016/B978-0-444-53159-9.00007-3.

Albanese S., Cicchella D., Lima A., De Vivo B., 2008. Urban geochemical mapping. In: De Vivo B., Belkin H.E. & Lima A. (Eds), *Special Issue on Environmental Geochemistry: Site Characterization, Data Analysis, Case Histories*, Elsevier, B.V., Amsterdam, pp. 153-174. DOI: 10.1016/B978-0-444-53159-9.00007-3.

Cicchella D., De Vivo B., Lima A., Albanese S., McGill R.A.R., Parrish R.R., 2008. Heavy metal pollution and Pb isotopes

in urban soils of Napoli, Italy. In: De Vivo B., Plant J.A and Lima A., Eds, Special Issue on Environmental Geochemistry. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, v 8: 103-112.

Lima, A., Plant, J. A., De Vivo, B., Tarvainen, T., Albanese, S. & Cicchella, D. Interpolation methods for geochemical maps: a comparative study using arsenic data from European stream waters. In: De Vivo B., Plant J.A and Lima A., Eds, Special Issue on Environmental geochemistry. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, v. 8: 41-48.

Título: Harmonising Policy and Technology: Environmental Regulation of Mine Waters in the United Kingdom and European Union.

Doctorando: Jaime M. Amezaga

Director: Paul Younger

Universidad: University of Newcastle (UK)

#### Publicaciones

Amezaga J. M. and Kroll A. "European Union Policies and Mine Water Management. In Wolkersdorfer C., Bowell R. (eds.). *Contemporary Reviews of Mine Water Studies in Europe, Part 1*". *Mine Water and the Environment* 2004, 23(4), 162-164.

Calder, I.R., Amezaga, J., Bosch, J., Fuller, L., Gallop, K., Gosain, A., Hope, R., Jewitt, G.P.W. and Wilson, V. Forest and Water Policies. The need to reconcile public and science perceptions. *Geologica Acta* 2003, 2(2), 157-166.

Amezaga, J.M., L. Santamaria and A.J. Green. Biotic wetland connectivity supporting a new approach for wetland policy. *Acta Oecologica* 2002, 23(3), 213-222.

Kroll, A., Amezaga, J.M., Younger, P.L., and Wolkersdorfer, C. Regulation of Mine Waters in the European Union: The Contribution of Scientific Research to Policy Development. *Mine Water and the Environment* 2002, 21(4), 193-200.

Amezaga, J.M. &ldquo;Inter-Institutional Links in Land and Water Management&rdquo;. In: M.G. Anderson and J.J. McDonnell (eds.), ed. *Encyclopedia of Hydrological Sciences, 5-Volume Set*. John Wiley and Sons, 2005, pp. pp. 3003-3012.

Amezaga, J., Baresel, C., Destouni, G., Göbel, J., Gren, I.-M., Hannerz, F., Larsén, L., Loredó, J., Malmström, M., Nuttall, C., Santamaría, L., Veseliè, M., Wolkersdorfer, C., Younger, P. (ERMITE Consortium). Mining Impacts on the Fresh Water Environment: Technical and Managerial Guidelines for Catchment-Focused Remediation&rdquo;. In: Younger PL, Wolkersdorfer C (eds). *Mine Water and the Environment, Suppl. Issue 1*. Berlin: Springer: ca. 80 2004.

Título: Geoquímica del material particulado atmosférico en Huelva, Suroeste de España.

Doctorando: Ana María Sánchez de la Campa Verdona

Director: Jesús Damián de la Rosa Díaz

Universidad: Universidad de Huelva

#### Publicaciones

Sánchez de la Campa AM, de la Rosa JD, Querol X, Alastuey A (2005) Impacto y mineralogía del material particulado atmosférico de origen norteafricano en Andalucía Occidental. *Geogaceta* 37: 151-154.

Querol X., Alastuey A., Viana M.M., Rodríguez S., Artiñano B., Salvador P., Santos S.G.D., Patier R.F., Ruiz C.R., de la Rosa J.D., Sánchez de la Campa A., Menedez M. Gil J.I. (2004) Speciation and origin of PM10 and PM2.5 in Spain. *Journal of Aerosol Science* 35:1151-1172. ISSN: 0021-8502. Área: ENGINEERING, CHEMICAL. Índice de impacto: 2.477.

Año 2006

Título: Metodologie per la determinazione di valori di background degli elementi metallici ai fini ambientali in diverse tipologie di suolo e nei sedimenti lacustri di aree campione.

Doctorando: Paola Frattini

Director: Benedetto De Vivo

Universidad: Universidad Federico II de Nápoles (Italia)

Publicaciones

Frattini P, Lima A, De Vivo B, Cicchella D, Albanese S. 2006 Atlante geochimico-ambientale dei suoli dell'isola d'Ischia. *Geochemical Environmental Atlas of the Soils of Ischia Island*. Col. *Geochimica*. Ed. Aracne Editrice, 244 pp, ISBN: 90-77017-77-1. Italia.

Frattini P., De Vivo B., Lima A. And Cicchella D., 2006. Elemental and gamma-ray surveys in the volcanic soils of Ischia Island (Italy). *GEOCHEMISTRY: Exploration, Environment, Analysis*, 6: 32-339.

Lima A., De Vivo B., Cicchella D., Albanese S. And Frattini P., 2006. Evaluation of geochemical background at regional and local scales. *Workshop Environmental Geochemistry: Site Characterization, Waste Disposal, Data Analysis, Case Histories*, Napoli, May 4-5th, 2006. *Proceedings* (De Vivo B., Edt), 20-23.

Título: Mineralogía y geoquímica de la alteración superficial de depósitos de sulfuros masivos en la Faja Pirítica Ibérica.

Doctorando: M<sup>a</sup> Ángeles Capitán Suárez

Directores: Gabriel Ruiz de Almodóvar Sel y José Miguel Nieto Liñán

Universidad: Universidad de Huelva

Publicaciones

J.M. Nieto, M.A. Capitán, R. Sáez & G.R. Almodóvar (2003). Beudantite: a natural sink for As and Pb in sulphide oxidation processes. *Applied Earth Sciences (Trans. Inst. Min. Metall. B)*: 112, 293-296.

R. Sáez, F. Nocete, J.M. Nieto, M.A. Capitán & S. Rovira (2003). The extractive metallurgy of copper from Cabezo Juré, Huelva, Spain: chemical and mineralogical study of slags dated to the Thrid Millenium B.C. *Canadian Mineralogist*: 41, 627-638.

A.M. Alvarez-Valero, R. Pérez-López, J. Matos, M.A. Capitán, J.M. Nieto, R. Sáez, J. Delgado & M. Caraballo (2008). Potential environmental impact at São Domingos mining district (Iberian Pyrite Belt, SW Iberian Peninsula): evidence from a chemical and mineralogical characterization. *Environmental Geology*, in press.

R. Sáez, F. Nocete, J.M. Nieto, M.A. Capitán, S. Rovira, A. Ruiz & P.J. Sánchez (2001). Metalurgia del Cu en Cabezo Juré (Alosno, Huelva): Estudio mineralógico de escorias del 3er milenio a.n.e. *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*: 24, 171-179.

C. Moreno, M.A. Capitán, M. Doyle, J.M. Nieto, F. Ruiz y R. Sáez (2003). Edad mínima del gossan de Las Cruces: implicaciones sobre la edad de inicio de los ecosistemas extremos en la Faja Pirítica Ibérica. *Geogaceta*: 33, 67-70.

M.A. Capitán, J.M. Nieto, R. Sáez y G.R. Almodóvar (2003). Control mineralógico sobre la fijación de metales en procesos de oxidación de sulfuros. *Geogaceta*: 33, 135-138.

M.A. Capitán, J.M. Nieto, R. Sáez y G.R. Almodóvar (2003). Caracterización litológica y mineralógica del gossan de Filón Sur (Tharsis, Huelva). *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 26, 45-58.

Título: Estudio experimental de la atenuación de la oxidación de un lodo pirítico mediante la adición de cenizas volantes.

Doctorando: Rafael Pérez López

Directores: Gabriel Ruiz de Almodóvar Sel y José Miguel Nieto Liñán

Universidad: Universidad de Huelva, Doctorado europeo.

#### Publicaciones

R. Pérez-López, J.M. Nieto & G.R. Almodóvar (2007). Utilization of fly ash to improve the quality of the acid mine drainage generated by oxidation of a sulphide-rich mining waste: column experiments. *Chemosphere*, 67: 1637-1646.

R. Pérez-López, J. Cama, J.M. Nieto & C. Ayora (2007). The iron-coating role on the oxidation kinetics of a pyritic sludge doped with fly ash. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 71: 1921-1934.

R. Pérez-López, J.M. Nieto & G.R. Almodóvar (2007). Immobilization of toxic elements in mine residues derived from the mining activities in the Iberian Pyrite Belt (SW Spain): laboratory experiments. *Applied Geochemistry*, 22: 1919-1935.

R. Pérez-López, A.M. Álvarez-Valero & J.M. Nieto (2007). Changes in mobility of toxic elements during the production of phosphoric acid in the fertilizer industry of Huelva (SW Spain) and environmental impact of phosphogypsum wastes. *Journal of Hazardous Materials*, 148: 745-750.

R. Pérez-López, J.M. Nieto, A.M. Álvarez-Valero & G.R. Almodóvar (2007). Mineralogy of the hardpan formation processes in the interface between sulphide-rich sludge and fly ash: Applications for AMD mitigation. *American Mineralogist*, 92: 1966-1977.

A.M. Álvarez-Valero, R. Pérez-López & J.M. Nieto (2008). Prediction of the environmental impact of modern slags: a petrological and chemical comparative study with roman-age slags at São Domingos mine, Iberian Pyrite Belt (SW Iberian Peninsula). *American Mineralogist*, 93, in press.

A.M. Alvarez-Valero, R. Pérez-López, J. Matos, M.A. Capitán, J.M. Nieto, R. Sáez, J. Delgado & M. Caraballo (2008). Potential environmental impact at São Domingos mining district (Iberian Pyrite Belt, SW Iberian Peninsula): evidence from a chemical and mineralogical characterization. *Environmental Geology*, in press

R. Pérez-López, G. Montes-Hernandez, J.M. Nieto, F. Renard & L. Charlet (2008). Carbonation of alkaline paper mill waste to reduce CO<sub>2</sub> greenhouse gas emissions into the atmosphere. *Applied Geochemistry*, in press.

Título: Petrogenesis of ultramafic and mafic rocks from the Mayarí-Baracoa Ophiolitic Belt and the spatially-related volcanism (eastern Cuba).

Doctorando: Claudio Marchesi

Director: Fernando Gervilla Linares

Universidad: Universidad de Granada, Doctorado europeo.

#### Publicaciones

Marchesi C., C.J. Garrido, M. Godard, J.A. Proenza, F. Gervilla, J. Blanco-Moreno (2006). Petrogenesis of highly depleted peridotites and gabbroic rocks from the Mayarí-Baracoa Ophiolitic Belt (eastern Cuba). *Contributions to Mineralogy and Petrology* 151, 717-736. Área de conocimiento de la publicación: Geochemistry and Geophysics. Índice de impacto: 2.351.

B. Cesare, C. Marchesi, J. Hermann., M.T. Gómez-Pugnaire (2003). Primary melt inclusions in andalusite from anatectic graphitic metapelites: Implications for the position of the Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> triple point. *Geology* 31 (7), 573-576. Área de conocimiento de la publicación: Geology. Índice de impacto: 3.065.

B. Cesare, C. Marchesi, J.A.D. Connolly (2002). Growth of myrmekite coronas by contact metamorphism of granitic mylonites in the aureole of Cima di Vila (Eastern Alps, Italy). *Journal of Metamorphic Geology* 20, 203-213. Área de conocimiento de la publicación: Geology. Índice de impacto: 2.283.

Piña, R., Lunar, R., Ortega, L., Gervilla, F., Alapieti, T. & Martínez, C. 2004. Origen de los fragmentos máficos-ultramáficos de la brecha mineralizada del yacimiento de Ni-Cu-EGP de Aguablanca (Badajoz). *Macla*, 2, 19-20.

J.A. Proenza, R. Díaz-Martínez, A. Iriondo, C. Marchesi, J.C. Melgarejo, F. Gervilla, C.J. Garrido, A. Rodríguez-Vega, R. Lozano-Santacruz, J.A. Blanco-Moreno (2006). Primitive Cretaceous island-arc volcanic rocks in eastern Cuba: the Téneme Formation. *Geologica Acta* 4 (1-2) 103-121.

Romeo, I., Lunar, R., Capote, R., Quesada, R., Dunning, G.R., Piña, R. & Ortega, L. 2004. Edades de cristalización U-Pb en circones del complejo ígneo de Santa Olalla de Cala: implicaciones en la edad del yacimiento de Ni-Cu-EGP de Aguablanca (Badajoz). *Macla*, 2, 29-30.

Título: El yacimiento de Ni-Cu-EGP de Aguablanca (Badajoz): Caracterización y modelización metalogénica

Doctorando: Rubén Piña García

Director: Fernando Gervilla Linares

Universidad: Universidad Complutense de Madrid

#### Publicaciones

Piña, R., Lunar, R., Ortega, R., Gervilla, F., Alapieti, T. y C. Martínez (2006). Petrology and geochemistry of mafic-ultramafic fragments from the Aguablanca Ni-Cu ore breccia, southwest Spain. *Economic Geology* 101, 865-881.

Piña, R., Gervilla, F., Ortega, L. y Lunar, R. (2008). Mineralogy and geochemistry of platinum-group elements in the Aguablanca Ni-Cu deposit (SW Spain). *Mineralogy and Petrology* 92, 259-282.

Piña, R., Lunar, R., Ortega, L., Gervilla, F., Alapieti, T. & Martínez, C. 2004. Origen de los fragmentos máficos-ultramáficos de la brecha mineralizada del yacimiento de Ni-Cu-EGP de Aguablanca (Badajoz). *Macla*, 2, 19-20.

Romeo, I., Lunar, R., Capote, R., Quesada, R., Dunning, G.R., Piña, R. & Ortega, L. 2004. Edades de cristalización U-Pb en circones del complejo ígneo de Santa Olalla de Cala: implicaciones en la edad del yacimiento de Ni-Cu-EGP de Aguablanca (Badajoz). *Macla*, 2, 29-30.

Título: Studio geochimico di prodotti eruttivi dei Campi Flegrei attraverso indagini microtermometriche e microanalitiche di inclusioni fluide e silicatiche (melts).

Doctorando: Claudia Cannatelli

Director: Benedetto De Vivo

Universidad: Universidad Federico II de Nápoles (Italia), Doctorado europeo.

#### Publicaciones

Cannatelli C., Lima A., Bodnar R. J., De Vivo B., Webster J. D. And Fedele L., 2007. Geochemistry of melt inclusions from the Fondo Riccio and Monopoli 1 eruptions at Campi Flegrei (Italy). *Chemical Geology*, 237: 418-432. doi: 10.1016/j.chemgeo.2006.07.012.

Bodnar R. J., Cannatelli C., De Vivo B., Lima A., Belkin H. E. And Milia A., 2007 Quantitative model for magma degassing and ground deformation (bradyseism) at Campi Flegrei, Italt: implications for future eruptions. *GEOLOGY*,35(9): 791-794. doi: 10.1130/G23653A.1.

Título: Characterization and modelling of the performance of a novel hybrid passive treatment system for acidic mine drainage.

Doctorando: Mahmoud Moustafa

Director: Paul Younger

Universidad: University of Newcastle (UK)

#### Publicaciones

Younger, P.L., Jarvis, A.P., and Moustafa, M. A permeable reactive barrier, ponds and a wetland effectively treating the UK's worst coal mine spoil leachate. In Proceedings of "Securing the Future", International Conference on Mining and the Environment, Metals and Energy Recovery 2005, 1: 1074 - 1082.

Younger, P.L., and Moustafa, M. Remediation of acidic colliery spoil leachate in a hybrid passive treatment system comprising a permeable reactivex barrier, ponds and a reedbed (Shilbottle, Northumberland, UK). In Boshoff, G.A., and Bone, B.D. (editors) *Permeable reactive barriers*. International Association of Hydrological Sciences Publication, 2005, 298, 117 - 122.

Dempsey, M.J., Porto, I., Mustafa, M., Rowan, A.K., Brown, A. & Head, I.M. The expanded bed biofilter: combined nitrification, solids destruction, and removal of bacteria. *Water Science & Technology* 2006, 54(8), 37 - 46.

Año 2007

Título: Disperse Alkaline Substrate for passive remediation of acid mine waters with high metal content

Doctorando: Tobias S. Rötting

Director: Carlos Ayora Ibáñez

Universidad: Politècnica de Catalunya

#### Publicaciones

Rötting T. S., Cama J., Ayora C., Cortina J.L., de Pablo J. (2006) Use of caustic magnesia to remove cadmium, nickel and cobalt from water in passive treatment systems: column experiments. *Environmental Science and Technology*, 40: 6838-6843.

Caraballo M., Rötting T., Nieto J.M., Ayora C (2007) Mineralogical characterization of a reactive tank in a passive AMD treatment system at Monte Romero (Iberian Pyrite Belt, SW Spain). Edited by Rosa Cidu and Franco Frau *Proceedings IMWA Symposium 2007: Water in mining environments*, 153-158.

Rötting T., Ayora C., Carrera J. (2007) Chemical and hydraulic performance of &ldquo;dispersed alkaline substrate&rdquo; (das) for passive treatment of acid mine drainage with high metal concentrations. Edited by Rosa Cidu and Franco Frau *Proceedings IMWA Symposium 2007: Water in mining environments*, 255-260.

Título: Weathering of sulphides and natural attenuation of acid mine waters

Doctorando: Patricia Acero

Director: Carlos Ayora Ibáñez

Universidad: Politècnica de Catalunya

#### Publicaciones

Cama J., Acero P., Ayora C. and Lobo A. (2005) Galena surface reactivity at acidic pH and 25 °C based on flow-through and in-situ AFM experiments. *Chemical Geology* 214: 309-330.

Acero P., Ayora C., Torrento C. and Nieto J.M. (2006) The behavior of trace elements during schwertmannite precipitation and subsequent transformation into goethite and jarosite. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 70: 4130&ndash;4139.

Acero P., Cama J., Ayora C. (2007) Kinetics of chalcopyrite dissolution at pH 3. *European Journal of Mineralogy*, 19: 173-182.

Acero P., Cama J., Ayora C. (2007) Sphalerite dissolution kinetics in acidic environment. *Applied Geochemistry*, 22: 1872-1883.

Acero P., Cama J., Ayora C. (2007) Rate law for galena dissolution in acidic environment. *Chemical Geology* 245:

219&ndash;229.

Acero P., Ayora C., Carrera J. (2007) Coupled thermal, hydraulic and geochemical evolution of pyritic tailings in unsaturated column experiments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*: 71: 5325-5338.

Cama J., Acero P., and Ayora C. (2004) Galena dissolution in acidic pH at 25 °C. Edited by Richard B. Wanty and Robert R. Seal II. *Proceedings of Water-rock interaction WRI-11*; Volume 1, 731-734. A.A. Balkema Publishers.

Acero P., Ayora C., Cama J., and Carrera J. (2007) Weathering of pyritic tailings in unsaturated columns: experimental and reactive transport modeling. Edited by Rosa Cidu and Franco Frau. *Proceedings IMWA Symposium 2007: Water in mining environments*, 369-372.

Acero P., Ayora C., Carrera J., Saaltink M.W., Olivella S., Nieto J.M. (2007) Coupled fluid flow and chemical reactions in unsaturated pyrite tailings T. Bullen and Y. wang (Ed.):*Proceedings of Water-rock interaction WRI-12*, Volume 2, 1311-1314. Taylor and Francis Pub., Londres.

Título: Brackish springs in coastal aquifers and the role of calcite dissolution by mixing waters

Doctorando: Esteban Sanz

Director: Carlos Ayora Ibáñez

Universidad: Politécnica de Catalunya

#### Publicaciones

Rezaei M., Sanz E., Raeisi E., Ayora C, Vazquez-Suñe E. and Carrera J. (2005) Reactive transport modelling of calcite dissolution in the fresh-salt water mixing zone. *Journal of Hydrology*, 311, pp 282-298.

Sanz E., Ayora C., Soler A., (2007) Tracing salinity sources of S&rsquo;ALmadrava karstic brackish spring (Mallorca, Spain) with sulfur and oxygen isotopes. T.D. Bullen and Y. wang (Ed.):*Proceedings of Water-rock interaction WRI-12*; Volume 1, 777-782. Taylor and Francis Pub., Londres.

Título: Estudio de la contaminación por drenajes ácidos de mina de las aguas superficiales en la cuenca del río Odiel (SO España).

Doctorando: Aguasanta Miguel Sarmiento

Director: José Miguel Nieto Liñán y Manuel Olías Álvarez

Universidad: Universidad de Huelva

#### Publicaciones

M Olías, JM Nieto, AM Sarmiento, JC Cerón, CR Cánovas (2004). Seasonal water quality variation in a river affected by acid mine drainage: The Odiel river (South West Spain). *Science of the Total Environment*, 333, 267-281.

V Oiveira, AM Sarmiento, JL Gómez-Ariza, JM Nieto, D Sánchez-Rodas (2006). New preservation method for inorganic arsenic speciation in acid mine drainage samples. *Talanta*, 69, 1182-1189.

- D Sánchez-Rodas, V Oiveira, AM Sarmiento, JL Gómez-Ariza, JM Nieto (2006). Preservation procedures for arsenic speciation in a stream affected by acid mine drainage in Southwestern Spain. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 384, 1594-1599.
- M Olías, CR Cánovas, JM Nieto, AM Sarmiento (2006). Evaluation of the dissolved contaminant load transported by the Tinto and Odiel rivers (South West Spain). *Applied Geochemistry*, 21, 1733-1749.
- CR Cánovas, M Olías, JM Nieto, AM Sarmiento, JC Cerón (2007). Hydrogeochemical characteristics of the Tinto and Odiel rivers (SW Spain): Factors controlling metal contents. *Science of the Total Environment*, 373, 363-372.
- AM Sarmiento, V Oliveira, JL Gómez-Ariza, JM Nieto, D Sánchez-Rodas (2007). Diel cycles of arsenic speciation due to photooxidation in acid mine drainage from the Iberian Pyrite Belt (SW Spain). *Chemosphere*, 66, 677-683.
- JM Nieto, AM Sarmiento, M Olías, CR Cánovas, I Riba, J Kalman, A Del Valls (2007). Acid mine drainage pollution in the Tinto and Odiel Rivers (IPB, SW Spain) and bioavailability of the transported metals to the Huelva Estuary. *Environment International*, 33, 445-455.
- AM Sarmiento, M Olías, JM Nieto. (2005). Aplicación del análisis de componentes principales al estudio de la contaminación por AMD en la cuenca del río Odiel. VI Simposio sobre el agua en Andalucía, 2, 1299-1308.
- AM Sarmiento, M Olías, JM Nieto, CR Cánovas (2005). Características físico-químicas en dos embalses de la cuenca del río Odiel afectados por drenaje ácido de minas (AMD). VI Simposio sobre el agua en Andalucía, 2, 1343-1351.
- CR Cánovas, M Olías, AM Sarmiento, JM Nieto (2005). Contenidos de elementos traza en las aguas de los ríos Tinto y Odiel. VI Simposio sobre el agua en Andalucía, 2, 1365-1376.
- AM Sarmiento, JM Nieto, M Olías (2005). Distribución espacial de la contaminación por AMD en la cuenca del río Odiel. VI Simposio sobre el agua en Andalucía, 2, 1287-1297.
- CR Cánovas, M Olías, AM Sarmiento, JM Nieto (2005). Evolución temporal de la calidad del agua en los ríos Tinto y Odiel. VI Simposio sobre el agua en Andalucía, 2, 1309-1318.
- JC Cerón, JM Nieto, M Olías, AM Sarmiento (2005). Sobre la hidroquímica del río Odiel (Huelva, España). *Agua, Minería y Medio Ambiente. Libro homenaje al profesor Rafael Fernández Rubio*, 295-306.
- AM Sarmiento, JM Nieto, M Olías, CR Cánovas (2005). Environmental impact of mining activities in the Odiel river basin (SW Spain). 9th International mine water congress, 89-94.
- AM Sarmiento, D Sánchez-Rodas, V Oliveira, JM Nieto, JL Gómez-Ariza (2005). Field methodology for the stabilization of arsenic species in AMD. 9th International mine water congress, 569-573.
- C Casiot, AM Sarmiento, M Motelica-Heino, JM Nieto, F Elbaz-Poulichet (2005). Iron isotopes in acid stream waters and iron-rich solids from abandoned mining areas along Tinto and Odiel watersheds. 9th International mine water congress, 117-124.
- AM Sarmiento, JM Nieto, M Olías, CR Cánovas (2006). Pollution of a river basin impacted by acid mine drainage in the Iberian Pyrite Belt (SW Spain). 7th International Conference on Acid Rock Drainage, 1850-1862.
- AM Sarmiento, JM Nieto (2003). Estudio preliminar de la carga de contaminantes transportadas por el río Odiel. *Geogaceta*, 34, 207-210.
- AM Sarmiento, C Casiot, JM Nieto, F Elbaz-Poulichet, M Olías (2004). Variación estacional en la especiación y movilidad de Fe y As en aguas afectadas por drenajes ácidos de mina en la cuenca del río Odiel (Huelva). *Geogaceta*, 37, 115-118.
- R Pérez-López, JM Nieto, AM Sarmiento, GR Almodovar (2004). Utilización de residuos industriales para la neutralización de drenaje ácido de mina (AMD): ensayos de lixiviación en columnas. *Geotemas*, 6, 211-214.
- AM Sarmiento, JM Nieto, M Olías (2004). The contaminant load transported by the River Odiel to the Gulf of Cádiz (SW Spain). *Applied Earth Science*, 113, 117-122.

Se enumeran a continuación los principales Proyectos de Investigación en los que participan los docentes del programa y que están en activo para el curso 2008-2009. Título del Proyecto: Economic and environmental valorisation of the alkaline massif of Monchique.

Entidad financiadora: EU, INTERREG IIIA, Ref. VALEMON/SP5.P143/03

Entidades participantes: Universidad de Huelva, Universidad del Algarve

Duración, desde: 01/01/2006 hasta: 31/10/2008

Cuantía Univ. Huelva: 93.333,33 &euro;

Investigador responsable: José Miguel Nieto Liñán

Número de investigadores participantes: 5

Título del Proyecto: Cartografía geoquímico-ambiental de la ciudad de Huelva.

Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia, Ref. HI2006-0119

Entidades participantes: Universidad de Huelva, Universidad Federico II (Nápoles, Italia)

Duración, desde: 01/01/2007 hasta: 31/12/2008

Cuantía de la subvención: 11.260,00 &euro;

Investigador responsable: José Miguel Nieto Liñán

Número de investigadores participantes: 6

Título del Proyecto: Impacto ambiental y cambio social en el sur de la Península Ibérica durante la Prehistoria reciente

Entidad financiadora: Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía (Ref. P06-HUM-01658).

Entidades participantes: Universidad de Granada, Universidad de Huelva

Duración, desde: 01/04/2007 hasta: 31/03/2010

Cuantía de la subvención: 179.333,26 &euro;

Investigador responsable: Fernando Molina González

Número de investigadores participantes: 15

Título del Proyecto: Atenuación natural y tratamiento pasivo de drenajes ácidos de minas en la cuenca del río Odiel

Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia, Ref. CTM2007-66724-C02-02/TECNO.

Entidades participantes: Universidad de Huelva, CSIC

Duración, desde: 01/10/2007 hasta: 30/09/2010

Cuantía de la subvención: 166.980,00 &euro;

Investigador responsable: José Miguel Nieto Liñán

Número de investigadores participantes: 4

Título del Proyecto: Aplicación de técnicas de datación por isótopos radiactivos en ecosistemas naturales andaluces

Entidad financiadora: Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía (Ref. P07-RNM-02567).

Entidades participantes: Universidad de Sevilla, Universidad de Huelva

Duración, desde: 01/04/2008 hasta: 31/03/2011

Cuantía de la subvención: 364.688,00 &euro;

Investigador responsable: Rafael García-Tenorio García-Balmaseda

Número de investigadores participantes: 10

Título del Proyecto: Caracterización físico-química y modelo de dispersión de alta resolución de metales derivados de emisiones industriales. Sistema Integrado de Modelización de Calidad del Aire en Andalucía -SIMAND-

Proyecto de Investigación de Excelencia en Equipos de Investigación. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía.

Unidad Asociada CSIC-UHU "Contaminación Atmosférica", Institut Jaume Almera CSIC, ARL-NOAA Maryland EEUU, Centro Nacional de Aceleradores (CNA) Sevilla.

2008-2010. Importe: 145,500.00 euros.

Investigador responsable: Jesús de la Rosa.

Título del Proyecto: Estudio de la contaminación atmosférica por material particulado en Andalucía

Convenio de Colaboración entre la Junta de Andalucía y la Universidad de Huelva

Unidad Asociada CSIC-UHU "Contaminación Atmosférica", Institut Jaume Almera CSIC, Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo CEAM, Paterna.

2008. Importe: 244,910.00 euros.

Investigador responsable: Jesús de la Rosa.

Título del Proyecto: Radionucleidos como trazadores de los procesos sedimentarios: aplicación al estudio de impacto ambiental existente en el estuario de los ríos Tinto y Odiel

Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia, Ref. CTM2006-08148/MAR

Entidades participantes: Universidad de Huelva, CSIC

Duración, desde: 2007 hasta: 2009

Cuantía de la subvención: 119.000,00 &euro;

Investigador responsable: Juan Pedro Bolívar Raya

Número de investigadores participantes: 12

Título del Proyecto: Contribución de la Geofísica, de los isótopos estables y de la hidrogeoquímica al estudio de la salinidad de las aguas subterráneas en los acuíferos costeros

Entidad financiadora: Agencia Española de Cooperación Internacional, Ref. A/012535/07

Entidades participantes: Universidad de Huelva &ndash; Universidad de Tetuán

Duración, desde: Enero 2008 hasta: Enero 2009

Cuantía de la subvención: 9.000,00 &euro;

Investigador responsable: Juan Carlos Cerón García

Número de investigadores participantes: 3

Título del Proyecto: Impacto medioambiental de explotaciones mineras en clima arido. El caso de las mineralizaciones de Sb-Hg de Wadley-Real de Catorce (San Luis Potosi, México)

Entidad financiadora: AECI

Entidades participantes: Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad de Barcelona y UNAM (Mexico)

Duración, desde: 2007 hasta: 2008

Investigador responsable: Esteve Cardellach

Número de investigadores participantes: 6

Título del Proyecto: The Cerro Quema Au-Cu high sulphidation system (Península de Azuero, Panamá): an example of a hybrid epithermal-massive sulfide environment?

Entidad financiadora: MEC (CGL2007-62690BTE)

Entidades participantes: Universidad Autónoma de Barcelona; Universidad de Barcelona; Universidad Complutense de Madrid; Universidad Juan Carlos I

Duración, desde: 2007 hasta: 2010

Investigador responsable: Esteve Cardellach

Número de investigadores participantes: 6

Título del Proyecto: Los yacimientos de Pb-Zn-Ba asociados a diapiros triásicos: comparación entre los yacimientos de Túnez y los de la Cuenca Vasco-Cantábrica

Entidad financiadora: AECI A/9978/07

Entidades participantes: Universidad Autónoma de Barcelona; Universidad de Barcelona; Université de Tunis El Manar

Duración, desde: 2008 hasta: 2008

Investigador responsable: Esteve Cardellach

Número de investigadores participantes: 7

Título del Proyecto: Impacto ambiental de explotaciones mineras en zonas áridas y semi-áridas: el caso de Touissit-Bou Beker (Marruecos Oriental)

Entidad financiadora: AECI (A/8846/07)

Entidades participantes: Universidad Autónoma de Barcelona, Université d'Oujda

Duración, desde: 2008 hasta: 2008

Investigador responsable: Esteve Cardellach

Número de investigadores participantes: 5

Título del Proyecto: Reciclaje de boro en la corteza continental de la Zona Centro Ibérica: Origen de los fluidos ricos en boro e implicaciones geológicas

Proyecto I+D 2006

Referencia: CGL2006-07938/BTE

Plazo de ejecución: 01/10/2006 al 30/09/2009

Investigador Principal: Alfonso Pesquera Pérez

Título del Proyecto: Desarrollo de metodologías innovadoras para la caracterización de la cristalografía de los filosilicatos en ambientes de baja temperatura. Aportación a la comprensión de procesos geológicos globales.

Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia, CGL2007-66744-C02-01/BTE

Duración: 2007-2010

Investigador Principal: Fernando Nieto García

Título del Proyecto: Modelización de mecanismos de concentración y movilidad de cobre en yacimientos tipo manto, epitermales y asociados a ofiolitas

Proyecto MEC (CGL200602594BTE)

Duración: 2006-2009

Investigador Principal: Salvador Morales Ruano

Título del Proyecto: Recursos minerales y medio ambiente: aplicación de los analizadores espectroscópicos portátiles de

infrarrojo y fluorescencia (PIMA y PXRFA).

Proyecto Excelencia Junta Andalucía (RNM732)

Duración: 2005-2008

Investigador Principal: Purificación Fenoll Hach-Ali

Título del Proyecto: International PhD programme (2006-2008) between University of Napoli Federico II and Virginia Tech (Blacksburg, VA, USA), funded by Italian MIUR within the initiatives for the Universities internationalization for a total of &euro; 150.000,00.

Investigador Principal: Benedetto De Vivo

Título del Proyecto: Bilateral programme (Azione Integrata) between University of Napoli Federico II and Huelva University (2007-2008), funded by both Italy (MIUR) and Spain for &euro; 11.000,00 from each Country.

Investigador Principal: Benedetto De Vivo

Título del Proyecto: Geochemistry of Campi Flegrei volcanics and Ignimbrites of the Campania Plain. Giunta regionale della Campania, L. R. n. 5/2002, Annualità &euro; 20.000.

Investigador Principal: Benedetto De Vivo

Título del Proyecto: FNS project No. 200021-105507 and follow-up No. 200020-117792/1 (requérant principal) Influence of marine water on element cycling in shore mine tailings disposals.

Investigador Principal: Bernhard Dold

Título del Proyecto: FNS project No.2100-066739.01-1 (2002-2004) and follow-on project No. 200020-103678 (2004-2006; Spangenberg & Dold) Environmental assessment of mining related contamination - An integrated study combining mineralogy, geochemistry, and biogeochemistry.

Investigador Principal: Bernhard Dold

Título del Proyecto: FNS project Environmental Science & Technology in Romania (ESTROM; co-requérant). Environmental impacts of the mining activities in selected catchments in the Apuseni Mountains, Romania and trans-boundary river pollution. In cooperation with EAWAG Dübendorf, Switzerland and Romanian partners.

Investigador Principal: Bernhard Dold

Título del Proyecto: Evaluación de la contaminación de suelos afectados por actividades mineras. Problemática ambiental existente en el área de Riotinto (España).

Entidad Financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia, CTM2005-05832/TECNO

Entidades Participantes: Universidad de Sevilla y Universidad de Huelva

Duración, desde: 26/09/05 hasta: 26/09/08

Investigador Principal: Isabel González

Título del Proyecto: Aproximación multidisciplinar para el estudio de la contaminación y sus efectos en los organismos. Aplicación al estero Domingo Rubio (Parque Natural Marismas del Odiel, Huelva)

Entidad Financiadora: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía. Proyecto de Excelencia (código proyecto: 00523)

Entidades Participantes: Universidades de Sevilla, Huelva, Córdoba y CSIC (IRNASE)

Duración, desde: 30/12/05 hasta: 30/12/08

Título del Proyecto: Anoxia, actividad biológica y formación de sulfuros masivos (2007-2009). IGME-Instituto de Astrobiología-Servicio Geológico Canadá.

Investigador Principal: Fernando Tornos

Título del Proyecto: Mapa Metalogenético de Andalucía (2008-2010). IGME & Junta de Andalucía

Investigador Principal: Fernando Tornos

Título del Proyecto: Control Estructural de la cuenca Cretácica Casma, su relación con el emplazamiento del Batolito de la Costa y los yacimientos metálicos entre Trujillo y Mala (2006-2008). INGEMMET-IGME

Investigador Principal: Fernando Tornos

Título del Proyecto: Global Comparison of Massive Sulphides (2004-2009). UNESCO. Programa Internacional de Correlación Geológica. IGCP-502. IGME - Universidad de Lulea & Servicio Geológico de Canadá

Investigador Principal: Fernando Tornos

Título del Proyecto: Procesos hidrotermales y mineralizaciones ligadas a intrusiones máficas profundas (2007-2009). Dirección General de Investigación-FEDER proyecto CGL 2006-0378.

Investigador Principal: Fernando Tornos

Título del Proyecto: 4D modelling of ore deposits in Europe (2008-2009). Dirección General de Investigación - Acción Complementaria CGL2007-30733-E/BTE

Investigador Principal: Fernando Tornos

Título del Proyecto: FUNMIG- Fundamental Processes of Radionuclide Migration

Financing institution: UE-VI Framework Programme (40%) and ENRESA (60%)

Participating institutions: 46

Duration: 2005 to 2008

Investigador responsable: Carlos Ayora Ibáñez

Título del Proyecto: NITRAT- Procesos de atenuación natural y remedio pasivo en aguas subterráneas c ontaminadas por nitratos

DRAMA- Natural attenuation and passive remediation of nitrate-polluted groundwater

Financing institution: Fundació Bosch Gimpera

Participating institutions: UB, UAB, UPC, CSIC

Investigador responsable: Carlos Ayora Ibáñez

Título del Proyecto: Atenuación natural y tratamiento pasivo de drenajes ácidos de minas en la cuenca del río Odiel

Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia, Ref. CTM2007-66724-C02-01/TECNO.

Entidades participantes: Universidad de Huelva, CSIC

Duración, desde: 01/10/2007 hasta: 30/09/2010

Investigador responsable: Carlos Ayora Ibáñez

Título del Proyecto: Aplicaciones de nuevos trazadores isotópicos en Ciencias de la Tierra y Medio-ambientales.

Entidad financiadora: Junta de Andalucía. Proyecto de Excelencia P06-RNM 2304

Duración desde: 2007 hasta: 2009

Investigador principal: Prof. Dr. Pascual Rivas Carrera

Título del Proyecto: Procesos de formación y alteración de la litosfera oceánica y yacimientos minerales asociados

Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia (Plan Nacional de I+D+I). Proyecto CGL2007-61205/BTE

Duración desde: Diciembre de 2007 hasta: Diciembre de 2010

Investigador principal: Dr. Fernando Gervilla Linares

Título del Proyecto: A comparative textural, geochemical and melt inclusion study of mantle and lower crust xenoliths of the Pannonian basin and the SE Iberian Peninsula

Entidad financiadora: Acción Integrada Hispano-Húngara,

Duración desde: 2008 hasta: 2009

Investigador principal: Dr. Carlos J. Garrido Marín

Título del Proyecto: Mecanismos de concentración y removilización de elementos del grupo del platino durante el metamorfismo de yacimientos de cromita en complejos ofiolíticos del SE de Bulgaria

Entidad financiadora: Proyecto de cooperación bilateral CSIC-Academia de Ciencias de Bulgaria, Proyecto 2007BG0006

Duración desde: 2008 hasta: 2009

Investigador principal: Dr. Fernando Gervilla Linares

Conferencias y Seminarios

Landscape geochemistry in Colorado: linking stream-water chemistry to catchment lithology

Richard B. Wanty (USGS, Denver Federal Center)

Hydrogeochemical controls of surface and ground water chemistry in naturally acidic porphyry-related mineralized areas, Southern Rocky Mountains, USA

Philip L. Verplanck (USGS, Denver Federal Center)

[http://crustal.usgs.gov/projects/aqueous\\_geochemistry/index.html](http://crustal.usgs.gov/projects/aqueous_geochemistry/index.html)

Día 14 de Abril. Hora: 10:00 horas

Sala de Grados. Facultad de Ciencias Experimentales

The Birth of a plate margin: voluminous high-k magmatism and transtension along the Sierra Nevada range front, California

Dr. Cathy J. Busby

Dept. Earth Science, University of California at Santa Barbara

Miércoles 5 de Marzo 2008. 12:00 horas

Sala Común 3. Facultad de Ciencias Experimentales

{mospagebreak title=Cursos}

Cursos

Introducción a la Geología y Origen de los Yacimientos Minerales

Yacimientos Minerales I (asociados a rocas ígneas)

Yacimientos Minerales II (en secuencias sedimentarias y volcánicas)

Métodos y Técnicas de Análisis de Minerales, Rocas, Suelos y Aguas

Geoquímica Ambiental

Interacción Agua-Roca

Contaminación y Remediación de Aguas y Suelos de Mina

Caracterización del Medio y Análisis de Riesgos

Gestión de Residuos y Minería Sostenible

Paleovulcanología

Físico-Química de Aerosoles Atmosféricos

Introducción a la Geología y Origen de los Yacimientos Minerales

Objetivos Generales

a) De carácter específico

Reconocer las características y particularidades de los principales procesos geológicos que intervienen en la formación de yacimientos minerales. Reconocer la génesis de yacimientos minerales como parte integrante de los ciclos geológicos que han tenido lugar en la historia de la Tierra. Reconocer los contextos geológicos y geodinámicos favorables para la formación de los distintos tipos de yacimientos minerales. Conocer las principales épocas metalogénicas de la historia de la Tierra, en relación con su evolución geotectónica. Correlacionar distintos tipos de información, y obtención de una visión global de los procesos mineralizadores en el espacio y en el tiempo. Relacionar características geológicas y procesos mineralizadores. Introducción al uso de algunas herramientas específicas, como la microtermometría de inclusiones fluidas. .Aplicación a la definición de estrategias de exploración.

b) De carácter transversal o genérico

Mejorar la capacidad de análisis y de síntesis. Relacionar conceptos geológicos de distinta naturaleza

Contenidos

Introducción. Clasificaciones de los yacimientos minerales. Criterios y ejemplos. Modelos descriptivos y modelos genéticos. Procesos geológicos que participan en el origen y evolución de los yacimientos minerales: Procesos magmáticos. Procesos hidrotermales: Fuente de metales, fluidos y calor; Mecanismos de transporte; La precipitación de los metales; Enfriamiento-despresurización; Mezcla-desmezcla; Reacción. Inclusiones Fluidas: Microtermometría, Casos prácticos, Utilización en modelización de fluidos hidrotermales y en exploración. Procesos sedimentarios y superficiales. Yacimientos Minerales y su distribución espacio-temporal. Yacimientos minerales y tectónica global.

#### Metodología de enseñanza - aprendizaje

Clases magistrales para introducir los aspectos esenciales. Clases prácticas de laboratorio y de campo, por grupos. Trabajo con ordenador y utilización de software específico. Trabajo en grupo. Búsqueda de información y realización de síntesis. Seminarios con exposición y discusión en grupo. Utilización de la plataforma de enseñanza virtual como apoyo a la docencia presencial.

Para el desarrollo de la enseñanza se aplica el concepto de crédito ECTS, dedicando 8 h/crédito a enseñanza presencial, 2 h/crédito a trabajos dirigidos y 15 h/crédito a trabajo personal del alumno.

#### Criterios de Evaluación

Evaluación continua en clases teóricas y prácticas. Evaluación de los ejercicios individuales y en grupo.

#### Referencias

Guilbert y Park (1986) *The Geology of ore Deposits*. Freeman

Holister, L.S.; Crawford, M.L. (1981): *Short course in Fluid inclusions*. Mineralogical Society of Canada.

Hutchison, C.S. (1987) *Economic Deposits and Their Tectonic Setting*. MacMillan Education.

Misra K.C. (2000) *Understanding Mineral Deposits*. Kluwer Academic Publishers.

Robb, L. (2005) *Introduction to ore-forming processes*. Blackwell Publishing

Roedder, E. (1984): *Fluid Inclusions*. Editorial Mineralogical Society of America

Samsom, I.; Anderson, A.; Marshall, D. (2002): *Fluid inclusions: analysis and interpretation*. Short course of Mineralogical Association of Canada. Vol. 32.

Sawkins F.J. (1990) *Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics*. Springer-Verlag

Shepherd, T.; Rankin, A. H.; Alderton, D.H. (1985): A Practical Guide to Fluid Inclusion Studies. Editorial Blackie.

## Yacimientos Minerales I (asociados a rocas ígneas)

### Objetivos Generales

Aportar al alumno las bases conceptuales y metodológicas necesarias sobre la geología y metalogénia de los yacimientos magmáticos e hidrotermales asociados a rocas ígneas, Se pretende adquirir una visión actual sobre los diferentes tipos de yacimientos y de su potencialidad económica

#### a) De carácter específico

El alumno deberá llegar a familiarizarse con los diferentes procesos magmáticos e hidrotermales responsables de la génesis de los diferentes tipos de yacimientos asociados a rocas ígneas. Identificación de las asociaciones minerales principales. Conocimientos del manejo de diagramas de fases en equilibrio, en ambientes magmáticos e hidrotermales. Prporcionar herramientas para identificar criterios de exploración.

#### b) De carácter genérico

Conocimiento y manejo de fuentes de información, especialmente en Mineralogía, Geoquímica y Yacimientos; Consultas bibliográficas y de bases de datos en Internet; Habilidades de comunicación y de presentaciones en público; Capacidad para trabajo en grupo; Capacidad de síntesis; Capacidad de análisis crítico

### Contenidos

1. Yacimientos de Cromitas y de elementos del grupo del platino: Cromitas estratiformes y podiformes. Comportamiento geoquímico de los elementos del grupo del platino: fusión parcial del manto; fraccionación de fundidos silicatados; diferenciación de fundidos sulfurados; en fluidos acuosos. Modelos ortomagmáticos e hidrotermales; Concentraciones asociadas a yacimientos de Ni-Cu.

2. Yacimientos de Ni-Cu: Yacimientos asociados a rocas noríticas generadas como consecuencia del impacto de un meteorito; Asociados a rocas intrusivas equivalentes a los basaltos de plataforma generados en contextos de rift intracontinental; Asociados a la actividad magmática desarrollada durante los primeros estadios de generación de los greenstone belts precámbricos; Asociados a intrusiones toleíticas, generalmente sinorogénicas, en cinturones orogénicos fanerozoicos.

3. Yacimientos minerales de tipo porfídico y epitermal: Tipos de depósitos. Características generales, distribución espacio-temporal. Origen. Situación actual y perspectivas de futuro.

4. Características, contexto tectónico, alteraciones y génesis de depósitos epitermales. Depósitos de alta sulfidación y depósitos de baja sulfidación: mineralogía, inclusiones fluidas y geoquímica isotópica. Mineralizaciones epitermales en ambientes recientes. Características termoquímicas del transporte y precipitación de metales.

5. Distribución espacial y temporal de yacimientos de tipo porfídico. Contexto geotectónico. Petrogénesis. Rocas encajantes. Procesos de alteración hidrotermal y mineralizaciones. Condiciones físico químicas de formación de los productos de alteración y mineralización. Origen de los metales y del azufre. Modelos de exploración.

6. Depósitos de óxidos de Fe-Cu-Au (IOCG): Introducción. Importancia económica. Aspectos geológicos generales. Encuadre regional. Alteración hidrotermal y características de la mineralización. Geoquímica: Inclusiones fluidas e isótopos estables y radiogénicos. Modelos genéticos. Ejemplos (Escudo fennoscandinavo y distrito de Concurry, SO Península Ibérica).

7. Depósitos de tipo Skarn: Introducción. Importancia económica. Aspectos geológicos generales. Encuadre regional. Alteración hidrotermal y características de la mineralización. Tipos oxidados y reducidos. Evolución en las etapas de formación de los skarns.

## Metodología docente

Clases magistrales, seminarios y mesas redondas, tutorías individualizadas y en grupo. Trabajos prácticos individuales y en grupo sobre muestras y datos seleccionados de los distintos tipos de yacimientos, utilización de aplicaciones informáticas específicas. Los alumnos expondrán en clase los resultados de su trabajo práctico. Proyección de audiovisuales específicos sobre yacimientos minerales: mediante videos y diaporamas comentados. Utilización de la plataforma de enseñanza virtual como apoyo a la docencia presencial.

Para el desarrollo de la enseñanza se aplica el concepto de crédito ECTS, dedicando 8 h/crédito a enseñanza presencial, 2 h/crédito a trabajos dirigidos y 15 h/crédito a trabajo personal del alumno.

## Evaluación

Teoría: examen, asistencia y participación en clase, evaluación de trabajos tutelados. Prácticas: evaluación del trabajo diario en clase y evaluación de los trabajos tutelados.

## Referencias

- Buchanan, D.L. (1988). Platinum-Group Element Exploration. Developments in geology, 26. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York and Tokyo. 185 p.
- Cabri, L.J. (Ed.) (1989). Platinum-Group Elements: Mineralogy, Geology, Recovery. The Canadian Institute of Mining and Metallurgy, Special Volume 23. 267 p.
- Cabri, L.J. (Ed.) (2002). The Geology, Geochemistry, Mineralogy and Mineral Beneficiation of Platinum-Group Elements. Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, Special Volume 54, 852 p.
- Guilbert y Park (1986) The Geology of ore Deposits. Freeman
- Hagemann, S.G. y Brown, P.E. (ed.). ?Gold in 2000?, Review in Economic Geology, Vol. 13.
- Hutchison, C.S. (1987) Economic Deposits and Their Tectonic Setting. MacMillan Education.
- Misra K.C. (2000) Understanding Mineral Deposits. Kluwer Academic Publishers.
- Misra, K.C. (2000). Understanding Mineral Deposits. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London. 845.
- Mitchell, A.H.G. y Garson, M.S. (1981). Mineral Deposits and Global Tectonic Setting Academic Press, London New York.
- Naldrett, A.J. (2004). Magmatic Sulfide Deposits. Geology, Geochemistry and Exploration. Springer Verlag, Heidelberg-Wiem. 727 p.
- Pirajno, F. (1992). Hydrothermal Mineral Deposits - Principles and fundamental concepts for the Exploration Geologist. Springer Verlag.
- Robb, L. (2005) Introduction to ore-forming processes. Blackwell Publishing

## Yacimientos Minerales II (en secuencias sedimentarias y volcánicas)

### Objetivos Generales

Conocer las características geológicas, mineralógicas y genéticas de diversos tipos de yacimientos de metales base en secuencias estratiformes, con objeto de proporcionar a estudiantes postgraduados y profesionales, conocimientos avanzados sobre este tipo de mineralizaciones. El curso contiene información teórica y práctica aplicable al diseño de la exploración minera y la investigación científica de este tipo de recursos, haciendo hincapié en los aspectos peor conocidos y de mayor actualidad científica y económica.

a) De carácter específicos: Durante el curso el alumno aprenderá a distinguir las características de las mineralizaciones; Reconocer su morfología en función de los rasgos geológicos del entorno; Identificar la mineralogía (menas y ganga), estructuras y texturas, discutiendo el significado de la alteración y sucesión mineral; Comparar las características observadas con las de yacimientos similares; Interpretar la información y datos disponibles y elaborar hipótesis genéticas e identificar criterios de exploración.

b) De carácter transversal o genéricos: Capacidad para la programación de trabajos analíticos; Capacidad de trabajo integrada en un equipo de investigación; Habilidades de análisis; Capacidad crítica para la obtención, discusión e interpretación de resultados.

## Contenidos

Unidad Temática I. Yacimientos de sulfuros masivos de Zn-Pb encajados en sedimentos (SEDEX): Introducción y características generales distintivas; Tipos de yacimientos y ambientes geológicos; Mineralogía, texturas y alteración hidrotermal; Origen y modelos de formación: fuente de azufre y metales y condiciones de formación.

Unidad Temática II. Yacimientos estratiformes de sulfuros de Cu encajados en sedimentos (SSC): Introducción y características generales distintivas; Tipos de yacimientos y ambientes geológicos; Mineralogía, texturas y zonación; Origen y modelos de formación.

Unidad Temática III. Yacimientos Zn-Pb encajados en carbonatos (MVT): Introducción y características generales distintivas; Tipos de yacimientos y ambientes geológicos; Mineralogía, texturas. Brechificación y reemplazamiento; Origen y modelos de formación.

Unidad Temática IV. Yacimientos de sulfuros masivos de Zn-Pb-Cu en ambientes volcánicos (VMS): Introducción y características generales distintivas; Tipos de yacimientos y ambientes geológicos; Mineralogía, texturas y alteración hidrotermal. Metamorfismo y Deformación; Origen y modelos de formación: fluidos, zonación y fuente de azufre y metales.

Unidad Temática V. Comparación de los Yacimientos VMS, SMS, SSC y MVT: Ambientes paleotectónicos; Consideraciones metalogenéticas.

Unidad Temática VI. Yacimientos sedimentarios y/o vulcanosedimentarios de Fe: Problemas de nomenclatura y clasificación; Fuentes y medios de transporte del hierro; Aspectos mineralogenéticos; Yacimientos Precámbricos de tipo "Iron-Formation"; Yacimientos Fanerozoicos de tipo "Ironstone"; Origen y modelos genéticos.

Prácticas de laboratorio y de campo.

Interpretación y discusión de datos de campo y laboratorio:

1) Colección de datos de campo: interpretación de mapas geológicos (escala regional y local); naturaleza y distribución de

menas; muestreos apropiados al objetivo.

2) Análisis de laboratorio: mineralogía, petrografía (estudios texturales), problemas de los análisis químicos, análisis isotópicos e interpretación de datos de inclusiones fluidas .

3) Discusión de datos y presentación de resultados: mapas, cortes, diagramas y analisis estadístico de datos analíticos.

4) Interpretación de resultados: Controles de la mineralización y definición de metalotectos, modelos de formación (hipotesis genéticas), condiciones de formación con la ayuda de diagramas (presión, temperatura, pH, fO<sub>2</sub>, fS<sub>2</sub>, etc), historia post-depósito (alteración, metamorfismo, deformación).

#### Metodología docente

1. Impartición de clases teóricas (magistrales). La parte teórica del curso se basa en la impartición de clases magistrales en el aula con el apoyo de material audiovisual utilizando diversa información bibliográfica y documentación procedente de excursiones y visitas a yacimientos de importancia mundial. Las clases se desarrollan de manera interactiva con los alumnos, fomentando su participación, especialmente en las cuestiones directamente relacionadas con las características de estos grupos de yacimientos.

2. Prácticas de campo y de laboratorio. Trabajo en grupo para facilitar la obtención de datos y la discusión e interpretación de resultados.

3. Resolución de problemas. Como complemento a la parte teórica y práctica, se plantean sesiones donde el estudiante debe resolver problemas relacionados con la interpretación de los resultados analíticos.

4. Seminarios y presentaciones de los trabajos en grupo

Utilización de la plataforma de enseñanza virtual como apoyo a la docencia presencial.

Para el desarrollo de la enseñanza se aplica el concepto de crédito ECTS, dedicando 8 h/crédito a enseñanza presencial, 2 h/crédito a trabajos dirigidos y 15 h/crédito a trabajo personal del alumno.

## Evaluación

Evaluación continua en clases teóricas y prácticas. Corrección de ejercicios y trabajos en grupo.

## Referencias

Edwards & Atkinson (1986) "Ore Deposit Geology", Chapman.

Evans, A.M. (1993) "Ore Geology and Industrial Minerals", Blackwell.

Garven, G. & Freeze, R.A. (1984) Theoretical analysis of the role of groundwater flow in the genesis of strata-bound ore deposits. 1. Mathematical and numerical model, 2. Quantitative results: American Journal of Science, v. 284, p. 1085-1174.

Guilbert, J.M. & Park, C.F. (1986): "The Geology of Ore Deposits". Freeman.

Hutchinson (1983): "Economic Deposits and their Tectonic Setting". MacMillan.

Large, R.R. & McGoldrick, P.J., 1998, Lithogeochemical halos and geochemical vectors to stratiform sediment hosted Zn-Pb-Ag deposits: 1. Lady Loretta deposit, Queensland: Journal of Geochemical Exploration, v. 63, p. 37-56

Large, R.R., Bull, S.W., McGoldrick, P.J., Walters, S., Derrick, G.M., and Carr, G.R., 2005, Stratiform and strata-bound Zn-Pb-Ag deposits in Proterozoic sedimentary basins, northern Australia: Economic Geology 100th Anniversary Volume, p. 931-963.

Leach et al (2005) Sediment-Hosted Lead-Zinc Deposits: A Global Perspective. Society of Economic Geologists, Inc. Economic Geology 100th Anniversary Volume, pp. 561-607 Petrology. McGraw Hill.

Leach, D.L. & Sangster, D.F., 1993, Mississippi Valley-type lead- zinc deposits. Geological Association of Canada Special Paper 40, p. 289-314.

Lydon (1996), Sedimentary exhalative sulphides (SEDEX): Geological Survey of Canada, Geology of Canada, no. 8, p. 130-152.

Maynard, J.B. (1983) Geochemistry of Sedimentary Ore Deposits Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York

Misra, K.C. (2000) Understanding Mineral deposits, Kluwer Academic Publishers, p.845

Pirajno, F. (1992) Hydrothermal Mineral Deposits - Principles and fundamental concepts for the Exploration Geologist. Springer Verlag.

Robb, L. (2005) Introduction to ore-forming processes. Blackwell Publishing

Sangster (1996) Carbonate-hosted lead-zinc deposits: Society of Economic Geologists Special Publication 4, 664

Sangster, D.F. (1990) Mississippi Valley-type and sedex lead-zinc deposits: A comparative examination: Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, sec. B, v. 99, p. B21B42.

Sawkins, F.J. (1984): "Metal Deposits in relation to Plate Tectonic". Springer.

## Objetivos Generales

El curso pretende proporcionar conocimientos teóricos y prácticos sobre distintas metodologías analíticas empleadas en el estudio de yacimientos minerales en particular y de suelos, aguas y materiales geológicos en general. El objetivo final del curso es que el estudiante pueda contestar a las preguntas de: análisis, ¿para qué? y ¿cómo?, además de saber hacer la correcta evaluación e interpretación de los resultados obtenidos. Adquirir destreza en la decisión de que técnicas de estudio son más convenientes, frente a diferentes problemas de estudio.

De carácter transversal o genérico: Capacidad de organización de su trabajo en la asignatura; Capacidad de trabajo tanto a nivel individual como en grupo; Capacidad crítica en la obtención e interpretación de resultados; Habilidades de investigación; Capacidad de síntesis.

## Contenidos

1. Analizar: ¿para qué?. Unidades de concentración. Presentación de los resultados. Tipos de errores; precisión y exactitud analítica. Muestreo y preparación de las muestras.

2. Difracción de rayos X. Conceptos básicos de la difracción de rayos X. Método de polvo. Instrumentación. Preparación de muestras. Condiciones analíticas. Interpretación de difractogramas e identificación mineral. Análisis cuantitativo.

3. Espectrometría de fluorescencia de rayos X. Espectrómetros. Análisis cualitativo y cuantitativo. Efectos de matriz. Interferencias espectrales. Preparación de muestras. Evaluación de datos analíticos.

4. Microscopía electrónica. Interacción de los electrones con la materia. Óptica electrónica. Imágenes electrónicas. Espectrometría de energía dispersada. Detectores. Procesamiento de espectros. Microsonda de electrones. Espectrómetros de longitud de onda. Análisis cuantitativo. Condiciones experimentales. Ejercicios prácticos. Otras técnicas analíticas y sus aplicaciones.

5. Geoquímica de los isótopos estables. Introducción y conceptos generales. Hidrogeno y oxígeno. Aguas. Interacciones agua-roca en sistemas hidrotermales. Ejemplos. Carbono y azufre. Aplicación a los sistemas hidrotermales. Ejemplos.

6. Técnicas de análisis isotópico. Muestreo, estándares etc. Isótopos de N y S en medio ambiente: teoría. Isótopos de S, N, C, O y H en medios superficiales: trazadores medioambientales. Casos prácticos de estudio.

7. Geoquímica de los isótopos radiogénicos. Principios básicos. Técnicas de datación mediante Rb-Sr. Datación mediante Sm-Nd. Datación mediante U-(Th)-Pb. Datación mediante Pb-Pb. Datación mediante K-Ar y  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ . Datación mediante Re-Os. Los isótopos radiogénicos como trazadores de áreas fuente.

## Prácticas

Análisis cualitativos y cuantitativos de muestras de materiales geológicos: rocas, minerales y aguas. Selección de los métodos analíticos e interpretación de los resultados. Comparación de resultados obtenidos mediante técnicas distintas. Análisis de los isótopos estables de C, O, S y H en materiales sólidos y en aguas. Interpretación de los resultados. Problemas específicos sobre isótopos estables y radiogénicos.

## Metodología docente

1. Impartición de clases teóricas (magistrales). La parte teórica del curso se basa en la impartición de clases magistrales en el aula con el apoyo de material audiovisual. Las clases se desarrollan de manera interactiva con los alumnos, fomentando su participación, especialmente en las cuestiones más directamente relacionadas con los fundamentos teóricos de las técnicas.

2. Realización de prácticas de laboratorio. Se trata de familiarizar al alumno en las técnicas y métodos que se vayan explicando en las sesiones teóricas. Para ello se procederá a la preparación y análisis de algunas muestras geológicas mediante cada una de las técnicas estudiadas.

3. Sesiones de problemas. Como complemento a la parte teórica y práctica, se plantean sesiones donde el estudiante debe resolver problemas relacionados con la interpretación de los resultados analíticos. De esta forma se cierra el círculo de trabajo teoría-práctica de una forma coherente y el estudiante adquiere una visión global de la asignatura.

4. Trabajos en grupo realizados por los alumnos, sobre casos prácticos de interpretación de datos analíticos publicados y de datos obtenidos durante las prácticas. Seminarios sobre presentación e interpretación de datos.

Utilización de la plataforma de enseñanza virtual como apoyo a la docencia presencial.

Para el desarrollo de la enseñanza se aplica el concepto de crédito ECTS, dedicando 8 h/crédito a enseñanza presencial, 2 h/crédito a trabajos dirigidos y 15 h/crédito a trabajo personal del alumno.

## Evaluación

Evaluación continua de las clases teóricas y prácticas. Calificación obtenida en la realización y/o exposición de trabajos o actividades académicas dirigidas (bibliográficos, documentales) realizadas individualmente o en equipo. Se tendrá en cuenta de forma especial la capacidad de síntesis, las habilidades y destrezas genéricas indicadas en la caracterización de la asignatura y la facilidad de comunicación del estudiante.

## Referencias

- Barbero, L. y Mata, M.P.. (2004).- Geoquímica isotópica aplicada al medio ambiente. Seminarios de la Sociedad Española de Mineralogía, v.1.
- Clark, I. and Fritz, P. 1997. Environmental Isotopes in Hydrogeology. Lewis Publisher  
<http://www.science.uottawa.ca/~eih/>
- Cook, P. and Herczeg, A.L. (eds.), 2000. Environmental Tracers in Subsurface Hydrology, Kluwer Academic Publishers.
- Criss, R.E. (1999).- Principles of Stable Isotope Distribution. Oxford University Press.
- Cullity, B.D., Stock, S.R. (2001). Elements of X-Ray Diffraction, 3ª edición, Prentice and Hall.
- Dickin, A.P. (1997).- Radiogenic Isotope Geology. Cambridge University Press.
- Faure, G. (1986).- Principles of Isotope Geology. Second Edition. John Wiley and Sons.
- Gill, R. (1997).- Modern analytical geochemistry. An introduction to quantitative chemical analysis for earth, environment and materials scientists. Longman.
- Goldstein JI, Newbury DE, Echlin P, Joy DC, Lyman CE, Lifshin E, Sawyer L, Michael JR (2003). Scanning electron microscopy and X-Ray microanalysis (3rd ed) Kluwer Academic/Plenum Publ., New York.
- Goodhew PJ, Humphreys FJ (1988). Electron microscopy and analysis. Taylor & Francis, London.
- Gulson, B.L. (1986).- Lead Isotopes in Mineral Exploration. Developments in Economic Geology, 23. Elsevier.
- Harris, D.C. (1991).- Quantitative Chemical Analysis, 3ª Edición, Freeman and Co.
- Hawthorne FC (ed ) (1988). Spectroscopic methods in Mineralogy and Geology. Reviews in Mineralogy. v. 18. Mineral. Soc. Amer. Washington.
- Hoefs, J. (1997).- Stable Isotope Geochemistry. 4ª Edición. Springer-Verlag.
- Hutchison CS (1974). Laboratory handbook of petrographic techniques. Wiley Interscience, New York.
- Kendall, C. and McDonnell, J.J. (eds.), 1998. Isotope Tracers in Catchment Hydrology. Elsevier  
(<http://wwwrcamnl.wr.usgs.gov/isoig/isopubs/itcinfo.html>)
- Lambert, D.D.; Ruiz, J. (1999).- Application of Radiogenic Isotopes to Ore Deposit Research and Exploration. Reviews in Economic Geology, vol 12. Society of Economic Geologists
- McKibben, M.A.; SHANKS, W.C.; RIDLEY, W.I. (1998).- Applications of Microanalytical Techniques to Understanding Mineralizing Processes. Reviews in Economic Geology, vol 7. Soc. of Econ. G.
- Mineralogical Association of Canada (1987).- Short Course in Stable Isotope Geochemistry, Vol. 13. Editado por T.K.

Kyser.

Mineralogical Society of America (1986).- Stable Isotopes in High Temperature Geological Processes, Vol. 16. Editado por J.W. Valley, H.P. Taylor y J.R. O'Neil.

Mineralogical Society of America (2001).- Stable Isotope Geochemistry. Reviews in Mineralogy and Geochemistry Vol. 43. Editado por J.W. Valley, D.R. Cole.

Nicol AW (ed) (1975). Physicochemical methods of mineral analysis. Plenum Press, New York.

Ohmoto, H. (1972).- Systematics of Sulfur and Carbon isotopes in Hydrothermal Ore Deposits. Econ. Geol., vol. 67, p 551-578.

Potts PJ (1995). Microprobe techniques in the Earth sciences. Chapman & Hall, London.

Reed SJB (1993). Electron microprobe analysis: second edition. Cambridge University Press, Cambridge.

Richards, J.P.; Larson, P.B. (1998).- Techniques in Hydrothermal Ore Deposits Geology. Reviews in Economic Geology, vol 10. Society of Economic Geologists.

Rodríguez Gallego M (1982). La difracción de los rayos X. Alhambra. Madrid.

Rye, R.O.; Ohmoto, H. (1974).- Sulfur and Carbon Isotopes and Ore Genesis: A Review. Econ. Geol., v. 69, p 826-842.

Scott VD, Love G, Reed SJB (eds) (1995). Quantitative electron-probe microanalysis (2nd ed). Ellis Horwood, London & New York

Sharp, Z.D. (2007).- Principles of Stable Isotope Geochemistry. Pearson-Prentice Hall.

Skoog, D.A.; West, D.M.; Holler, F.J. (1995).- Química Analítica (6ª Edición). McGraw-Hill.

Smith DGW (ed) (1976). Short course in microbeam techniques. Mineral Assoc. Canada, 1

Sylvester, P. (2001).- Laser-Ablation-ICPMS in the Earth Sciences. Principles and Applications. Short Course Series, vol. 29. Mineralogical Association of Canada.

Taylor, H.P. (1974).- The Applications of Oxygen and Hydrogen Isotope Studies to Problems of Hydrothermal Alteration and Ore Deposition. Econ. Geol., v. 69, p 843-883.

White JC (ed) (1985). Short course in application of electron microscopy in the Earth Sciences. Mineral. Assoc. Canada, 11.

Williams DB (1984). Practical Analytical Electron Microscopy in Materials Science. Verlag Chemie, Berlin.

Williams KL (1987). Introduction to X-ray spectrometry: X-ray fluorescence and electron microprobe analysis. Allen & Unwin, London.

Zussman J (ed.) (1977). Physical methods in determinative mineralogy. Academic Press, London.

Geoquímica Ambiental

Objetivos Generales

a) Reconocer los métodos geoquímicos para el estudio y análisis de la contaminación en los ecosistemas naturales.

Estos conocimientos permitirán a los estudiantes a saber distinguir entre la concentración natural de metales (background) de la concentración de metales procedentes de actividades antropogénicas tanto en aguas, sólidos o sedimentos. Conocer las metodologías de muestreo en los diferentes medios (sólidos, aguas y sedimentos). Elaborar datos y evaluar los resultados obtenidos.

#### b) De carácter transversal o genérico

Mejorar la capacidad de interacción con disciplinas tales como geología, biología, legislación, etc., con objeto de evaluar los fenómenos que generan elementos dañinos para el medioambiente.

#### Contenidos

Introducción. Gestión de recursos y desarrollo sostenible. Ciclos geoquímicos (C, N, P y S). Análisis geoquímico de metales pesados en sistemas contaminados. Fuentes y origen de los metales. Movilidad y comportamiento de metales pesados en los diferentes sistemas: control de parámetros. Comportamiento toxicológico de los elementos químicos: biodisponibilidad y bioacumulación. Concentraciones naturales y antropogénicas de metales en el medioambiente. Muestreos en los diferentes sistemas medioambientales. Análisis de muestras y protocolos. Sólidos contaminados y remediación de ecosistemas. Técnicas de remediación de la contaminación. Mapas geoquímicos con GIS.

#### Metodología de enseñanza - aprendizaje

Clases magistrales para introducir los aspectos esenciales. Clases prácticas de laboratorio y de campo, por grupos. Trabajo con ordenador y utilización de software específico. Trabajo en grupo. Búsqueda de información y realización de síntesis. Seminarios con exposición y discusión en grupo.

Utilización de la plataforma de enseñanza virtual como apoyo a la docencia presencial.

Para el desarrollo de la enseñanza se aplica el concepto de crédito ECTS, dedicando 8 h/crédito a enseñanza presencial, 2 h/crédito a trabajos dirigidos y 15 h/crédito a trabajo personal del alumno.

#### Evaluación

Evaluación continua en clases teóricas y prácticas. Evaluación de los ejercicios individuales y en grupo.

#### Referencias

Bell F.G., 1998. Environmental geology. Principles and practice. Blackwell Science Ltd, Oxford.

Berner E. K. and Berner R., 1996. Global environment. Water, air and geochemical cycles. Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, NJ, USA. Pp. 376.

De Vivo B., Lima A., Siegel F. R., 2004. Geochimica ambientale. Metalli potenzialmente tossici. Liguori Editore, Napoli, pp. 449.

Kabata-Pendias A., 2001. Trace elements in soils and plants. CRC Press, Boca Raton, USA. Pp. 413.

Kesler S. E., 1994. Mineral resources, economics and the environment. Macmillan College Publ. Co., New York. Pp. 391.

Schlesinger W.H., 1991. Biogeochemistry. An analysis of global change. Academic Press, San Diego, USA. Pp. 443.

Siegel F. R., 2001. Environmental geochemistry of potentially toxic metals. Springer-Verlag, Berlin, pp.

Thornton I., 1983. Applied environmental geochemistry. Academic Press, London. Pp. 501.

## Interacción Agua-Roca

### Objetivos Generales

a) Suministrar las bases conceptuales para diseñar modelos geoquímicos y cálculos de interacción agua-roca. Su aplicación es todo tipo de problemas, desde la génesis de yacimientos minerales a problemas medioambientales. Esto incluye nociones de termodinámica, de química acuática y mineral, y reacciones en la superficie de los sólidos. Así mismo, se tratarán nociones de cinética de reacciones y la relación con un contexto de flujo de agua. Los problemas de aplicación alcanzan desde la génesis mineral hasta el tratamiento de aguas ácidas de mina.

b) De carácter transversal o genérico

Capacitar la interacción con otras disciplinas como geología, microbiología, ingeniería, etc., con objeto de evaluar los efectos de la minería al medioambiente.

### Contenidos

Introducción. Isotermas de adsorción: Langmuir, Freundlich, KDvalues. Química superficial de minerales: carga superficial, influencia del pH sobre la carga superficial, punto de carga cero, complejación superficial, campo de acción de complejación interior versus exterior, teoría de Gouy-Chapman, especiación superficial, efecto de la fuerza iónica sobre la especiación superficial, estabilidad de coloides y carga superficial. Procesos rédox. Reacciones endotérmicas y exotérmicas, conceptos de Eh y pH, diagramas Eh-pH, cinética de los procesos rédox (oxidación de la piritita), dependencia sobre la especiación química, complejación superficial y cinética rédox, reacciones rédox conducidas microbiológicamente, secuencia rédox en los sistemas naturales. Transporte reactivo: advección, difusión, leyes de Fick, dispersión, retraso. Aplicaciones: Flujo y modelo de la interfase agua-sedimento, atenuación natural de metales en aguas subterráneas y

sólidos, lixiviación de metales procedentes de residuos. Modelación geoquímica simulada a través del código PHREEQC.

#### Metodología de enseñanza - aprendizaje

Clases magistrales para introducir los aspectos esenciales. Clases prácticas de laboratorio y de campo, por grupos. Trabajo con ordenador y utilización de software específico. Trabajo en grupo. Búsqueda de información y realización de síntesis. Seminarios con exposición y discusión en grupo.

Utilización de la plataforma de enseñanza virtual como apoyo a la docencia presencial.

Para el desarrollo de la enseñanza se aplica el concepto de crédito ECTS, dedicando 8 h/crédito a enseñanza presencial, 2 h/crédito a trabajos dirigidos y 15 h/crédito a trabajo personal del alumno.

#### Evaluación

Evaluación continua en clases teóricas y prácticas. Evaluación de los ejercicios individuales y en grupo.

#### Referencias

Anderson G.M. and Crerar D.A. Thermodynamics in Geochemistry. Oxford Univ. Press, Oxford, 1993, 588 pp.

Appelo C.A.J. and Postma D. Geochemistry, Groundwater and Pollution. Balkema, Rotterdam, 1994, 536 pp.

Langmuir D. Aqueous Environmental Geochemistry. Prentice Hall, New Jersey, 1997, 600 pp.

Morel, F. and Hering J: Principles and applications of Aquatic Chemistry, Wiley, 1990.

Nordstrom D.K. and Munoz J.L. Geochemical Thermodynamics. The Benjamin- Cummings Pub. Co., Menlo Park, 1985, 477 pp.

Skriptum: Hydrogeochemistry and Interfacial Processes, Stefan Peiffer, Department of Hydrology, University of Bayreuth.

Stumm W. and Morgan J.J. Aquatic chemistry (3ª Edición). John Wiley and Sons, New York, 1996, 780 pp.

#### Contaminación y Remediación de Aguas y Suelos de Mina

## Objetivos Generales

a) Conocer los principales contaminantes del suelo de origen minero. Conocer su comportamiento geoquímico en el sistema edáfico y estimar su peligrosidad ambiental. Conocer la metodología de caracterización de suelos ácidos de mina y algunas técnicas de recuperación natural asistida. Conocer el origen y el impacto en el medio hídrico de los elementos contaminantes de origen minero. Proporcionar conocimientos sobre los mecanismos y diseños de construcción y operación de las tecnologías de remediación más apropiadas.

b) De carácter transversal o genérico

Idear principios de ingeniería. Realizar aplicaciones prácticas de análisis geoquímicos avanzados e interpretación de técnicas.

## Contenidos

Introducción. Contaminación de suelos por actividades mineras. Agentes y procesos contaminantes. Dinámica de metales pesados en el suelo. Procesos de sorción, disolución/precipitación y complejación. Movilidad y biodisponibilidad. Caracterización de suelos ácidos de mina. Recuperación natural asistida de suelos de mina. Procesos mineros y problemática de la contaminación por aguas de minas: minas subterráneas y superficiales, residuos mineros y escombreras. Características hidrológicas de suelos mineros. Metodologías de modelación de flujos en sistemas mineros. Hidrogeoquímica dominante en sistemas mineros. Balances ácido-base. Mecanismo de acidez y alcalinidad en aguas metalíferas; fenómenos de sorción; procesos bacteriológicos de reducción de sulfatos. Procesos de liberación de contaminantes y atenuación natural en sistemas mineros. Cálculos de aportes contaminantes de sitios reales: una base para diseños de remediación. Elección entre estrategias alternativas para la remediación: prevención de liberación de contaminantes; incremento de la atenuación natural. Prevención pasiva de liberación de contaminantes: cubiertas secas y húmedas, etc. Tecnologías de tratamiento activo: principales opciones y criterios de selección. Tratamientos pasivos: RAPS; PRBs, etc. Instrucciones de PIRAMID y CoSTAR. Casos de estudio de gestiones efectivas de aguas de minas.

## Metodología de enseñanza - aprendizaje

Clases magistrales para introducir los aspectos esenciales. Clases prácticas de laboratorio y de campo, por grupos. Trabajo con ordenador y utilización de software específico. Trabajo en grupo. Búsqueda de información y realización de síntesis. Seminarios con exposición y discusión en grupo.

Utilización de la plataforma de enseñanza virtual como apoyo a la docencia presencial.

Para el desarrollo de la enseñanza se aplica el concepto de crédito ECTS, dedicando 8 h/crédito a enseñanza presencial, 2 h/crédito a trabajos dirigidos y 15 h/crédito a trabajo personal del alumno.

## Evaluación

Evaluación continua en clases teóricas y prácticas. Evaluación de los ejercicios individuales y en grupo.

## Referencias

- Aguilar et al. (2003). Contaminación de los Suelos tras el Vertido Tóxico de Aznalcóllar. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Alloway B.J. (1990). Heavy Metals in Soils. Academic Press.
- Azcue J.M. (1999). Environmental Impacts of Mining Activities. Springer.
- Barettino D. et al. (2005). Acidificación de Suelos y Aguas: Problemas y Soluciones. IGME, Serie Medio Ambiente, 7
- Caruccio, F.T., and Ferm, J.C., 1974, Paleoenvironment - predictor of acid mine drainage problems. Proceedings of the 5th Coal Mine Drainage Research Symposium, National Coal Association (USA), Kentucky. pp 5 - 9.
- Dixon J.B. y Schulze D.G. (2002). Soil Mineralogy with Environmental Applications. Soil Science Society of America. Book Series, 7.
- Hedin, R.S., Nairn, R.W., and Kleinmann, R.L.P., 1994, Passive treatment of polluted coal mine drainage. Bureau of Mines Information Circular 9389. United States Department of Interior, Washington DC. 35pp.
- Mulligan C.N. & Yong R.N. (2003). Natural Attenuation of Contaminants in Soils. CRC Press.
- Singer P.C. and Stumm W., 1970, Acid mine drainage: the rate limiting step. Science, 167, pp. 1121 - 1123.
- Singh, R.N., and Atkins, A.S., 1983. Design considerations for mine workings under accumulations of water. International Journal of Mine Water, 4: 35 - 56.
- Younger, P.L., 1993, Possible Environmental Impact of the Closure of Two Collieries in County Durham. Journal of the Institution of Water and Environmental Management, 7, pp 521 - 531.
- Younger, P.L., and Robins, N.S., (eds), 2002, Mine Water Hydrogeology and Geochemistry. Geological Society, London, Special Publications, 198. 396pp.
- Younger, P.L., Banwart, S.A., and Hedin, R.S., 2002, Mine Water: Hydrology, Pollution, Remediation. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. (ISBN 1-4020-0137-1). 464pp.

## Caracterización del Medio y Análisis de Riesgos

## Objetivos Generales

a) Conocer la metodología para caracterizar los sitios contaminados y llevar a cabo un análisis de riesgos. Conocer la

distribución de los elementos tóxicos en los diferentes medios (sólido, agua y sedimento). Conocer el proceso completo de un plan de muestreo con objeto de obtener los resultados más precisos y exactos. Obtener la habilidad necesaria para caracterizar y supervisar un proceso de monitorización y muestreo.

#### b) De carácter transversal o genérico

Obtener la capacidad de interactuar con otras disciplinas como biología, legislación, etc., con objeto de ampliar la legislación reguladora medioambiental en respuesta al interés público en cuestiones ambientales.

#### Contenidos

Introducción. Caracterización (plan de muestreo, tipos de muestreos y metodologías; evaluación de datos de laboratorio; control de calidad; validación de datos e interpretación). Residuos sólidos; ¿Qué son? Origen de los residuos sólidos: fuentes, calidad y cantidad. Evaluación de la contaminación de residuos sólidos. Residuos agrícolas. Residuos agroquímicos: transporte en zonas saturadas y no saturadas. Aguas residuales. Materiales dragados. Residuos de combustión del carbón. Control de calidad en la caracterización de residuos. Selección de técnicas de remediación de residuos peligrosos. Política de gestión de residuos sólidos. Análisis de riesgo de elementos tóxicos no cancerígenos. Tasación epidemiológica y riesgo de cáncer. Pesticidas y sanidad humana. Prioridad medioambiental en base al riesgo. Reducción de riesgos en energía nuclear. Gestión sostenible de desastres naturales en ciudades desarrolladas.

#### Metodología de enseñanza - aprendizaje

Clases magistrales para introducir los aspectos esenciales. Clases prácticas de laboratorio y de campo, por grupos. Trabajo con ordenador y utilización de software específico. Trabajo en grupo. Búsqueda de información y realización de síntesis. Seminarios con exposición y discusión en grupo.

Utilización de la plataforma de enseñanza virtual como apoyo a la docencia presencial.

Para el desarrollo de la enseñanza se aplica el concepto de crédito ECTS, dedicando 8 h/crédito a enseñanza presencial, 2 h/crédito a trabajos dirigidos y 15 h/crédito a trabajo personal del alumno.

#### Evaluación

Evaluación continua en clases teóricas y prácticas. Evaluación de los ejercicios individuales y en grupo.

## Referencias

- Harrison R.M., 1996. Pollution. Causes, effects and control. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK. Pp. 480.
- Kabata-Pendias A., 2001. Trace elements in soils and plants. CRC Press, Boca Raton, USA. Pp 413.
- Molak V. (ed), 1997. Fundamentals of risk analysis and risk management. Lewis Publishers, Boca Raton, pp. 479.
- Newman M.C. and Strojan C. L., 1998. Risk assessment. Logic and measurement. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan, USA. Pp. 352.
- Sellers K., 1999. Fundamentals of hazardous waste site remediation. Lewis Publishers, Boca raton, USA. P. 326.
- Site Characterization. Sampling and analysis. Van Nostrand Reinhold, New York. Pp316.
- Skinner H. C. W. and berger A. R., 2003. Geology and health. Closing the gap. Oxford University Press, Oxford. Pp. 179.
- Twardowska I. (Ed), 2004. Solid waste: assessment, monitoring and remediation. Elsevier, Amsterdam, pp. 1121.

## Gestión de Residuos y Minería Sostenible

### Objetivos Generales

a) Conocer las diferentes características, tanto físicas como geoquímicas de las principales fuentes de contaminación en la actividad minera (botaderos de desmonte, depósitos de relaves, cortas y minas subterráneas). Conocer los diferentes procesos de tratamiento para recuperación de metales con valor económico y los residuos que genera. Adquirir los conocimientos necesarios para efectuar un estudio mineralógico-geoquímico del material de desecho, ya que esta es la base para la elección del tipo de remediación. Valorar la interacción de la minería con su entorno natural y social.

b) De carácter transversal o genérico

Obtener la capacidad para llevar a cabo un estudio de impacto ambiental de una futura operación. Desarrollar un estudio de cierre de minas. Optimizar la sostenibilidad de una operación minera.

### Contenidos

Introducción. Geología ambiental de yacimientos. Procesos metalúrgicos (Hidro-, piro-, y biometalurgia). Caracterización de los diferentes tipos de desechos mineros (botaderos, embalses de colas, pilas de lixiviación, lagos de cortas) en mineralogía, tipo de flujo e hidrología. Conceptos básicos de la minería y (bio)geoquímica de desechos mineros. Geomicrobiología y su rol en la minería. Muestreo y técnicas analíticas adaptadas para desechos mineros. Ciclo de elementos en desechos mineros, gestión de aguas mineras. Formación del drenaje ácido de minas. Desarrollo de estrategias para tratamiento y remediación de espacios naturales degradados por la minería metálica. Estrategias para una minería sostenible (prevención).

## Metodología de enseñanza - aprendizaje

Clases magistrales para introducir los aspectos esenciales. Clases prácticas de laboratorio y de campo, por grupos. Trabajo con ordenador y utilización de software específico. Trabajo en grupo. Búsqueda de información y realización de síntesis. Seminarios con exposición y discusión en grupo.

Utilización de la plataforma de enseñanza virtual como apoyo a la docencia presencial.

Para el desarrollo de la enseñanza se aplica el concepto de crédito ECTS, dedicando 8 h/crédito a enseñanza presencial, 2 h/crédito a trabajos dirigidos y 15 h/crédito a trabajo personal del alumno.

## Evaluación

Evaluación continua en clases teóricas y prácticas. Evaluación de los ejercicios individuales y en grupo.

## Referencias

Blanchette, M.C., (eds.), 1995, Proceedings of Sudbury 95 - Mining and the Environment. May 28 - June 1, 1995, Sudbury, Ontario, Canada , 3 volumes, CANMET, Ottawa.

Dold, B. (1999). Mineralogical and geochemical changes of copper flotation tailings in relation to their original composition and climatic settings. Implications for acid mine drainage and element mobility. *Terre and Environment*, vol. 18, Geneva, 230 pp.

Dold, B. (2003). Speciation of the most soluble phases in a sequential extraction procedure adapted for geochemical studies of copper sulphide mine waste. *Journal of Geochemical Exploration*, 80, 55-68.

EPA (Environmental Protection Agency). 1990. Strawman II. Recommendations for a regulatory program for mining waste under Subtitle D of the Resource Conservation and Recovery Act. EPA, Office of Solid Waste, 21 May.

Housman, V.E. 1990. EPA's tailored regulations under the Resource Conservation and Recovery Act for the management of mining wastes. US Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA.

Kimball, D.; Moellenberg, D. 1990. An industry view of the regulation of mining wastes and other solid wastes under Subtitle D of the Resource Conservation and Recovery Act. Paper presented at the SME Annual Meeting, 26 Feb-1 Mar, Salt Lake City, UT.

Lawrence, R.W., Poling, C.W. Ritcey, G.M. and Marchant, P.B. (1989). Assessment of predictive methods for the determination of AMD potential in mine tailings and waste rock, tailings and effluents management. Pergamon Press, New York, Halifax, 317-331.

Stumm, W. and Morgan, J.J. (1996). Aquatic chemistry. Wiley, New York, 1022 pp.

## Paleovulcanología

### Objetivos Generales

El programa que se propone está centrado en una revisión de los rasgos generales de las rocas volcánicas tal como aparecen relacionadas en espacio y tiempo con los yacimientos minerales de interés económico, es decir, con edificios volcánicos desmantelados y rocas con un grado variable, pero comúnmente significativo, de alteración química y deformación. De hecho, la necesidad de una formación en paleovulcanología como algo diferente de la vulcanología en rocas actuales ha sido y es la clave del éxito de cursos semejantes en otras universidades de fuera del país, no sólo en el marco de un programa de doctorado, sino como postgrado, dirigido también a profesionales de la prospección de yacimientos minerales.

Por otra parte, en la Faja Pirítica del SW ibérico, área donde en la actualidad desarrollan su investigación los profesores de este curso, se dispone ya de ejemplos bien estudiados a todas las escalas para la realización de un curso como el que se propone, a un nivel científico y didáctico de la mayor calidad.

A diferencia de otros programas similares en que el curso se focaliza sólo en aspectos de vulcanología física, el objetivo que proponemos, con dedicación similar en tiempo, abarca tanto la vulcanología física como la petrografía y geoquímica de rocas volcánicas alteradas.

El curso se propone que los alumnos adquieran los siguientes objetivos:

- a) Distinguir con detalle las características de rocas volcánicas coherentes y fragmentarias antiguas de diversos tipos, tanto en el campo como al microscopio.
- b) Realizar e interpretar detalladamente secuencias volcánicas y representarlas gráficamente.
- c) Distinguir los rasgos primarios relictos en rocas volcánicas alteradas e interpretarlas en términos petrológicos y tectónicos.
- d) Caracterizar las alteraciones de las rocas volcánicas en términos mineralógicos, petrográficos y geoquímicos.

### Contenidos

1. Conceptos y métodos básicos. Clasificación mineralógica y geoquímica de las rocas volcánicas (revisión). Distinciones básicas: Rocas volcánicas coherentes y vulcanoclásticas; rocas vulcanoclásticas sin- y post-eruptivas; rocas

primarias y retrabajadas.

2. Trabajos de campo en secuencias volcánicas, (en dos jornadas de prácticas de campo). Cómo describir y representar secuencias vulcanoclásticas y coherentes de diversos tipos (1): el caso del Río Odiel, el caso de la Rivera del Jarama.

3. La descripción de las rocas volcánicas alteradas. Nomenclatura de las alteraciones. Asociaciones minerales características. Relictos ígneos en rocas alteradas. Interpretación geoquímica de las rocas alteradas: geoquímica magmática y postmagmática.

4. Trabajo petrográfico y geoquímico en laboratorio con rocas alteradas seleccionadas: descripción precisa de las rocas alteradas. Uso de herramientas geoquímicas para evaluación de la evolución magmática y postmagmática de rocas volcánicas.

## Metodología

Se utilizan exposiciones teóricas magistrales para introducir los conceptos y cuerpo de doctrina, trabajando a continuación con el alumno es aspectos prácticos de campo y de laboratorio, por medio de grupos de trabajo y tutorías personales. Los alumnos deberán realizar un trabajo individual o en grupo, basado en las observaciones realizadas, bien sobre el terreno o en laboratorio, que posteriormente serán expuestas y discutidas en grupo.

Se perseguirá la participación activa de los alumnos, que será estimulada por los profesores mediante el diálogo continuo en las clases teóricas, la asignación de trabajos prácticos sobre casos reales y la entrega del material didáctico teórico con suficiente anterioridad a la impartición de la docencia.

Utilización de la plataforma de enseñanza virtual como apoyo a la docencia presencial.

Para el desarrollo de la enseñanza se aplica el concepto de crédito ECTS, dedicando 8 h/crédito a enseñanza presencial, 2 h/crédito a trabajos dirigidos y 15 h/crédito a trabajo personal del alumno.

## Evaluación

Evaluación continua basada en el seguimiento del alumno durante las clases prácticas y teóricas, así como en la corrección de los trabajos realizados.

## Referencias

- Cas, R.A.E. y Wright, J.V. (1987) Volcanic successions -modern and ancient- a geological approach to processes, products and successions. Unwin Hyman Inc., Oxford, UK, 528 pp.
- Fisher, J.V. y Schmincke, H.-U. (1984) Pyroclastic rocks.
- Gifkins, C., Herrmann, W. y Large, R. (2005) Altered volcanic rocks. Hobart, Australia, CODES, University of Tasmania, 275 pp.
- McPhie, J., Doyle, M.G. y Allen, R.L. (1993) Volcanic Textures - A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks. Hobart, Australia, CODES, University of Tasmania, 197pp.
- Skilling, I., White, J.D.L. y McPhie, J., eds. (2002) PEPERITE: Processes and products of magma-sediment mingling. Elsevier, Amsterdam, 255pp.

## Físico-Química de Aerosoles Atmosféricos

### Objetivos Generales

En este curso se tratarán los aspectos más relevantes sobre la físico-química del material particulado atmosférico, y en especial sobre el impacto que producen durante la explotación de Yacimientos Minerales. Se introducirá al alumno en las diferentes técnicas de muestreo, estudio y análisis del mpa. También se mostrará la naturaleza, procesos y orígenes del mpa y su relación con otros contaminantes gaseosos.

Los objetivos de específicos de este curso son:

Introducir al alumno en las diferentes técnicas de muestreo, estudio y análisis de aerosoles atmosféricos. Conocer la naturaleza, procesos y orígenes de los contaminantes gaseosos y material particulado atmosférico. Conocer los métodos de medida y control tanto de emisiones como de inmisión de contaminantes.

### Contenidos

1. Introducción. Definición e interés de los aerosoles atmosféricos. Fuentes antropogénicas y naturales. Tiempo de residencia.
2. Métodos de estudios.
3. Física del aerosol atmosférico. Distribución de tamaños. Procesos de nucleación, coagulación y crecimiento.

4. Modelos de transporte y dispersión.
5. Composición Química. Elementos y compuestos mayoritarios y traza. Compuestos Orgánicos.
6. Métodos de medida y control de emisión e inmisión de contaminantes. Métodos de medida de gases y aerosoles. Estrategias generales de control de la contaminación atmosférica.

## Metodología

Los temas teóricos serán impartidos mediante lección magistral, mediante pizarra y video proyección. Se elaborará un cuaderno de apuntes que el alumno dispondrá antes de impartir los temas. Las clases se desarrollan de manera interactiva con los alumnos, discutiendo con ellos los aspectos que resultan más dificultosos o especialmente interesantes de cada tema.

En las clases prácticas de problemas se resuelven problemas tipo, resaltando la comprensión del mecanismo de resolución y la relación de los problemas con aplicaciones prácticas.

En las clases prácticas de laboratorio, se pretende que los alumnos conozcan y manipulen la instrumentación de medida de gases y partículas.

Las actividades académicas dirigidas consistirán en la realización de trabajos monográficos tutorizados individualmente a cada alumno por parte del profesor con objeto de reforzar y asimilar los contenidos de la asignatura.

Se realizará una visita a una cabina de control de la calidad del aire así como a una explotación de cenizas de piritas donde se está realizando un seguimiento de las emisiones de partículas y los laboratorios de control de la calidad del aire de EGMASA en Sevilla.

Para el desarrollo de la enseñanza se aplica el concepto de crédito ECTS, dedicando 8 h/crédito a enseñanza presencial, 2 h/crédito a trabajos dirigidos y 15 h/crédito a trabajo personal del alumno.

## Evaluación

Evaluación continua de las clases teóricas y prácticas. Calificación obtenida en la realización y/o exposición de trabajos o actividades académicas dirigidas (bibliográficos, documentales) realizadas individualmente o en equipo. Se tendrá en cuenta de forma especial la capacidad de síntesis, las habilidades y destrezas genéricas indicadas en la descripción de los objetivos de la asignatura.

## Referencias

American Meteorological Society (2000) Glossary of Meteorology. 2nd Edition, 855 pp.

Andrews JE, et al. (1995). Introduction to Environmental Chemistry. Blackwell Science.

De Nevers N (1997) Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. McGraw Hill 546 pp.

Finlayson-Pitts BJ, Pitts JN (1999) Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere : Theory, Experiments, and Applications. Academic Press. 969 pp.

Hinds WC (1999) Aerosol Technology: properties behavior and measurement of airborne particles. 2nd Edition. Wiley-Interscience 483 pp.

Hobbs PV (2000) Introduction to Atmospheric Chemistry. Cambridge. 262 pp.

Hobbs PV (2000) Basic Physical Chemistry for the Atmospheric Sciences. Cambridge 2nd edition. 209 pp.

Jacobsen MZ (2002) Atmospheric Pollution. Cambridge 399 pp.