

**Documento de trabajo sobre los  
estudios españoles de geología en el  
espacio europeo de enseñanza  
superior**

**Mayo-2003**

## **Índice**

1. Antecedentes
2. Documento final del grupo de geología del proyecto europeo Tuning Educational structures in Europe
3. Propuesta de esquema general de estructura de los estudios
4. Propuesta de contenidos básicos y destrezas a adquirir para la obtención del grado de Licenciado en Geología (1er grado)
5. El máster

## 1. Antecedentes

En mayo de 2001 la Comisión Europea puso en marcha el programa piloto *Tuning educational structures in Europe* para facilitar e impulsar la construcción del espacio europeo de enseñanza superior previsto en los acuerdos de Bolonia y Praga. El proyecto finalizó el 31 de mayo de 2002. Entre sus objetivos figuraban:

- El diseño de los contenidos básicos de cada titulación (core curriculum) y su perfil profesional
- El incremento de la transparencia mediante las herramientas del proceso de Bolonia y la presentación de ejemplos de "buena práctica"
- El análisis y la asignación de créditos europeos (ECTS).
- El desarrollo de métodos para el análisis de los elementos comunes y de los diferenciadores en los currícula de las titulaciones del proyecto.

Las titulaciones seleccionadas y las universidades españolas que participaron en cada una de ellas fueron:

Administración de Empresas (Universidad de Salamanca)

**Geología (Universidad de Barcelona)**

Historia (Universidad de Valencia)

Matemáticas (Universidad Autónoma de Madrid, Universidad de Cantabria)

Ciencias de la Educación (Universidad de Deusto).

En el capítulo 2 de este documento se encuentran las conclusiones de la red de geología.

El presente documento es el resultado del consenso entre **todos** los centros españoles donde se imparte la licenciatura de Geología. Ha sido elaborado por la Conferencia de Decanos de Geología formada por:

Eumenio Ancochea Soto, Decano de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid

Daniel Arias Prieto, Decano de la Facultad de Geología de la Universidad de Oviedo,

Esmeralda Caus Gracia, Directora del Dto. de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universitat Autònoma de Barcelona,

Angel Corrochano Sánchez, Director del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca

Alfonso Meléndez Hevia, Director del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza

Salvador Morales Ruano, Coordinador de la licenciatura de Geología, Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada

Victoriano Pujalte Navarro, Coordinador de la licenciatura de Geología, Facultad de Ciencias de la Universidad del País Vasco,

Francisco M. Alonso Chávez Vicedecano de Geología (Facultad de Ciencias Experimentales) de la Universidad de Huelva.

Pere Santanach Prat, Decano de la Facultad de Geología de la Universitat de Barcelona.

Al iniciarse el proyecto *Tuning* P. Santanach (decano de la Universidad de Barcelona) informó a los representantes de los centros relacionados de dicho proyecto y sus objetivos, y los mantuvo informados a lo largo del desarrollo del mismo. Al finalizar el proyecto, la Conferencia de Decanos acordó, en su reunión de Barcelona de 22 de noviembre de 2002, elaborar este documento con los objetivos siguientes:

Partiendo del documento elaborado por *Tuning-Geología* (capítulo2), y teniendo en cuenta la situación de los estudios de Geología en España, proponer un esquema general de la estructura de los estudios de Geología para nuestro país que encaje en el espacio europeo de educación superior y proponer también unos contenidos básicos y destrezas a adquirir para la obtención del grado de Licenciado en Geología. También se sugieren ejemplos de posibles másters.

El documento se ha elaborado en diversas reuniones del plenario de la coordinadora previa elaboración de borradores por comisiones reducidas, los cuales fueron discutidos en los diferentes centros. Agradecemos las aportaciones de diversos colegas de distintas universidades.

## **2. Documento final del grupo de Geología del proyecto europeo *Tuning Educational structures in Europe*<sup>1</sup>**

### **Miembros del grupo de Geología de *Tuning***

Paul D. Ryan (coordinador), National University of Ireland  
Wolfram Richter, Universität Wien  
Alain Dassargues/ Annick Anceau, Université de Liège  
Niels Tvis Knudsen, Aarhus Universitet  
Seppo Gehör, University Oulu  
Jean-Louis Mansy, Université des Sciences et Technologies de Lille  
Reinhard Greiling, Universität Heidelberg  
Francesco Dramis, Università degli Studi Roma Tre  
W. Roeleveld, Vrije Universiteit Amsterdam  
Bjorg Stabell, Oniversity of Oslo  
Rui Manuel Soares Dias, Universidade de Évora  
Pere Santanach, Universitat de Barcelona  
Geoffrey Boulton, University of Edinburgh  
Robert Kinghorn, Imperial College of Science, Technology and Medicine, London

### **Texto en inglés:**

#### **Geology**

##### **1. Introduction**

This document, which has been compiled by the Geology Subject Area Group of the "Tuning Higher Educational Structures in Europe", describes the general characteristics of a "European core curriculum" in Earth Sciences or Geology (in future referred to as Earth Sciences for simplicity)<sup>2</sup>. Within Europe different types of higher education institutions offer programmes of studies that mutually differ in their general approach to teaching and learning and in the level they demand from students. It should be noted that the present document refers only to universities and that the considerations and recommendations presented below do not apply to other type of institutions. Our principal concern at this stage is with single first cycle (bachelor) programmes over three to four years, leading to an award in Earth Sciences, respectively Geology or related subject, but our recommendations often relate more broadly. The present statement should be seen as a starting point: departments and subject groups within the

---

<sup>1</sup> de TUNING- Tuning Educational Structures in Europe. Closing Conference, Brussels, 31 May 2002, 65-71

<sup>2</sup> This paper is based amongst others on the UK QAA benchmark documents for History and for Earth and Environmental Sciences .

European higher education space will have the chance to demonstrate how benchmarking standards can be built on by the provision of additional or perhaps alternative opportunities.

The only possible aim to agree on a "European core curriculum" in Earth Sciences should be to facilitate an automatic recognition of degrees in Earth Sciences in Europe in order to help mobility. Earth Science education is characterized much more by its approach, which concentrates on using selected knowledge in order to develop certain skills and qualities of mind, than by specific content. Indeed, degree programmes in Earth Sciences apart from serving the purpose of educating future earth scientists, also provide valuable general education, providing young people with a variety of transferable theoretical and practical skills: from problem solving and decision making in the light of uncertainty to operating in a variety of cultural environments and to the application of modern technology etc. etc. Therefore, although the importance of solid geoscientific knowledge is self-evident, a core curriculum in Earth Sciences cannot and should not be described in terms of a narrowly defined specific body of required knowledge, even if it is possible to indicate some subject matter that will, to some extent, form part of most programmes of study.

By its nature the present paper does not provide a basis for judgements to be made about a particular student's learning achievement, or about academic standards and performance of individual departments or subject groups in individual countries. The latter cannot be but the responsibility of academic reviewers appointed by the Universities or other national bodies. Finally, the "core curriculum" outlined below cannot be used as a tool for automatic transfer between universities. Such transfer will always require consideration by case, since different programmes can get students to adequate levels in different but coherent ways, but an inappropriate mixing of programmes may not.

### *Guiding assumptions*

1.2.1. Earth Science differs from many subjects in that we much less recognise a specific body of required knowledge or a core with surrounding options. We take it as self-evident that knowledge and understanding of the earth and its systems are of incalculable value both to the individual and to society at large, and that the first object of education in Earth Science is to enable this to be acquired. We accept variation in how the vast body of knowledge which constitutes the subject is tackled at undergraduate degree level. This is related to an approach which concentrates on using selected knowledge in order to develop certain skills and qualities of mind and which also seeks to respond to students interests.

1.2.2. Earth Sciences as a discipline, distinguishing it from other sciences, focuses on the understanding of Earth systems in order to learn from the past, understand the present and predict and influence the future. Earth Sciences provide a distinctive education by providing a multi-disciplinary and inter-disciplinary and, although reductionist methodology is involved, mostly holistic approach, comprehensive field training, and a range of spatial and temporal values and by encouraging graduates to use their powers of observation, analysis and imagination to make decisions in the light of uncertainty.

1.2.3. We recognise that the concepts, theories and methodologies of other sciences are themselves used by many earth scientists and applied to the Earth system. We, therefore, accept that training in relevant aspects of such basis disciplines will normally constitute a part of an Earth Sciences degree. We also recognise that especially with a view of application it might be appropriate to include relevant elements of humanities, economics and social sciences in degree programmes in Earth Sciences.

1.2.4. Important abilities and qualities of mind are acquired through the study of Earth Sciences. They are particularly valuable for the graduate as citizen and are readily transferable to many occupations and careers. Some of these qualities and abilities such as the ability to communicate ideas and information and to provide solutions to problems are generic, in that most degree programmes, notably in the other Sciences, impart them. But degree-level study in Earth Sciences also develops ways of thinking which are intrinsic to the discipline while being no less transferable. These include i) a four-dimensional view -the awareness and understanding of the temporal and spatial dimensions in earth process - ii) the ability to integrate field and laboratory evidence with theory following the sequence from observation to recognition, synthesis and modelling, iii) a greater awareness of the environmental processes unfolding in our own time, and iv) a deeper understanding of the need to both exploit and conserve earth resources. These qualities of mind and abilities are most effectively and economically developed by deep and prolonged immersion in, and engagement with, the practice, methods and material of the subject itself. The cumulative acquisition of, and ability to apply transferable skills, and the development of students as competent earth scientists thus necessarily proceed hand-in-hand. The link between the two lies ultimately in the habits of mind or intellectual approach developed by students who have been trained as capable earth scientists. These will continue to inspire the application of their minds to other matters later in life.

## **2. Programmes, knowledge and skills**

### 2.1 Introduction

2.1.1. The core curriculum of an Earth Sciences degree programme should be directed towards the development of an understanding of the key concepts, a sound background in the subject specific knowledge, and the development of transferable skills. In practice programmes will take the form of different thrusts, in relation to specific fields of application.

2.1.2. Earth Science is an essentially empirical science, in which the ability for prediction is based on the explanation that follows recognition. It covers a broad field, ranging from the scientific study of the physical characteristics of the Earth to that of the human influence on its environmental systems. Nevertheless an Earth Sciences degree programme should share the following important features:

- # most tuition has an holistic, multi-disciplinary and inter-disciplinary approach
- # the integration of field studies, experimental and theoretical investigations is the basis for much of the learning experience in Earth Sciences, but may be less significant in, but not absent from, courses in geophysics and geochemistry.
- # quantitative and qualitative approaches to acquiring and interpreting data, with strong dominance of the quantitative approach in geophysics and geochemistry

# examination of the exploration for, and exploitation of resources in the context of sustainability.

2.1.3. Earth Sciences is so broad that as far as subject matter is concerned a large variation in degree programmes exists in European practice: some programmes encompass Earth Sciences in the broadest sense, while others are concerned with geology in a strict sense or with more specialist subjects.

## 2.2. Degree programmes broadly concerned with Earth Sciences

2.2.1. Degree programmes in Earth sciences typically involve:

# a systems approach to understanding the present and past interactions between the processes operating in the Earth's core, mantle, crust, cryosphere, hydrosphere, atmosphere, pedosphere and biosphere, and the perturbations of these systems by extra-terrestrial influences and by man

# the scientific study of

- the physical, chemical and biological processes operating on and within the Earth
- the structure and composition of the Earth and other planets
- the history of the Earth and its spheres over geological time scales
- the use of the present to understand the past and the past to understand the present

2.2.2. Typical programme elements might include:

- geophysics, geochemistry, geomathematics, geoinformatics and geostatistics
- mineralogy, petrology, palaeontology, sedimentology, stratigraphy, structural geology and tectonics, general geology
- geomorphology, Quaternary studies, soil science, palynology and archaeological science
- palaeobiology, palaeoclimatology, palaeoecology and palaeo-oceanography
- hydrology and hydrogeology, environmental geoscience, meteorology, climatology, glaciology and oceanography
- geological, geomorphological and soil mapping, remote sensing applications
- volcanology, ore geology, petroleum geology, geomaterials, geotechnics, and economic geology

Depending on the positioning of institutions within the broad field of Earth Sciences degree programmes will normally include some, but not all, of these elements.

2.2.2a. An Earth Sciences degree programme requires underpinning knowledge especially in the fields of Chemistry, Physics, Biology, Mathematics and Information Technology, some of which may properly constitute part of the Earth Sciences curriculum.

2.2.2b. Material relevant to the applications of Earth Sciences are elements of Law and Economics, Town and Country Planning, Human Geography, Politics and Sociology, and Management, Business and Safety studies.

2.2.3. Applications of the subject areas might include developing exploration and exploitation strategies for resource industries (e.g. hydrocarbons, minerals, water, bulk materials, industrial minerals), site investigations for civil engineering projects including waste disposal and land restoration, and understanding and developing mitigation measures for geohazards such as floods, earthquakes, volcanic eruptions and



landslides, environmental assessment, impact monitoring, modelling and prediction which provide a framework for decisions concerning environmental management (e.g. the management of surface and ground water, human, agricultural and industrial waste, natural and semi-natural habitats).

2.2.4. The subject area overlaps with others such as environmental sciences, social science-based environmental studies, biology, chemistry, physics, mathematics, civil engineering, geography and archaeology. Earth Science is defined by many to include engineering geology, mining engineering, petroleum engineering and physical geography, while some would also include oceanography and meteorology.

2.2.5. The subject area promotes an awareness of the dual context of the subject in society, namely that of providing knowledge and understanding for both the exploitation and the conservation of the Earth's resources.

### 2.3. Subject knowledge

Each undergraduate Cycle I degree will have its own characteristics with a detailed rationale for the content, nature and organisation as outlined in the relevant programme specification. While it is recognised that degree courses will vary considerably in the depth and specificity to which they treat subjects, it is expected that all graduates should be acquainted to some degree and depending on subject matter choice with:

- # modern earth processes, including the understanding of the cycling of matter and the flows of energy into, between and within the solid Earth, hydrosphere, atmosphere, pedosphere and biosphere
- # the principles of stratigraphy and the concept of Uniformitarianism
- # plate tectonics as a unifying concept
- # some palaeontology
- # some mineralogy, petrology and geochemistry
- # some tectonics and geophysics
- # relevant terminology, nomenclature, classification and practical knowledge
- # relevant chemistry, physics, biology and mathematics

### 2.4. Graduate key skills

2.4.1 The term 'Graduate' Key Skills is employed here to imply that the skills work is being undertaken and eventually passed in an higher education context and the student is following a coherent, structured progression of learning. It is noted that 'skills' is defined in a broad sense and that the skills listed below often have a high cognitive content consistent with the expectations of undergraduate programmes.

2.4.2 The Graduate Key Skills that should be developed in an Earth Sciences degree programme is subdivided into the following headings:

- # Intellectual Skills
- # Practical Skills
- # Communication Skills
- # Numeracy and Information and Communications Technology (ICT) Skills:
- # Interpersonal/Teamwork Skills
- # Self-Management and Professional Development Skills.

2.4.3. Whereas these skills will normally be developed in a subject-specific context, they have wider applications for continuing personal development of students and in the world of work.

#### 2.4.4. *Intellectual skills*

- + recognising and using subject-specific theories, paradigms, concepts and principles
- + understanding the quality of discipline related research
- + analysing, synthesising and summarising information critically, including prior research
- + collecting and integrating several lines of evidence to formulate and test hypotheses
- + applying knowledge and understanding to address familiar and unfamiliar problems
- + recognising the moral and ethical issues of investigations and appreciating the need for intellectual integrity and for professional codes of conduct.

#### 2.4.5 *Practical skills*

- + planning, organising and conducting, and reporting on investigations, including the use of secondary data
- + collecting, recording and analysing data using appropriate techniques in the field and laboratory
- + undertaking field and laboratory investigations in a responsible and safe manner, paying due attention to risk assessment, rights of access, relevant health and safety regulations, and sensitivity to the impact of investigations on the environment and stakeholders
- + referencing work in an appropriate manner.

#### 2.4.6. *Communication skills*

- + receiving and responding to a variety of information sources (e.g. textual, numerical, verbal, graphical)
- + communicating appropriately to a variety of audiences in written, verbal and graphical forms.

#### 2.4.7. *Numeracy and ICT skills*

- + appreciating issues of sample selection, accuracy, precision and uncertainty during collection, recording and analysis of data in the field and laboratory
- + preparing, processing, interpreting and presenting data, using appropriate qualitative and quantitative techniques and packages
- + solving numerical problems using computer and non-computer based techniques
- + using the Internet critically as a means of communication and a source of information.

#### 2.4.8. *Interpersonal/teamwork skills*

- + identifying individual and collective goals and responsibilities and performing in a manner appropriate to these roles
- + recognising and respecting the views and opinions of other team members '
- + evaluating performance as an individual and a team member.

#### 2.4.9. *Self management and professional development skills*

- + developing the skills necessary for self-managed and lifelong learning (e.g. self-discipline, self-direction, working independently, time management and organisation skills)
- + identifying and working towards targets for personal, academic and career development
- + developing an adaptable and flexible approach to study and work.

### **3. Learning, teaching and assessment**

3.1. The Group considers that it is inappropriate to be prescriptive about which learning, teaching or assessment methods should be used by a particular programme. This is because Earth Sciences programmes may (e.g. based on the requirements of different subdisciplines) be differently oriented within Europe and within individual European countries and are embedded in diverse educational cultures. Different institutions, moreover, have access to different combinations of teaching resources and the variable modes of study include a range of patterns of study in addition to the traditional full time degree course. However, staff involved in course delivery should be able to justify their choices of learning, teaching and assessment methods in terms of the learning outcomes of their courses. These methods should be made explicit to students taking the courses concerned.

3.2. Learning, teaching and assessment should be interlinked as part of the curriculum design process and should be appropriately chosen to develop the knowledge and skills identified in section 2 and in the programme specification for the student's degree programme. Research and scholarship inspire curriculum design of all Earth Science programmes. Research-led programmes may develop specific subject-based knowledge and skills.

3.3. The Group believes that it is impossible for students to develop a satisfactory understanding of Earth Sciences without a significant exposure to field based learning and teaching, and the related assessment. We consider this learning through experience as an especially valuable aspect of Earth Science education. We define 'field work' as observation of the real world using all available methods. Much of the advancement in knowledge and understanding in our subject areas is founded on accurate observation and recording in the field. Developing field- related practical and research skills is, therefore, essential for students wishing to pursue careers in Earth Sciences. Additionally field-based studies allow students to develop and enhance many of the Graduate Key Skills (e.g. teamworking, problem-solving, self-management, interpersonal relationships) that are of value to all employers and to life-long learning.

3.4. Existing Earth Sciences programmes have developed and used a very diverse range of learning, teaching and assessment methods to enhance student learning opportunities. These methods should be regularly evaluated in response to generic and discipline-specific national and international developments and incorporated where appropriate by curriculum developers.

#### 4. Performance levels

In this section levels of performance are expressed as statements of learning outcomes. It is recognised, however, that not all learning outcomes can be objectively assessed. Whilst it is relatively easy to examine knowledge of the curriculum it is less easy to assess the ability to carry concepts across different strands of the discipline and extremely difficult to accurately measure the improvement in a student's cognitive skills. However, it is important to emphasise that levels of performance can only be established in terms of the shared values of the academic community as moderated internally and externally by academic quality procedures. In this respect and in order to facilitate mobility and the professional recognition of grades within Europe, the Group considers it necessary to develop a scheme that should enable comparison of the significance of grades (not the standardization) in individual European countries. It is felt that in general three levels of performance should be recognized:

- # *Threshold* is the minimum performance required to gain a Cycle 1 degree
- # *Typical* is the performance expected of students
- # *Excellent* is the performance expected of the top 10% of students.

### 3. Propuesta de esquema general de estructura de los estudios

#### El primer nivel en Geología Licenciatura en Geología

El primer nivel en Geología debe posibilitar el acceso directo al mercado laboral en puestos con un nivel alto de responsabilidad. Las administraciones públicas deben aceptar que el Primer Nivel en Geología dé acceso al grupo A en la función pública. Para ello, de acuerdo con la tradición española, este grado debería denominarse "**Licenciado en Geología**".

El título de Licenciado en Geología debe cualificar para el ejercicio de la profesión de Geólogo en todas aquellas actividades profesionales que guarden relación con la Geología y las Ciencias de la Tierra y en su desarrollo científico, técnico y docente. Entre estas actividades cabe mencionar las que especifica en sus Estatutos el Colegio Oficial de Geólogos (Real Decreto 1378/2001 de 7 de dic., BOE, 19.12.2001):

- + Estudio, identificación y clasificación de los materiales y procesos geológicos, así como de los resultados de estos procesos.
- + Estudio, identificación y clasificación de los restos fósiles, incluyendo las señales de actividad orgánica.
- + Investigación, desarrollo y control de calidad de los procesos geológicos aplicados a la industria, construcción, minería, agricultura, medio ambiente y servicios.
- + Estudios y análisis geológicos, geoquímicos, petrográficos, mineralógicos espectrográficos y demás técnicas aplicables a los materiales geológicos.
- + Elaboración de cartografías geológicas y temáticas relacionadas con las Ciencias de la Tierra.
- + Asesoramiento científico y técnico sobre temas geológicos.
- + Producción, transformación, manipulación, conservación, identificación y control de calidad de recursos geológicos y geomineros.
- + Elaboración de los informes, estudios y proyectos para la producción, transformación y control relacionados con recursos geológicos y geomineros.
- + Proyectos de exploración e investigación de recursos geomineros. Direcciones de labores.
- + Dirección y Realización de proyectos de perímetros de protección, de investigación y aprovechamiento de Aguas Minerales, Minero-Industriales, Termales y de Abastecimiento a poblaciones o complejos industriales.
- + Planificación y explotación racional de los recursos geológicos, geomineros, energéticos, medio ambientales, y de energías renovables.
- + Identificación, estudio y control de los fenómenos que afecten a la conservación del Medio Ambiente.
- + Organización y dirección de Espacios Naturales protegidos cualquiera que sea su grado de protección, Parques Geológicos y Museos de Ciencias.
- + Estudios, informes y proyectos de análisis de tratamiento de problemas de contaminación minera e industrial.
- + Estudios de Impacto Ambiental.
- + Elaboración y Dirección de Planes y Proyectos de restauración de espacios afectados por actividades extractivas.
- + Estudios y proyectos de protección y descontaminación de suelos alterados por actividades industriales, agrícolas y antrópicas.
- + Estudios y proyectos de ubicación, construcción y sellado de vertederos de residuos sólidos urbanos y depósitos de seguridad de residuos industriales y radioactivos.
- + Gestión de Planes Sectoriales de Residuos Urbanos, Industriales y Agrarios.
- + Planificación de la sensibilización Ambiental.

- + Actuaciones de Protección Ambiental.
- + Estudio, evaluación, difusión y protección del Patrimonio Geológico y Paleontológico Español.
- + Educación geológica, paleontológica y medioambiental. Geología educativa y recreativa.
- + Enseñanza de la Geología en los términos establecidos por la legislación educativa.
- + Estudios y proyectos hidrológicos e hidrogeológicos, para la investigación, prospección, captación, control, explotación y gestión de los recursos hídricos.
- + Identificación y deslinde del Dominio Público Hidráulico y del Dominio Marítimo-Terrestre.
- + Estudios oceanográficos.
- + Estudios de dinámica litoral y regeneración de playas.
- + Estudios del terreno en la Obra Civil y Edificación.
- + Elaboración de estudios, anteproyectos y proyectos de Ingeniería Geológica.
- + Control de Calidad en la Obra Civil y Edificación.
- + Dirección Técnica y supervisión de sondeos de reconocimiento, muestreo, ensayos "in situ" y ensayos de laboratorio.
- + Dirección Técnica, supervisión y seguimiento de campañas de investigación de campo para estudios previos, anteproyectos y proyectos de Obra Civil y de Edificación.
- + Estudios y Proyectos Sísmicos y de Prospección Geofísica.
- + Estudios de riesgos geológicos y naturales.
- + Dirección y redacción de Estudios Geológicos y Ambientales para Normas Subsidiarias Municipales y Planes y Directrices de Ordenación del Territorio.
- + Estudios, proyectos y cartografías edafológicas.
- + Estudios y proyectos de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica.
- + Geología planetaria.
- + Todas aquellas actividades profesionales que guarden relación con la Geología y las Ciencias de la Tierra.

En la formación del geólogo se adquieren destrezas y cualidades que son especialmente valiosas para el graduado como ciudadano y fácilmente transferibles a numerosos empleos. Algunas de ellas (comunicar ideas e información y proporcionar soluciones a problemas, por ej.) son genéricas y se adquieren en la mayoría de licenciaturas, particularmente en las científicas. Pero el estudio de la licenciatura de Geología desarrolla formas de pensar que le son intrínsecas y que no son menos transferibles. Aquí se incluyen

- la visión en cuatro dimensiones (conciencia y comprensión de los procesos terrestres en sus dimensiones espaciales y temporales)
- la capacidad de integrar evidencias de campo y laboratorio con la teoría siguiendo una secuencia que va de observación a reconocimiento, síntesis y modelización
- una mayor conciencia de los procesos medioambientales que se desarrollan en nuestro propio tiempo, y
- una comprensión más profunda de la necesidad de combinar explotación y conservación de los recursos de la Tierra.

Estas cualidades mentales y capacidades se desarrollan con la mayor economía y efectividad mediante la inmersión y el compromiso profundos y prolongados con la práctica, los métodos y el material propios de la Geología. La adquisición acumulativa de destrezas transferibles y la capacidad de aplicarlas, y el desarrollo de los estudiantes como geólogos competentes son dos procesos que van de la mano.

La Geología, es una ciencia esencialmente empírica, en la que la capacidad para la predicción se basa en la explicación subsiguiente al reconocimiento. Cubre un campo amplio que abarca desde el estudio científico de las características físicas de la Tierra hasta el de la influencia del hombre en sus sistemas medioambientales. Aunque exista una gran variedad de programas de aprendizaje debido a la amplitud del campo abarcado, cualquier programa de licenciatura en Geología debe reunir las características siguientes:

- El aprendizaje debe seguir un método **holístico, multi e interdisciplinar**.

- La mayor parte del aprendizaje ha de basarse en la **integración de estudios de campo** e investigaciones **teóricas y experimentales**.
- Métodos **cuantitativos** y **cualitativos** para la adquisición e interpretación de datos.
- Un contexto **sostenibilidad** ha de regir la exploración y explotación de recursos.

La amplitud que cubre el campo de la Geología hará que cada programa de licenciatura tenga sus propias características con un contenido y organización coherente con su filosofía, bien especificada en el programa. Si bien en cada Universidad los distintos programas pueden variar considerablemente en el tratamiento de los distintos temas (tanto en profundidad como en especificidad) se espera que todos los licenciados conozcan en cierto grado:

- Los procesos terrestres actuales, incluyendo la comprensión del ciclo de la materia y del flujo de la energía dentro y entre la Tierra sólida, la hidrosfera, la atmósfera, y la biosfera.
- La tectónica de placas como concepto unificador.
- Los principios de la Estratigrafía y de la Paleontología.
- Los principios de la Tectónica.
- Los fundamentos de Mineralogía y Petrología.
- Los fundamentos de Geofísica y Geoquímica.
- Los métodos del trabajo de campo.
- Las bases químicas, físicas, matemáticas y biológicas de la Geología.

El documento completo y detallado con los objetivos generales, contenidos básicos y destrezas a adquirir constituye el capítulo 4 de este documento.

### **Duración y organización**

Si bien los esquemas europeos prevén primeros grados con proyección profesional de 180 o 240 créditos ECTS ( 3 ó 4 años), se considera más adecuado a la situación española, una licenciatura de cuatro años (240 créditos).

Se propone un primer curso de contenidos científicos básicos con el fin de homogeneizar los conocimientos de los estudiantes y que éstos comprendan las complejidades y particularidades de la Geología desde los inicios del aprendizaje.. Con esta finalidad se recomienda proponer una materia/ asignatura que no sólo proporcione los contenidos elementales de geología, sino que también familiarice al estudiante con el trabajo futuro que le queda por desarrollar, aprendiendo en los laboratorios y en el campo. Este curso generalista podría facilitar la transversalidad con otras licenciaturas

Los tres cursos siguientes constituirían el núcleo de la formación básica en Geología y su superación conduciría a un único título: **Licenciado en Geología**. Este título tendría un carácter generalista. La optatividad no debería superar los 30 créditos. Entre estos créditos optativos se podrían considerar las prácticas tutorizadas en empresas e instituciones. Se considera que no debería de haber créditos de libre configuración.

Puesto que la Geología cubre un campo muy amplio, son posibles una amplia variedad de programas de licenciatura con un carácter generalista, cuya eficacia depende de su filosofía y coherencia interna. Ello depende de tradiciones, a menudo función de la evolución histórica de los estudios en las distintas universidades y de su

relación con los diferentes entornos geológicos y campos de aplicación. Por lo tanto se entiende que el alto grado de obligatoriedad propuesto se refiere a cada universidad y que no debe implicar uniformidad entre los programas de las distintas universidades. Los programas deberán estar de acuerdo con los contenidos y destrezas descritos en el siguiente capítulo, los cuales deberán articularse, tanto en peso relativo como en progresión, de manera coherente.

## **El segundo nivel en Geología Máster**

El objetivo de los másters será una especialización con objetivos profesionales y/o una profundización de conocimientos como preparación a la carrera investigadora y/o académica. Se podrá acceder al máster con el título de Licenciado en Geología. A algunos másters específicos podrá accederse desde licenciaturas afines (Biología, Físicas, Química, etc.) en las condiciones que en cada caso se especifiquen. La superación del máster permitirá acceder al tercer nivel, el Doctorado.

La duración de los másters será de 90 o 120 créditos. Consistirán en la superación de una serie de cursos y culminarán con un proyecto o un trabajo de investigación. Un mínimo de 30 créditos ECTS deben dedicarse al proyecto o trabajo de investigación y un mínimo de 60 deben corresponder a cursos.

El capítulo 5 especifica objetivos y destrezas del nivel máster.

## **El tercer Grado en Geología Doctorado**

El título de Doctor se obtendrá tras la defensa y aprobación de una tesis doctoral con resultados originales de investigación. La realización de una tesis será posterior a la obtención del título de máster.



## **4. Propuesta de contenidos básicos y destrezas a adquirir para la obtención del grado de Licenciado en Geología**

Este capítulo se organiza en tres partes. En la primera se definen los resultados (*outcomes*) que deberían obtenerse después del primer curso y al final de la licenciatura. En segundo lugar se enumeran las destrezas que deben adquirirse durante los aprendizajes de la licenciatura y finalmente se describen los contenidos mínimos.

No se han asociado específicamente contenidos y destrezas, puesto que si bien la adquisición de ciertos contenidos facilita la de determinadas destrezas, la adquisición de éstas está también ligada -a menudo de manera fundamental- a las técnicas de aprendizaje, independientemente de las materias consideradas. Así pues, en la definición de los planes de estudio habrá que considerar no sólo los contenidos, sino también los métodos con los que se adquieren las destrezas.

### **Resultados (*outcomes*) esperables**

#### Después de completar el primer curso

El estudiante, como mínimo, debe:

# Haber adquirido suficientes conocimientos matemáticos, físicos y químicos, como base de un buen aprendizaje de la Geología, y que permitan su aplicación en el campo de esta disciplina.

# Haber adquirido suficiente conocimiento de la Geología para entender en que consiste el trabajo real en Geología.

# Tener capacidad para decidir la continuidad de sus estudios.

#### Al finalizar la licenciatura

Un licenciado en Geología debe:

# Tener una visión adecuada y una comprensión de las propiedades y estructura de la Tierra, del funcionamiento del sistema de la Tierra, y de los ciclos de la materia y los procesos endógenos y exógenos.

# Tener un conocimiento apropiado de los procesos de formación de los materiales geológicos, de la estructura, composición y clasificación de los minerales y rocas, de los principios de la estratigrafía y de la paleontología, de la escala de los tiempos geológicos, y de los procesos y resultados de la deformación, el magmatismo y el metamorfismo.

# Tener un conocimiento apropiado de los procesos actuales y de su influencia en el modelado de la superficie de la Tierra.

# Reconocer la importancia de las escalas espaciales y temporales en Geología.

# Tener un conocimiento apropiado de los procesos de exploración y explotación de los recursos geológicos y de su impacto ambiental.

# Tener capacidad de reconocer y evaluar riesgos geológicos.

# Ser capaz de definir un problema geológico y plantear e implementar una estrategia adecuada para su resolución.

# Ser capaz de aplicar métodos cuantitativos sencillos, esto es, traducir un problema práctico en un modelo matemático con o sin la ayuda de ordenadores.

# Ser capaz de recoger datos e información de forma sistematizada (observación de campo, muestreo, fotografía aérea, ...) a partir de problemas geológicos bien definidos. Recoger, almacenar e interpretar estos datos en mapas y cortes geológicos, otras bases de datos, e informes.

# Conocer y ser capaz de aplicar las técnicas analíticas más comunes en geología

# Ser capaz de utilizar programas informáticos (procesamiento de textos, hojas de cálculo, bases de datos, programas gráficos, ...). Disponer de las destrezas básicas en el campo de los sistemas de información (internet, bases de datos bibliográficos).

# Ser capaz de comprender textos geológicos, resumirlos y exponerlos oralmente (también en inglés).

# Ser capaz de trabajar de forma independiente y en equipo.

# Ser capaz de valorar el significado, la aplicación potencial y las responsabilidades de la geología en distintos ámbitos: la ciencia, la sociedad y la práctica profesional.

# Ser capaz de decidir su futuro profesional.

## **Destrezas a desarrollar durante la licenciatura**

### Destrezas intelectuales

+ Reconocer y utilizar teorías, paradigmas, conceptos y principios propios de la disciplina.

+ Analizar, sintetizar y resumir información de manera crítica.

+ Recoger e integrar diversos tipos de datos y observaciones con el fin de comprobar hipótesis.

+ Aplicar conocimientos para abordar problemas usuales o desconocidos

+ Valorar la necesidad de la integridad intelectual y de los códigos de conducta profesionales

### Destrezas prácticas

+ Recoger, almacenar y analizar datos utilizando las técnicas adecuadas de campo y de laboratorio.

+ Llevar a cabo el trabajo de campo y laboratorio de manera responsable y segura, prestando la debida atención a la evaluación de los riesgos, los derechos de acceso, la legislación sobre salud y seguridad, y el impacto del mismo en el medio ambiente.

+ Reseñar la bibliografía utilizada en los trabajos de forma adecuada

### Destrezas comunicativas

+ Comprender y utilizar diversas fuentes de información (p. ej., textuales, numéricas, verbales, gráficas)

+ Transmitir adecuadamente la información de forma escrita, verbal y gráfica para diversos tipos de audiencias

### Destrezas en tratamiento y cuantificación de la información

+ Valorar los problemas de selección de muestras, exactitud, precisión e incertidumbre durante la recogida, registro y análisis de datos de campo y de laboratorio.

+ Preparar, procesar, interpretar y presentar datos usando las técnicas cualitativas y cuantitativas adecuadas, así como los programas informáticos apropiados.

+ Utilizar internet de manera crítica como herramienta de comunicación y fuente de información.

#### Destrezas interpersonales/trabajo en equipo

+ Identificar objetivos y responsabilidades individuales y colectivos y actuar de forma adecuada en estos roles.

+ Reconocer los puntos de vista y opiniones de los otros miembros del equipo.

#### Destrezas de autonomía y desarrollo profesional

+ Desarrollar las destrezas necesarias para ser autónomo y para el aprendizaje continuo a lo largo de toda su vida: autodisciplina, autodirección, trabajo independiente, gestión del tiempo, y destrezas de organización.

+ Identificar objetivos para el desarrollo personal, académico y profesional y trabajar para conseguirlos.

+ Desarrollar un método de estudio y trabajo adaptable y flexible.

### **Contenidos mínimos**

De los 240 créditos ECTS de que consta la licenciatura propuesta, 210 serían obligatorios de cada universidad y 30 optativos. De los primeros, como mínimo 30 créditos estarían destinados a la adquisición de los conocimientos básicos de otras disciplinas en las que se sustenta la geología y el resto (hasta un máximo de 180 créditos con la distribución que cada Universidad determine) se dedicarían a la adquisición de conocimientos geológicos. En éstos se incluye el trabajo de campo (un mínimo de 50 días de campo). Se considera importante el aprendizaje de ciertas herramientas y técnicas auxiliares que se adquirirán al mismo tiempo que el conocimiento geológico.

La Conferencia de Decanos de Geología cree que, para los estudiantes, es imposible adquirir una comprensión satisfactoria de la Geología sin realizar un aprendizaje basado en el trabajo de campo. Consideramos que este aprendizaje mediante la experiencia personal es un aspecto especialmente valioso en la educación en Geología. Una gran parte del progreso de los conocimientos y de la comprensión de la geología se basa en la observación precisa y en una adecuada toma de muestras y datos en el campo. La adquisición de destrezas prácticas de campo es esencial para aquellos estudiantes que deseen desarrollar su profesión en el ámbito de la Geología.

Además los estudios de campo permiten a los estudiantes desarrollar e incrementar muchas de las destrezas claves (ej.: trabajo en equipo, solución de problemas, autogobierno, relaciones interpersonales) que son de gran valor para los empleadores y para el aprendizaje continuo a lo largo su vida.

#### Conocimientos básicos

Los conocimientos básicos pueden estar en asignaturas específicas o incluidos en asignaturas de carácter geológico.

Descriptores:

+ Geometría euclídea. Espacios vectoriales. Formulación vectorial y matricial. Cálculo diferencial e integral. Métodos numéricos (en álgebra y análisis). Tratamiento y análisis estadístico de datos experimentales

+ Conceptos de fuerza y energía. Leyes del movimiento. Leyes de las fuerzas: campo gravitatorio, eléctrico y magnético. Movimiento ondulatorio. Fundamentos de la termodinámica. Fenómenos de transporte. Propiedades físicas de la materia.

+ Enlaces, disoluciones y reacciones. Fundamentos de química analítica orgánica e inorgánica.

+ Niveles de organización de los seres vivos. Principios de ecología, biogeografía y evolución.

Conocimientos del campo de la Geología s str.

Descriptores:

+ Los procesos terrestres actuales, incluyendo la comprensión del ciclo de la materia y del flujo de la energía en el interior de la Tierra, y entre ésta y la hidrosfera, la atmósfera, y la biosfera.

+ Geología histórica y tectónica de placas como conceptos unificadores.

+ Principios de la Estratigrafía. Uniformismo, actualismo. Análisis de facies y procesos. Medios sedimentarios. Análisis de cuencas y reconstrucción paleogeográfica. Geología histórica.

+ Principios básicos de Paleontología. Principales grupos fósiles. Escalas y correlaciones biostratigráficas. Reconstrucciones paleoambientales y paleobiogeográficas. Evolución de la vida sobre la Tierra.

+ Respuesta de las rocas a los campos de esfuerzo. Geometría, cinemática y dinámica de las estructuras geológicas de origen tectónico a distintas escalas. Organización espacial y temporal de las estructuras en diferentes regímenes tectónicos.

+ Estructura, simetría y propiedades físico-químicas de la materia cristalina. Mineralogía sistemática, determinativa y mineralogénesis. Modelos de yacimientos minerales.

+ Las rocas y sus propiedades. Los procesos generadores de rocas: sedimentación, magmatismo, vulcanismo y metamorfismo. Petrogénesis y ambiente geodinámico.

+ Estructura y composición de la Tierra. Geomagnetismo, campo gravitatorio terrestre, sismología y geotermia. Conocimientos de las técnicas geofísicas y geoquímicas de exploración.

+ Comportamiento de los elementos en los procesos geológicos internos y externos.

+ Los métodos del trabajo de campo. Observación, reconocimiento y descripción de los elementos geológicos. Medidas in situ y técnicas de muestreo. Representación y cartografía geológica.

+ Fundamentos de geología económica (hidrogeología, geotecnia, prospección de recursos minerales y energéticos, geología ambiental).

### Métodos y técnicas auxiliares

- + Sistemas de información geográfica (G.I.S).
- + Sistemas de posicionamiento global (GPS).
- + Manejo de internet como fuente de información.
- + Programas de tratamiento de datos, dibujo, etc
- + Análisis de imágenes (fotografía aérea convencional, satélite, etc.)
- + Técnicas instrumentales analíticas.

### **Asignaturas optativas**

Se entienden como tales aquellas materias que requieren de un conocimiento fundamental previo y desarrollan en sus contenidos aspectos particulares sin caer en una excesiva especificidad. Hay que prever mecanismos que faciliten variar con facilidad las asignaturas optativas.

Las prácticas tuteladas en empresas pueden considerarse como créditos optativos.

## **5. El máster**

El grado de máster supone una especialización en alguno de los campos de la geología y/o sus aplicaciones.

### **Resultados esperables**

El graduado en un máster

- + Debe haber adquirido un nivel que permita integrar conocimientos, analizar situaciones complejas, plantear soluciones, emitir valoraciones y comunicar sus conclusiones a distintos tipos de audiencias.
- + Debe tener las capacidades de aprendizaje necesarias para continuar estudios, y progresar dentro de los ámbitos científico, tecnológico y profesional de forma autónoma.
- + Debe ser capaz de planificar, organizar y llevar a cabo investigaciones (o trabajo en general) en los ámbitos mencionados.
- + Debe ser capaz de juzgar la calidad de la investigación (otrabajo, en general) en el campo de su especialización.

Aparte de los másters ofrecidos por cada Universidad, se considera deseable, dado el pequeño número de escuelas de Geología y el número de estudiantes, la organización de másters compartidos por varias Universidades de forma coordinada. Así se podrá asegurar la calidad y diversidad adecuadas.

Es necesario dotar a las Universidades de la financiación pública oportuna que permita la movilidad de profesores y alumnos participantes en el desarrollo de los másters.