

## **Geología aplicada y geomática: experiencia docente de integración en el currículo del ingeniero civil**

MARCHAMALO SACRISTÁN, Miguel <sup>(1)</sup>; MENÉNDEZ-PIDAL DE NAVASCUÉS<sup>(2)</sup>, Ignacio; SANZ PÉREZ, Eugenio <sup>(2)</sup> y MARTÍNEZ MARÍN, Rubén<sup>(1)</sup>

- (1) *Laboratorio de Topografía y Geomática. Depto. Ingeniería y Morfología del Terreno. E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid. Avda. Prof. Aranguren s/n.- MADRID 28040. Tel. +34 913366670 email: [miguel.marchamalo@upm.es](mailto:miguel.marchamalo@upm.es)*
- (2) *U.D. Geología. Depto. Ingeniería y Morfología del Terreno. E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid. Avda. Prof. Aranguren s/n.- MADRID 28040. Tel. +34 913365153 email: [ignacio@menendezpidal.es](mailto:ignacio@menendezpidal.es)*

---

### **Resumen**

Los planes de estudios de ingeniería civil implican la integración de diversas disciplinas formales en un nivel alto de conocimientos. La Ingeniería del Terreno requiere sólidos conocimientos y habilidades en Geología aplicada, Geomorfología y Topografía. Estas disciplinas se han estudiado a fondo en los programas tradicionales de ingeniería civil, pero a menudo desconectadas entre ellas. El Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno, en la UPM, tiene a su cargo la enseñanza de estas disciplinas en las titulaciones de ingeniería civil, geológica y geodésica. El EEES proporciona un nuevo marco para una mejor integración de las disciplinas, a partir de la experiencia acumulada en más de 200 años de docencia. La Geomática es un campo emergente, como consecuencia de los avances en informática, comunicaciones y medición, así como en el campo de la de teledetección espacial. Se presenta la experiencia de integración de la geología, la geomorfología y la geomática en ingeniería civil, apoyadas en los avances de tecnologías de la información. Se promueve el trabajo en grupos con el fin de adquirir formación geológica a través de la geomática, así como un amplio entrenamiento en búsqueda y tratamiento de datos. Los primeros resultados se obtuvieron en el curso 2008-2009, siendo satisfactorios en cuando a la adquisición de conocimientos y el tiempo empleado en ello. Esta experiencia ha servido de base para la programación de las enseñanzas de Ingeniería del Terreno en los grados de ingeniero civil, geológico y geodésico adaptados al EEES en la UPM.

---

### **Palabras clave**

Integración de disciplinas, geología, geomática, ingeniería civil, EEES

### **1. La Ingeniería del Terreno en el currículo del ingeniero civil**

La Ingeniería y Morfología del Terreno es una disciplina fundamental en la formación de los ingenieros civiles. Su docencia implica a las áreas de conocimiento de Ingeniería del Terreno, Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría y Expresión Gráfica en la Ingeniería.

Este trabajo se basa en dos necesidades principales. Por un lado, la necesidad de integración de los conocimientos básicos y disciplinas que concurren en la Ingeniería del Terreno. Por otro lado, es necesario integrar los conocimientos del ingeniero civil a

escala de territorio, como capacidad para la actividad profesional futura. Ambas consideraciones llevan a la integración de geología, geomorfología y geomática en los nuevos planes de estudios.

El Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno, en la UPM, tiene a su cargo la enseñanza de estas disciplinas en las titulaciones de ingeniería civil, geológica y geodésica. Dicho Departamento coordina en la UPM las asignaturas de Expresión Gráfica, Topografía, Geología y Geotecnia, siguiendo un esquema conceptual de adquisición progresiva de capacidades y competencias.

## **2. La geomática y las tecnologías de la información en la educación superior**

La geomática es un término científico actual que engloba las ciencias relativas a la producción, gestión y explotación de información geoespacial empleando medios automáticos o informáticos. Este término, acuñado por Bernard Dubuisson en 1969, integra actualmente disciplinas como la Teledetección, los Sistemas de Información Geográfica, los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS),...

En la actualidad, es esencial ofrecer formación en tecnologías de la información en la educación superior, pues los alumnos van a necesitarlas tanto en el curso de sus estudios universitarios, como muy especialmente, en su ejercicio profesional.

## **3-. EEES: nuevas herramientas y viejos objetivos.**

El espacio europeo de educación superior (EEES) ofrece la oportunidad de adaptar el currículo de las titulaciones a las demandas actuales de la sociedad. Los objetivos de la formación residen en la adquisición de capacidades por parte del estudiante, con mayor énfasis en la parte práctica y aplicada.

Algunas de las capacidades que debe adquirir el ingeniero civil son las siguientes, según la orden CIN/307/2009:

- Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador.
- Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.
- Conocimientos básicos de geología y morfología del terreno y su aplicación en problemas relacionados con la ingeniería. Climatología
- Conocimiento de las técnicas topográficas imprescindibles para obtener mediciones, formar planos, establecer trazados, llevar al terreno geometrías definidas o controlar movimientos de estructuras u obras de tierra.

El espacio europeo de educación superior permite reformular los programas, introduciendo nuevas herramientas, como el trabajo cooperativo o trabajo en grupo, para lo cual existe un amplio rango de técnicas docentes (Valero y Calviño, 2010).

#### **4-. Experiencia docente de integración**

A partir del curso 2008-09 se inició la oferta de un módulo docente voluntario consistente en la realización de prácticas de cortes e interpretación geológica con medios y herramientas propias de la geomática en el tercer curso del título de Ingeniero de Caminos. Para ello la U.D. de Topografía dispuso de dos aulas con ordenadores con treinta puestos dobles y el software necesario para este módulo. El módulo corresponde a 1 ECTS según el EEES.

La planificación de este módulo es la siguiente:

- 1-. Formación previa en geología: los alumnos acceden a este módulo voluntario en el último trimestre del curso de geología, habiendo completado 2/3 del curso y adquirido los conocimientos necesarios para el mismo. Igualmente ya han desarrollado prácticas de cortes geológicos e interpretación geológica por medios tradicionales no informáticos.
- 2-. Formación previa en topografía y geomática: los alumnos que pueden optar a este módulo deben haber cursado el módulo optativo de Modelos Digitales del Terreno en ordenador (1 ECTS)
- 3-. Conformación de grupos de trabajo (2 estudiantes)
- 4-. Definición de la zona de estudio (1h)
- 5-. Métodos de búsqueda de información geoespacial, minería de datos (1 h clase, 3 h grupos)
- 6-. Integración de información geoespacial cuantitativa y cualitativa en software MDT (Civil 3D en plataforma Autodesk Map 2008) (1h)
- 7-. Creación de las superficies correspondientes a los estratos geológicos y digitalización de los afloramientos (2h)
- 8-. Interpretación geológica con ayuda de todas las fuentes de información disponibles y las posibilidades de la geomática (intersecciones, vistas, 3D, integración de ortoimagen,...) (1h clase, 3 h grupos)
- 9-. Realización de un ejercicio en la zona de estudio del tipo (10h grupos):
  - Analizar la viabilidad de dos trazados de obra lineal en función de la geología que atraviesan, realizar detalles en sección transversal y planta de las zonas más significativas
  - Localizar la ubicación idónea para una cerrada de presa en la zona de estudio en función de la geología, calcular la curva de llenado de la presa.
  - Calcular el volumen de acuífero en la zona de estudio
- 10-. Preparación de la presentación en clase (2h grupos)
- 11-. Presentación final en clase (1 h)
- 12-. Evaluación del trabajo de otro grupo según rúbrica preparada por el profesor (1 h)

Se ha publicado un libro de aprendizaje secuencial del software Civil 3D 2008 con el fin de que los alumnos puedan emplearlo en su aprendizaje y en la realización de este módulo formativo (Martínez Marín et al., 2009). Los alumnos tienen acceso a través de su correo institucional de la UPM a la descarga de las versiones en formación del software empleado en la Autodesk Student Community.

Se indican algunos de los títulos de trabajos realizados en el marco de esta iniciativa docente:

- “*Análisis geológico de la rodilla galaico-asturiana con técnicas geoespaciales*” José Ángel Iglesias (2009)
- “*Análisis geológico del Sistema Central*”. Tomás de Juan (2009)
- “*Curva de llenado de la presa de Maisa (Kenia)*” Guillermo de la Figuera (2010)

Los resultados obtenidos han sido satisfactorios, especialmente en cuanto a la adquisición de capacidades por parte de los futuros ingenieros. Se recogen algunas de las valoraciones realizadas por los alumnos en estos trabajos:

- “Esto nos ha lleva una representación más visual y más intuitiva, que nos aporta una mejor perspectiva de lo que realmente ocurre en la realidad.”
- “El trabajo también tiene por objetivo la realización de nuevos cortes geológicos, abriendo el abanico de ejercicios realizables para la docencia de esta asignatura.”

## **5-. Conclusiones**

- La integración de disciplinas en ingeniería puede abordarse en los nuevos planes de estudio integrando créditos prácticos de distintas materias.
- En la actualidad es esencial ofrecer formación en tecnologías de la información en la educación superior, pues los alumnos van a necesitarlas tanto en el curso de sus estudios universitarios, como muy especialmente, en su ejercicio profesional.
- La integración de materias como la geología y la geomática es muy satisfactoria, pues permite un aprendizaje más intuitivo y visual apoyado en los recursos de la sociedad de la información.
- Esta experiencia ha servido de base para la programación de las enseñanzas de Ingeniería del Terreno en los grados de ingeniero civil, geológico y geodésico adaptados al EEES en la UPM.

## **Bibliografía**

Martínez-Marín R., Martínez, I., Marchamalo, M. 2009. Introducción a los Modelos Digitales del Terreno y al GIS vectorial. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Escuelas. ISBN 8438002544. Madrid. 247 pp (Segunda edición adaptada a Civil 3D y Autodesk Map 2008)

Ministerio de Ciencia e Innovación. 2009. ORDEN CIN/307/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

Valero M, Calviño F. 2010. Cuaderno de Taller: Adaptación de asignaturas al EEES. *Taller Adaptación de asignaturas al EEES*. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. 116 pp.