

## **Desarrollo de nuevos contenidos en la asignatura de Geomática para su mejor adaptación al EEES**

Iván Puente<sup>1</sup>, Higinio González-Jorge<sup>2</sup> y Pedro Arias-Sánchez<sup>3</sup>

Departamento de Ingeniería de los Recursos Naturales y Medio Ambiente. Universidad de Vigo. E-mails: [1ipuente@uvigo.es](mailto:1ipuente@uvigo.es), [2higiniog@uvigo.es](mailto:2higiniog@uvigo.es), [3parias@uvigo.es](mailto:3parias@uvigo.es).

**Resumen:** El sistema universitario español demanda la transformación de los planes de estudios, métodos docentes y el empleo de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (NTIC) para favorecer su adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). En este trabajo se presenta un nuevo programa de contenidos de la materia de Geomática, en el segundo curso de los Grados en Ingeniería de la Energía y en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos que se imparten en la ETSI de Minas de la Universidad de Vigo.

Con este cambio se pretende favorecer y potenciar la calidad y la competitividad de los alumnos. Se describen las actividades formativas, las herramientas empleadas, los métodos de evaluación y los resultados más relevantes del mismo.

**Palabras clave:** EEES, NTICs, Plan de estudios, Aprendizaje basado en problemas, Geomática, Ingeniería.

**Title:** Development of a new Geomatics Syllabus for its adaption to the EHEA.

**Abstract:** The Spanish university system is required to update both syllabus and teaching methods and use new Information and Communication Technologies (NICTs) to adjust to the European Higher Education Area (EHEA). This article shows a new course syllabus for Geomatics, taught in the second year of Energy Engineering and Mining and Energy Resources degrees, both from the School of Mining Engineering of the University of Vigo.

We aim to improve the quality and competitiveness of alumni with this change. The learning and teaching activities, tools employed, assesment methods and the most outstanding results are here described.

**Keywords:** EHEA, NICTs, Syllabus, Problem-based learning, Geomatics, Engineering.

### **1. Introducción**

La Titulación de Ingeniero de Minas, en proceso de extinción en la actualidad en la Universidad de Vigo, se corresponde con el Plan de Estudios del año 1992 (BOE nº 311 del 28 de diciembre de 1992) y está estructurada en ciclos (1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> ciclo) con una carga lectiva global de 388,5 créditos, repartidos en 234 créditos troncales, 36 obligatorios, 79,5 optativos y 39 de libre elección (WEB 1).

Dentro de este plan de estudios, las materias pertenecientes al área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría constituyen el 2,56 % de los créditos troncales de la titulación y el 13,2 % de los créditos optativos.

En la figura 1 se muestran las cuatro asignaturas del área impartidas en la Escuela de Minas, así como su distribución en cursos y créditos.

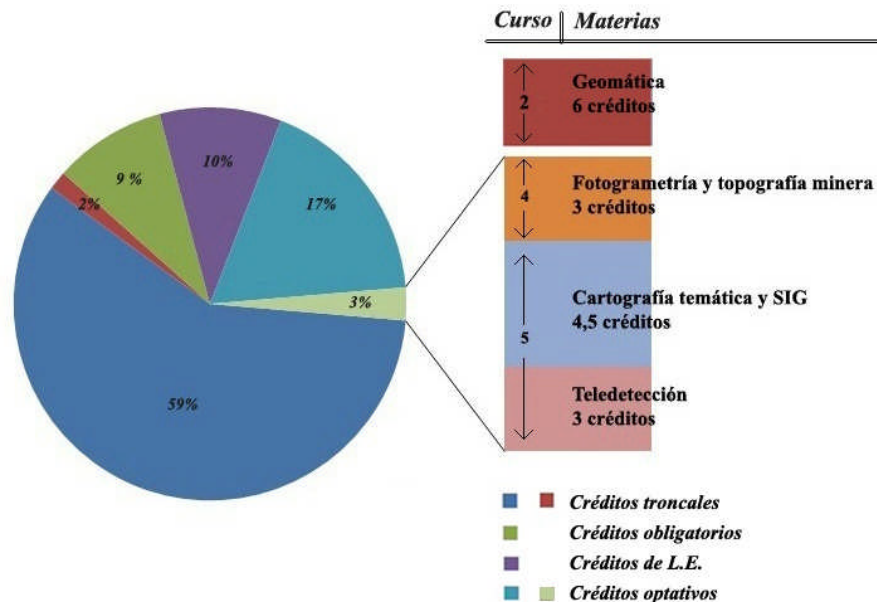


Figura 1. Materias impartidas en la titulación de Ingeniería de Minas (BOE 28/12/92) pertenecientes al área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría

Con la implantación en el curso 2010/2011 de los Grados en Ingeniería de la Energía y en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos, que constan de 4 cursos académicos con un total de 240 créditos del European Credit Transfer System (ECTS), se observa una reducción importante del número de materias incluidas en el área.

Sólo la asignatura de Geomática se mantiene en ambos grados, si bien, es la única materia del área en el Grado en Ingeniería de la Energía. En el Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos, existen a su vez otras dos materias: Cartografía Temática y Teledetección, en tercero, optativa y SIG y Ordenación del Territorio en cuarto curso, de carácter obligatorio.

Además, uno de los principales cambios a los que nos enfrentamos es una de las directrices fundamentales del nuevo espacio: la adopción de un modelo de educación centrado en el aprendizaje del estudiante (Hernández y Lacuesta, 2007; Escribano, 2005). El papel que desempeña el profesor en este nuevo sistema ha de cambiar: no será tanto el transmisor de conocimientos sino el orientador en el proceso de aprendizaje. Deberá adoptar nuevos métodos pedagógicos que permitan al alumno implicarse y desempeñar un papel más activo.

Los autores han considerado que los contenidos de la asignatura de Geomática, que se mantenían según el plan de estudios anterior a la implantación de los Grados, no eran adecuados. Se decidió, por tanto, plantear otra estructura, organización y temporización que fuesen beneficiosas para alcanzar las competencias específicas exigidas. Se han mantenido los contenidos mínimos necesarios que debe conocer todo Graduado/a en Ingeniería de la

Energía e Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos, introduciendo distintas técnicas de aprendizaje actualizadas y basadas en el uso de las nuevas tecnologías. Asimismo, aumenta la importancia de las prácticas, la resolución de problemas, el trabajo personalizado y la consecución de otras competencias transversales.

En las siguientes secciones se describen las características principales de la asignatura propuesta.

## **2. Geomática**

La Geomática integra al conjunto de ciencias que se preocupan por la captura, representación, análisis, manejo, interpretación, difusión y almacenamiento de datos espaciales concernientes tanto a las características físicas de la Tierra como a la estructura del medio ambiente. Tiene sus fundamentos en la Ingeniería Topográfica pero hoy en día comprende una amplia gama en disciplinas de las ciencias de medición y los Sistemas de Información Geográfica (WEB 2).

Hasta el año 2011, los contenidos principales de esta materia se centraban precisamente en la introducción a la Topografía, los métodos planimétricos y altimétricos y los cálculos volumétricos. Sin embargo, la Geomática engloba otras disciplinas que permiten de igual modo estudiar la superficie terrestre. Estos contenidos son los que los docentes han incluido para la correspondiente materia de los Grados.

### *2.1. Nuevos contenidos y nueva planificación docente*

La materia de Geomática es de carácter obligatorio, con una carga de 6 créditos ECTS en el segundo cuatrimestre del segundo curso de los Grados en Ingeniería de la Energía y en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos que surgen del EEES.

Los nuevos contenidos incluyen los fundamentos de la Topografía, Fotogrametría (aérea y terrestre), sensores LiDAR, SIG, Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) y Cartografía (Figura 2). Se busca la comprensión y el dominio de los conceptos básicos de cada una de estas disciplinas y para ello, se incluye una parte práctica en aulas de informática o trabajo de campo relativo a cada una de ellas, al igual que la resolución de problemas y ejercicios propios de la Geomática.

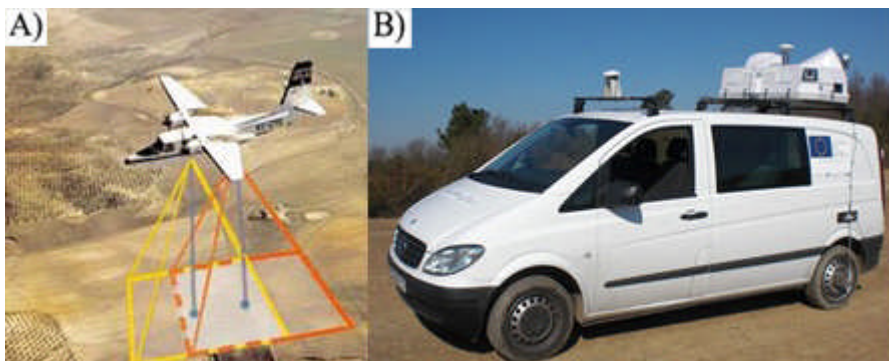


Figura 2. Ejemplo de un vuelo fotogramétrico y un sistema LiDAR móvil, incluidos en los nuevos contenidos de Geomática

Siguiendo el espíritu de Bolonia, es necesario no centrarse sólo en el conocimiento de los contenidos sino también, en las competencias, habilidades,

capacidades y aptitudes, como la interrelación, el autoaprendizaje, el trabajo cooperativo o el manejo de las NTIC entre otros (De Miguel, 2006; Villa y Poblete, 2008).

En el primer año de implantación de la materia de Geomática para los Grados en la ETSI de Minas de la Universidade de Vigo (curso 2011/2012), se adaptaron levemente los contenidos, concediendo mayor importancia a la parte práctica y a la participación activa del alumno. Por tanto, además de las clases magistrales (Grupo A), se intensificaron los aspectos más prácticos y participativos del alumnado, con el aumento de la realización de sesiones prácticas en grupos medianos (Grupo B).

Sin embargo, en este curso 2012/2013, el grupo docente de la asignatura decidió apostar por un cambio aún más radical en lo que a contenidos se refiere. Así pues, para la elaboración de la nueva planificación docente (tablas 1 y 2) se decidió considerar el empleo de dos grandes grupos A de clase magistral con 41 estudiantes, grupos medianos B de clase práctica con una veintena de estudiantes y pequeños grupos C entre doce y dieciseis estudiantes.

<i>Actividad formativa</i>	<i>G</i>	<i>ECTS<sub>P</sub></i>	<i>ECTS<sub>N</sub></i>	<i>ECTS<sub>T</sub></i>
<i>Clases centradas en contenidos teórico-prácticos</i>	A	1.1	2.1	3.2
<i>Prácticas de campo y en aulas de informática</i>	B	0.9	1.6	2.5
<i>Presentación y evaluación de trabajos y prácticas</i>	C	0.1	0.2	0.3

Tabla 1. Actividades repartidas según tipo de grupo (A-B-C), con su contenido en créditos ECTS (presenciales, no presenciales y totales)

<i>Contenidos</i>	<i>G</i>	<i>Teoría</i>	<i>Problemas</i>
<b>1. Cartografía y Geodesia</b>	A	2	
<b>1. Sistemas de Información Geográfica (SIG)</b>		2	
<b>2. Fotogrametría</b>		5	1
<b>3. Sistemas LiDAR</b>		4	1
<b>4. Topografía</b>		6	4.5
<b>5. Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS)</b>		2	
<b>Nº horas tipo A</b>		<b>27.5 horas</b>	
<b>Práctica 1. Manejo Cartografía</b>	B	0.5	
<b>Práctica 2. Prácticas Fotogrametría</b>		4	
<b>Práctica 3. Prácticas Sistemas LiDAR</b>		4	
<b>Práctica 4. Prácticas Topografía</b>		10	
<b>Práctica 5. Prácticas Sistemas de Información Geográficos</b>		4	
<b>Nº horas tipo B</b>		<b>22.5 horas</b>	
<b>Presentación Prácticas. Evaluación Prácticas</b>	C	2.5	
<b>Nº horas tipo C</b>		<b>2.5 horas</b>	

Tabla 2. Contenidos impartidos en la materia de Geomática, en los Grupos (A-B-C), con su número en horas presenciales para los Grados en Ingeniería de la Energía y en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos que se imparten en la ETSI de Minas de la Universidade de Vigo

El seguimiento de la materia se facilita con el uso de una bibliografía básica y recomendada asociada, que ayudan al alumnado en el entendimiento de los conceptos teóricos. Siempre que sea posible en la clase magistral, se presentan contenidos audiovisuales que ilustran y revelan conceptos, principios de

funcionamiento o aplicaciones de las distintas técnicas (WEB 3, WEB 4). Al mismo tiempo, esto muestra al alumnado los recursos que las NTIC ponen a su alcance.

Al finalizar los temas de Fotogrametría, sensores LiDAR y Topografía, se analizan en conjunto los ejercicios correspondientes del Boletín de Problemas. Con antelación, el alumnado tiene a su disposición en la plataforma TEMA (WEB 5) las cuestiones, con sus soluciones pero sin el procedimiento. De esta manera, se pretende que el alumnado asista a las clases magistrales, que no son obligatorias, para la resolución en conjunto de dichos ejercicios. Se busca también incentivar el trabajo personal del alumno en horas fuera de clase.

Durante las sesiones obligatorias de grupo mediano (B) se trabaja con más detalle, en 5 subgrupos de cuatro alumnos, la resolución práctica de ejercicios así como el manejo de software específico (WEB 6, WEB 7). El alumnado tiene con antelación la información de las tareas a realizar. Al acabar la sesión de prácticas correspondiente, el alumnado de forma individual debe entregar una memoria con las preguntas que se le plantean.

Por último, el trabajo de prácticas consiste básicamente en el diseño y planteamiento de un trabajo real con contenidos vinculados a la materia. Por ejemplo, un levantamiento topográfico con estación total y GPS de la Escuela de Minas y su entorno, o el mismo estudio realizado con láser escáner terrestre (figura 3).

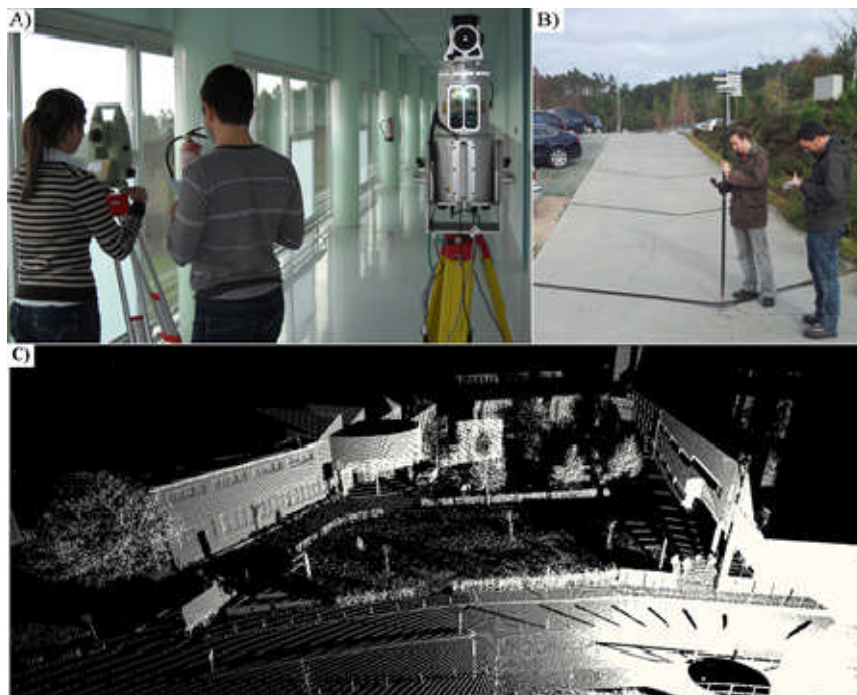


Figura 3. Algunos ejemplos de técnicas geomáticas empleadas durante el levantamiento de la Escuela de Ingeniería de Minas: a) estación total y láser escáner , b) GPS y c) nube de puntos 3D de la entrada principal de las Escuelas de Minas e Industriales

Este trabajo requiere buscar una solución al caso de estudio planteado de forma autónoma, resolutoria y responsable, utilizando herramientas básicas de búsqueda de la información. Los resultados se redactan en un documento de texto y se exponen durante su presentación oral, en donde debe indicarse una breve descripción del objetivo, relación de materiales utilizados y explicación del procedimiento ilustrado entre otros. Con anterioridad se proporciona al alumnado

en la plataforma TEMA varios ejemplos en donde pueden encontrar información práctica para la realización del trabajo. El alumnado, de acuerdo con su Grupo C, entrega individualmente los trabajos de prácticas, resueltos en detalle e ilustrados convenientemente.

Para la evaluación del trabajo de prácticas, se utiliza una rúbrica de evaluación en donde cada trabajo es calificado según el grado de consecución alcanzado. Entre otros aspectos, se valoran el interés, la calidad, adecuación y originalidad del proyecto al igual que su presentación (nitidez de las figuras, formato del texto, ...). La rúbrica pondera la subjetividad de la evaluación e induce a una mayor implicación en el alumnado, muestra lo que se espera del trabajo realizado y cómo será el proceso de evaluación (Stevens y Levi, 2004).

La nota de la materia se obtiene a partir de una media ponderada entre la nota del examen teórico tipo test, que contiene preguntas de la parte de Teoría y de Problemas y la calificación del examen de Prácticas, de carácter oral, y que recoge preguntas tanto del contenido de las prácticas realizadas como del trabajo de prácticas presentado.

Para superar con éxito la materia, se precisa una nota promedio de 5/10, obteniendo un mínimo de 3/10 en cada una de las partes puntuables para poder realizar la media. Si no fueran superados uno o ambos exámenes, los alumnos deberán presentarse a la siguiente convocatoria con toda la materia.

Igualmente, el alumnado sigue teniendo a su disposición, tutorías individualizadas que utilizan incluso con mayor frecuencia, debido posiblemente al proceso de evaluación continua que se busca con Bolonia.

### **3. Conclusiones**

El alumnado ya dispone de los nuevos materiales y metodologías mejor adaptadas a los objetivos planteados por el EEES. Tras haber realizado el nuevo plan docente de la materia de Geomática, valoramos muy positivamente todo lo que hemos aprendido y reflexionado sobre el EEES y, sobre la situación actual de nuestra materia en la Escuela de Minas.

Con estos cambios, la asignatura pone a disposición de los alumnos las técnicas clásicas de topografía y otras más avanzadas como LiDAR, SIG o GNSS. Además, se intensifican las clases prácticas frente a las clases teóricas y se hace especial hincapié en el desarrollo de habilidades de trabajo en grupo y búsqueda de información.

Igualmente, se establecen temas verticales sobre tecnologías en particular (Topografía, LiDAR, Fotogrametría) y temas transversales como Cartografía o SIG, que ayudan a la conexión del conocimiento de los temas verticales. Por último, se explica el interés de la asignatura en el mercado laboral objetivo de los titulados.

Consideramos que éste no es un trabajo finalizado, sino que se podrán ir adaptando contenidos y realizando modificaciones con la intención de mejorarlo y actualizarlo.

### **Reconocimientos**

Se agradecen los comentarios aportados por el alumnado de la ETSI de Minas de la Universidade de Vigo. Se agradece la financiación recibida de los programas

de recursos humanos (BES-2010-034106 e IPP055-EXP44) y los proyectos (BIA2009-08012 e IDI- 20101770).

### **Referencias bibliográficas**

Escribano, A. (1995). Aprendizaje cooperativo y autónomo en la enseñanza universitaria. *Enseñanza*, 13, 89-102.

De Miguel, M. (2006). *Metodología de la enseñanza aprendizaje para el desarrollo de competencias*. Madrid: Alianza Editorial.

Hernández, A. y Lacuesta, R. (2007). Aplicación del aprendizaje basado en problemas (ABP) bajo un enfoque multidisciplinar: una experiencia práctica. En J. C. Ayala, y grupo de investigación FEDRA (coords.), *Conocimiento, innovación y emprendedores: camino al futuro* (pp. 30-43). Logroño: Universidad de la Rioja.

Stevens, D. D. y Levi, A. J. (2004). *Introduction to Rubrics: An Assessment Tool to Save Grading Time. Convey Effective Feedback and Promote Student Learning*. VA: Stylus.

Villa, A.y Poblete, M. (2008). *Aprendizaje basado en competencias*. Bilbao: Universidad de Deusto.

WEB 1: <http://webs.uvigo.es/etseminas/> (Acceso en Febrero 2013).

WEB 2: <http://www.ie.unimelb.edu.au/> (Acceso en Enero 2013).

WEB 3: <http://www.youtube.com/watch?v=xE2fVfBU2c> (Acceso en Enero 2013).

WEB 4: <http://www.youtube.com/watch?v=AzMaTxkPizw> (Acceso en Enero 2013).

WEB 5: <http://faitic.uvigo.es> (Acceso en Febrero 2013).

WEB 6: <http://www.photomodeler.com/> (Acceso en Febrero 2013).

WEB 7: <http://www.appliedimagery.com/>(Acceso en Enero 2013).