

LA ASIGNATURA PROYECTO. PROYECTO PILOTO ACREDITACIÓN ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY (ABET), EN LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN (2010-2017)

J. Reig¹ y J. A. Sastre¹

¹*Departamento de Comunicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Universitat Politècnica de València.*

Resumen: En este trabajo se presenta la visión de los profesores sobre la puesta en marcha de la Asignatura Proyecto, nacida de los requerimientos de la acreditación Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) realizada en 2010 sobre los estudios de Ingeniería de Telecomunicación de la Universitat Politècnica de València (UPV). Se propone una organización docente sobre la metodología de enseñanza y evaluación en dicha asignatura para que los alumnos adquieran competencias transversales y se discuten sugerencias sobre la implementación práctica de dicha asignatura.

1. Introducción

En este artículo se analiza la puesta en marcha de la asignatura Proyecto, que cubre las competencias requeridas en los estudios de Ingeniería de Telecomunicación para la realización de proyectos de ingeniería, según las alegaciones de los evaluadores de Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) [1] en el proceso de acreditación de dichos estudios según ABET realizada en 2010. La Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (ETSIT) a través de la Subdirección de Calidad impulsó la puesta en marcha de la asignatura Proyecto que inicia su docencia en el curso 2012-2013 y trata de recoger dichos requerimientos ABET en cuanto a competencias de proyectos de ingeniería.

En este trabajo, se describe la organización de dicha asignatura para cubrir las competencias pertinentes. Se presentan los objetivos de esta asignatura, los métodos de evaluación con las competencias cubiertas, así como los recursos materiales y humanos necesarios para la impartición de dicha asignatura. Se discuten asimismo las dificultades encontradas y las posibles soluciones propuestas, derivadas de problemas prácticos de implementación.

El artículo se organiza de la siguiente manera. En la sección 2 se presentan los objetivos de la asignatura, la organización de la asignatura y distribución temporal, así como las competencias que se desean cubrir y las metodologías de enseñanza utilizadas. La sección 3 incluye la evaluación de cada una de las competencias de dicha asignatura. Los retos y las dificultades prácticas de la asignatura, así como las recomendaciones se discuten en la sección 4. Por último la sección 5 incluye las conclusiones.

2. Organización de la asignatura

2.1. Objetivos

Los objetivos de la asignatura vienen dados por las atribuciones del Ingeniero de Telecomunicación, así como por las recomendaciones ABET.

Las atribuciones del Ingeniero de Telecomunicación fueron definidas hace más de 80 años en [2]. En el artículo 1 se faculta al Ingeniero de Telecomunicación para proyectar “toda clase de instalaciones y centrales telegráficas, telefónicas y radioeléctricas, líneas y dispositivos de

comunicación eléctrica a distancia, mediante la palabra hablada o escrita, música, el facsímil, la fotografía o por televisión y por cuantos procedimientos el progreso de la técnica permita realizar en la Telecomunicación y todas aquellas aplicaciones, como la cinematografía sonora, cuyos elementos son idénticos o semejantes a los empleados en la Telecomunicación.”

Por otro lado, en el documento de los criterios de acreditación para programas de ingeniería [1], se incluyen las competencias para programas generales de *Baccalaureate* en Ingeniería. En la Fig.1 se destacan en negrita varias competencias relacionadas con la asignatura Proyecto:

- (a) an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering**
- (b) an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data**
- (c) an ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability**
- (d) an ability to function on multidisciplinary teams**
- (e) an ability to identify, formulate, and solve engineering problems**
- (f) an understanding of professional and ethical responsibility**
- (g) an ability to communicate effectively**
- (h) the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context**
- (i) a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning
- (j) a knowledge of contemporary issues
- (k) an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.**

Figura 1: Competencias de programa general *Baccalaureate* (licenciatura) en Ingeniería según ABET

Conocidos dichas competencias, se ha definido en la guía docente de la asignatura Proyecto el siguiente objetivo:

“El alumno debe realizar un proyecto de instalación de un sistema de telecomunicación. Asimismo debe conocer la organización y estructura de un proyecto de ingeniería de telecomunicación.”

2.2. Organización académica

La asignatura Proyecto se encuentra ubicada en 5º curso y 10º cuatrimestre dentro del plan de estudios de Ingeniería de Telecomunicación acreditado por ABET.

La ETSI de Telecomunicación de Valencia ha asignado 6 créditos ECTS a la asignatura proyecto, divididos en las 6 créditos de prácticas y 0 teoría a sugerencia de los profesores de la asignatura.

Créditos ECTS	Teoría	Práctica
6	0	6

Tabla 1: Créditos asignados a la asignatura Proyecto en el curso 2012-2013.

Por lo tanto, dicha asignatura se imparte en 2º cuatrimestre, de manera que se han destinado dos sesiones de dos horas cada una para las prácticas de aula.

2.3. Organización docente

Para que los alumnos adquieran las competencias (d) y (g) de la Tabla 1 los profesores consideramos necesario que los alumnos asistan a clase.

Se han planteado una serie de supuestos prácticos correspondientes a proyectos reales de instalación de un sistema de telecomunicación, de manera que los alumnos adquieran las competencias (c), (f), (h) y (k) de la Tabla 1. En el curso 2012-2013 se han planteado dos tipos de proyectos [3]:

- Proyecto de Instalaciones de Telecomunicaciones (televisión, radio, telefonía, datos, etc.) en edificios singulares no sujetos al reglamento de Infraestructura Comunes de Telecomunicaciones (ICT). En el curso 2012-2013 se han ofrecido los proyectos sobre la Escuela Oficial de Idiomas de Gandía, de nueva construcción y el Hospital Civil de Oliver, edificio del siglo XIX, restaurado cuyo uso actual es una residencia de tercera edad.

- Proyecto de centro transmisor de televisión digital terrestre (TDT). En el curso 2012-2013 se han presentado los proyectos de centros transmisores de la Comunidad Valenciana troncales: Torrent en Valencia, Aitana en Alicante y Desert de les Palmes en Castellón.

Para la evaluación de la competencia (d) se plantea que los proyectos sean realizados en grupos de 4 alumnos. Se ha escogido un tamaño de 4 alumnos como compromiso entre la cantidad y complejidad del proyecto a realizar y la dificultad de trabajar eficientemente en grupos numerosos. Para la adquisición de la competencia (g), los alumnos deberán presentar el proyecto en sesiones establecidas al final del periodo docente en las horas de prácticas durante el mes de mayo. Asimismo deberán defender su solución respondiendo a las preguntas formuladas por el profesor y por el resto de alumnos.

Los profesores han establecido una comparativa entre el comportamiento de un grupo formado de 4 alumnos y un despacho de ingeniería. Dicho paralelismo se ilustra en la Fig. 2.

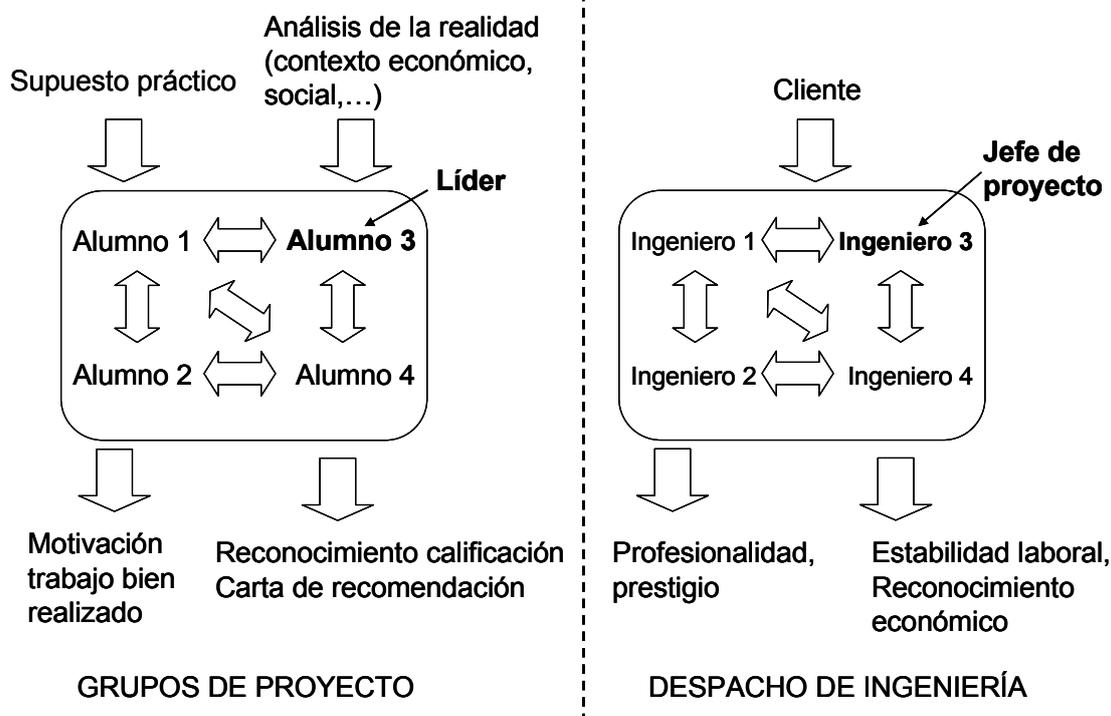


Figura 2: Paralelismo entre grupos de trabajo en la asignatura Proyecto y un despacho de Ingeniería

En un despacho de ingeniería, el cliente encarga el proyecto a través de unas especificaciones. Los ingenieros se entrevistan con él para detallar las características del proyecto. En el caso de los grupos de proyecto, dichas especificaciones generales aparecen descritas en el supuesto práctico. Los alumnos deben de tomar decisiones de cómo realizarán el diseño dependiendo del análisis de la realidad. Por ejemplo, para analizar qué servicios deben ofrecer en el Hospital Civil de Oliver, para uso de residencia de tercera edad, deben tener en cuenta los servicios requeridos por el personal, residentes, etc.

En un despacho de ingeniería los Ingenieros trabajan en grupo. Generalmente, existe un jefe de proyecto que coordina las tareas entre los diferentes integrantes del grupo. En el grupo de la asignatura Proyectos, los alumnos se dividen entre ellos las tareas y de forma espontánea aparece un líder que es el que coordina las tareas.

En el despacho de Ingeniería la motivación para realizar un proyecto de calidad viene dada por la profesionalidad y el prestigio tanto del despacho de ingeniería, como personal de cada uno de los ingenieros, así como por el reconocimiento económico mediante incentivos o la estabilidad laboral de una forma personal. En el caso de la asignatura Proyecto, los alumnos tienen como motivación el trabajo bien realizado. Además, los profesores hemos decidido otorgar una calificación de matrícula de honor a los integrantes de los mejores proyectos de cada uno de los supuestos. Asimismo entregaremos una carta de recomendación en español e inglés firmada por los profesores.

Para realizar un proyecto de calidad se precisa de un compromiso de cada uno de los miembros del despacho de ingeniería. De la misma manera, todos los alumnos deben realizar su trabajo y coordinarse adecuadamente. En la evaluación, los alumnos no pueden alegar en su grupo “deserciones” ni faltas de compromiso de integrantes del grupo.

2.4. Metodologías enseñanza

En la Tabla 2 se detallan los valores de créditos ECTS asignados a cada una de las metodologías de enseñanza utilizadas en la asignatura Proyecto. Conviene resaltar que no se distingue en el tiempo destinado a trabajar en grupo con el aprendizaje basado en proyectos, pues ambos se encuentran fuertemente interconectados.

	Clase presencial	Trabajo en grupo+ Aprendizaje basado en proyectos	Presentación de trabajos en grupos	Totales
Créditos ECTS	0,8	4	1,2	6

Tabla 2: Metodologías de enseñanza utilizadas en la asignatura Proyecto y su cuantificación en créditos ECTS

3. Evaluación

Una vez definidas las competencias y los objetivos de esta asignatura, se han descrito las normas de evaluación de la asignatura Proyectos [3], [4]:

- Documento del proyecto (memoria, pliego de condiciones, presupuesto y anexo) realizado por el grupo: 50% de la nota.

Se tendrá en cuenta en este apartado: solución técnica adoptada, calidad del trabajo, organización del documento, legibilidad y corrección ortográfica.

- Trabajo en clase, exposición pública y defensa del proyecto, contestando a las preguntas del profesor y resto de compañeros que realicen ese tipo de proyecto: 50% de la nota

Para facilitar la evaluación se ha confeccionado una tabla con una serie de aspectos de evaluación que configuran las dos partes de la evaluación, para cada alumno dentro de cada grupo (ver Tabla 3). Se ha analizado qué competencias se evalúan en cada una de los aspectos y la importancia de dichas competencias en cada uno de esos ítems. En la última fila se han incluido los métodos de evaluación, según la documentación al respecto que aparece en la guía docente de la UPV:

- Observación. Estrategia basada en la recogida sistemática de datos.
- Coevaluación. Evaluación entre los alumnos. En este caso evaluación entre los diferentes grupos.
- Proyecto. Evaluación del documento y de la presentación.

Importancia competencia ↑	Presentación, defensa y habilidades de grupo (50 %)					Documento (50 %)			Nota (100 %)
	Presentación (20 %)	Defensa (10 %)	Eval. Pares (5%)	Autonomía (10 %)	Liderazgo (5 %)	Solución (20 %)	Calidad (20 %)	Organización (10 %)	
	g)	g)	b)	b)	g)	c)	e), a)	g)	
		h)	h), e)	d)	d)	e), a)	c)	c)	
			e)			h)	h)	f)	
			h), k), f)			f)	f)		
	Observ.+ coeval.	Observ.+ coeval.	Coeval.	Observ.	Observ.	Proyecto	Proyecto	Proyecto	

Tabla 3: Tabla de calificaciones parciales y competencias ABET cubiertas en cada ítem. La importancia de la competencia en la evaluación se muestra dependiendo del orden de la fila en cada ítem. Métodos de evaluación: observación (observ.), coevaluación (coeval.) y proyecto

Conviene destacar que existen alumnos que no pueden asistir presencialmente a las sesiones destinadas a trabajar en grupo y presentar los proyectos. Dado que las normas académicas de Ingeniería de Telecomunicación de la UPV no distinguen entre alumnos presenciales y no presenciales, se ha establecido en las normas de evaluación una distinción en las normas de evaluación de la asignatura entre los alumnos que asisten regularmente a clase y los que por causas de exámenes o intercambios Erasmus no pueden asistir a clase. Los alumnos que no asisten regularmente a clase deberán realizar individualmente un Proyecto, con lo que se garantiza que todo alumno que aprueba la asignatura Proyecto adquiere los conocimientos que le permiten el ejercicio de las atribuciones del artículo 1 de [2]. Ello implica un control de asistencia.

4. Implantación

En esta sección se discuten las dificultades surgidas de la puesta en marcha de esta asignatura observados por los profesores:

- Falta de motivación de una parte del alumnado.
- Escasa autonomía de un grupo importante de alumnos.
- Necesidad de recursos informáticos: aula de informática con Autocad instalado en cada uno de los puestos y acceso a Internet.
- Falta de tiempo en el proceso de evaluación, debido a tamaños de grupo elevados (mayores de 30 alumnos).

Estas dificultades han llevado a realizar las siguientes propuestas a la dirección de la ETSI de Telecomunicación y al departamento de Comunicaciones:

- **Tamaño máximo de grupo de 30 alumnos.** Limitado por la capacidad de las aulas de Informática de la ETSI de Telecomunicación y para la adecuada evaluación.

- **Asignación de grupos enteros a profesores.** Debido al proceso de evaluación continuo con un conjunto importante de ítems, creemos necesario que los grupos no se dividan entre varios profesores.

- Facilitar la asistencia a clase de los alumnos, de manera que en la medida de lo posible **no se solapen temporalmente las sesiones destinadas a Proyecto con cualquier actividad docente de otras asignaturas de 5º curso (aula y laboratorio) y troncales de 4º curso.** Si se destinan varios grupos a la asignatura Proyecto, implantar grupos de mañana y tarde para mayor flexibilidad de horarios de los alumnos, pero siempre con la filosofía de minimizar el solapamiento con otras asignaturas de 5º y 4º.

Por último, dado que la evaluación con presentación en clase requiere de un número importante de horas, se baraja la posibilidad de realizar presentaciones con pósters en las que cada grupo expongan su proyecto al profesor y otros alumnos, en el caso de que la presentación en clase no sea satisfactoria. Esto mejoraría la comunicación y evaluación entre los diferentes grupos, aunque requeriría una infraestructura adicional: espacio para colocar pósters.

5. Conclusiones

En este artículo se ha descrito la puesta en marcha de la asignatura Proyecto, impulsada por la ETSI de Telecomunicación con motivo de la acreditación ABET. Se ha descrito la visión de los profesores que la imparten, con las competencias que pueden cubrir dentro de los criterios ABET para programas de Ingeniería generales y teniendo en cuenta las atribuciones propias de un Ingeniero de Telecomunicación. Los profesores han detectado las dificultades prácticas que está presentando su implantación y han realizado propuestas para mejorar la organización y el proceso de evaluación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Javier Oliver, subdirector docente y de calidad de la ETSI de Telecomunicación de la UPV, su trabajo, tesón y empeño en el proceso de acreditación ABET.

Referencias

[1] *Criteria for accrediting engineering programs effective for evaluations during the 2010-2011 accreditation cycle. Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET).* http://www.abet.org/uploadedFiles/Accreditation/Accreditation_Process/Accreditation_Documents/Archive/criteria-eac-2010-2011.pdf

[2] Gaceta de Madrid, 10 de enero de 1931.

[3] J. Reig y J. A. Sastre. Organización docente y normas de evaluación de la asignatura Proyecto. Curso 2012-2013.

[4] J. Reig y J. A. Sastre. Guía Docente de la asignatura Proyecto. E.T.S.I. Telecomunicación. Universitat Politècnica de València. Curso 2012-2013. http://www.upv.es/entidades/ETSIT/menu_urlc.html?http://www.upv.es/pls/oalu/sic_plaLisTitulacionesMS?P_CEN=ETSIT&p_tipo=plan&P_CABECERA=1&P_IDIOMA=c